



**ASSEMBLEA DI CORSICA**

**ASSEMBLEE DE CORSE**

**DELIBERATION N° 20/219 AC DE L'ASSEMBLEE DE CORSE  
PRENANT ACTE DU RAPPORT D'INFORMATION SUR LE RENOUVELLEMENT  
DES INFRASTRUCTURES PORTUAIRES DE BASTIA**

**CHÌ PIGLIA ATTU DI U RAPORTU D'INFURMAZIONE NANTU A A RINNUVATA  
DI L'INFRASTRUTTURE PURTUARIE DI BASTIA**

**SEANCE DU 21 DÉCEMBRE 2020**

L'an deux mille vingt, le vingt et un décembre, l'Assemblée de Corse, convoquée le 7 décembre 2020, s'est réunie au nombre prescrit par la loi, dans le lieu habituel de ses séances sous la présidence de Mme Mattea CASALTA, Vice-Présidente de l'Assemblée de Corse.

**ETAIENT PRESENTS : Mmes et MM.**

Danielle ANTONINI, Guy ARMANET, Véronique ARRIGHI, François BENEDETTI, François BERNARDI, Pascal CARLOTTI, Jean-François CASALTA, Marie-Hélène CASANOVA-SERVAS, Marcel CESARI, Romain COLONNA, Christelle COMBETTE, Jean-Louis DELPOUX, Frédérique DENSARI, Santa DUVAL, Muriel FAGNI, Isabelle FELICIAGGI, Pierre-José FILIPPUTTI, Pierre GHIONGA, Jean-Charles GIABICONI, Michel GIRASCHI, Francis GIUDICI, Stéphanie GRIMALDI, Julie GUISEPPI, Xavier LACOMBE, Jean-Jacques LUCCHINI, Marie-Thérèse MARIOTTI, Paul MINICONI, Paola MOSCA, Nadine NIVAGGIONI, Julien PAOLINI, Juliette PONZEVERA, Louis POZZO DI BORGO, Rosa PROSPERI, Joseph PUCCI, Catherine RIERA, Anne-Laure SANTUCCI, Marie SIMEONI, Pascale SIMONI, Jeanne STROMBONI, Anne TOMASI

**ETAIENT ABSENTS ET AVAIENT DONNE POUVOIR :**

Mme Vannina ANGELINI-BURESI à Mme Pascale SIMONI  
Mme Valérie BOZZI à Mme Isabelle FELICIAGGI  
M. François-Xavier CECCOLI à M. Pierre GHIONGA  
Mme Catherine COGNETTI-TURCHINI à Mme Catherine RIERA  
Mme Laura FURIOLI à M. François BENEDETTI  
Mme Fabienne GIOVANNINI à Mme Nadine NIVAGGIONI  
M. Paul LEONETTI à M. Pierre-José FILIPPUTTI  
M. Pierre-Jean LUCIANI à M. Pierre GHIONGA  
Mme Marie-Hélène PADOVANI à Mme Catherine RIERA  
Mme Chantal PEDINIELLI à M. Xavier LACOMBE  
Mme Marie-Anne PIERI à M. Xavier LACOMBE  
M. Pierre POLI à Mme Mattea CASALTA  
Mme Laura Maria POLI-ANDREANI à Mme Pascale SIMONI



M. Jean-Guy TALAMONI à M. François BENEDETTI  
Mme Julia TIBERI à M. Jean-François CASALTA  
M. Petr'Antone TOMASI à M. Paul LEONETTI

**ETAIENT ABSENTS : MM.**

Jean-Martin MONDOLONI, François ORLANDI, Jean-Charles ORSUCCI, Antoine POLI, Camille de ROCCA SERRA, Hyacinthe VANNI

**L'ASSEMBLEE DE CORSE**

- VU** le Code général des collectivités territoriales, titre II, livre IV, IV<sup>ème</sup> partie, et notamment ses articles L. 4421-1 à L. 4426-1 et R. 4425-1 à D. 4425-53,
- VU** la loi n° 2020-1379 du 14 novembre 2020 autorisant la prorogation de l'état d'urgence sanitaire et portant diverses mesures de gestion de la crise sanitaire,
- VU** l'ordonnance n° 2020-391 du 1<sup>er</sup> avril 2020 visant à assurer la continuité du fonctionnement des institutions locales et de l'exercice des compétences des collectivités territoriales et des établissements publics locaux afin de faire face à l'épidémie de Covid-19,
- VU** le décret n° 2020-1257 du 14 octobre 2020 déclarant l'état d'urgence sanitaire,
- VU** le décret n° 2020-1310 du 29 octobre 2020 prescrivant les mesures générales nécessaires pour faire face à l'épidémie de Covid-19 dans le cadre de l'état d'urgence sanitaire et notamment son article 28,
- VU** la délibération n° 19/231 AC de l'Assemblée de Corse du 25 juillet 2019 approuvant le programme d'études relatif au renouvellement des infrastructures portuaires de Bastia,
- VU** la délibération n° 20/096 AC de l'Assemblée de Corse du 30 juillet 2020 portant prorogation du cadre général d'organisation et de déroulement des séances publiques de l'Assemblée de Corse prévu par la délibération n° 20/065 AC du 24 avril 2020,
- SUR** rapport du Président du Conseil exécutif de Corse,
- VU** l'avis de la Chambre des Territoires,
- APRES** avis de la Commission du Développement Economique, du Numérique, de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement,

**APRES EN AVOIR DELIBERE**

**ARTICLE PREMIER :**

**PREND ACTE** du rapport d'information du Président du Conseil exécutif de Corse concernant le renouvellement des infrastructures portuaires de la ville de Bastia.

**ARTICLE 2 :**

La présente délibération fera l'objet d'une publication au recueil des actes administratifs de la Collectivité de Corse.

Ajacciu, le 21 décembre 2020

Le Président de l'Assemblée de Corse,

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'J' and 'G' followed by a long horizontal stroke.

Jean-Guy TALAMONI



# **RENOUVELLEMENT DES INFRASTRUCTURES PORTUAIRES DE BASTIA**

## **RAPPORT D'INFORMATION**

**Direction Générale des  
Services  
DÉLÉGATION AUX GRANDS PROJETS  
MARITIMES ET PORTUAIRES**

## SOMMAIRE

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.     | Rappel du cadre institutionnel .....   | 3  |
| 2.     | Point d'étape de l'organisation et des actions mises en œuvre par la délégation aux projets maritimes et portuaires de la Corse..... | 3  |
| 2.1    | Ressources humaines .....  | 3  |
| 2.2    | Déplacements .....   | 4  |
| 2.3    | Restitution des activités du comité scientifique et environnemental .....  | 5  |
| 2.4    | Restitution des activités du comité de suivi.....  | 5  |
| 2.5    | Points de situation sur des études programmées.....  | 5  |
| 2.5.1  | Rapport sécurité nautique du port de Bastia .....  | 5  |
| 2.5.2  | Reconnaissance géotechnique.....   | 5  |
| 2.5.3  | Etudes portuaires Portu Novu .....   | 6  |
| 2.5.4  | Etudes routières tout scénario .....   | 6  |
| 2.5.5  | Etudes de modélisation du trait de côte complémentaires .....  | 7  |
| 2.5.6  | Etudes de mise à jour de la cartographie des biocénoses marines .....  | 7  |
| 2.5.7  | Etudes portuaires scénarii port en centre-ville (A1 et A2) .....   | 8  |
| 2.5.8  | Etudes d'urbanisme opérationnel.....   | 8  |
| 2.5.9  | Etudes juridiques et financières .....   | 8  |
| 2.5.10 | Assistance à maîtrise d'ouvrage environnementale .....   | 9  |
| 2.6    | Restitution des études portuaires Portu Novu (annexe 10).....  | 9  |
| 2.7    | Restitution de l'avancement des études routières tout scénario (annexe 11).....  | 14 |
| 2.8    | Restitution de l'avancement des études géotechniques (annexe 12) .....   | 16 |
| 2.9    | Avancement des démarches de création de la réserve marine (OEC) .....  | 19 |

## 1. Rappel du cadre institutionnel

L'Assemblée de Corse a approuvé, par délibération n° 19/231 AC de l'Assemblée de Corse en date du 25 juillet 2019 le programme d'études relatif au renouvellement des infrastructures portuaires de Bastia et les instances de suivi du projet avec un comité de suivi opérationnel et un comité scientifique et environnemental.

Considérant que l'implication de l'ensemble des parties prenantes aux différents comités est une condition sine qua non de la réussite du projet de développement des nouvelles infrastructures portuaires de Bastia, cette délibération institue la transmission d'un rapport périodique d'information à l'Assemblée de Corse et aux instances consultatives de la Collectivité de Corse (CESEC, Chambre des territoires, Assemblea di a Gjuventù).

Le premier rapport d'information est ici présenté.

## 2. Point d'étape de l'organisation et des actions mises en œuvre par la délégation aux projets maritimes et portuaires de la Corse

### 2.1 Ressources humaines

La délibération n° 19/231 AC de l'Assemblée de Corse du 25 juillet 2019 prévoit la création d'une délégation consacrée aux projets maritimes et portuaires de la Corse composée :

- ✓ **d'un délégué aux grands projets portuaires** (en poste au 1<sup>er</sup> mai 2019)
- ✓ **d'un urbaniste**

Ce poste a été attribué après la procédure complète de publication du poste en interne puis en externe.

Un jury a été constitué afin d'auditionner les différents candidats.

Le poste a été attribué, à l'unanimité du jury, à un candidat, ingénieur topographe de formation initiale, et disposant de 4 années d'expérience comme chef de service révision des plans locaux d'urbanisme au sein de la Communauté d'agglomération de NICE Côte D'Azur.

Ce poste a notamment conduit le candidat retenu à organiser la concertation des plus de 30 communes appartenant à ladite Communauté d'agglomération et à les fédérer autour d'un projet commun.



### ✓ **d'un ingénieur portuaire**

Ce poste a suivi la même procédure que celui d'urbaniste (publication en interne puis en externe, jury).

Un candidat a été retenu mais n'a pas pu donner suite pour des raisons familiales.

Ce poste fait l'objet d'une nouvelle publication en interne et externe.

### ✓ **d'un cadre administratif**

Différents services en particulier de la direction des transports et de la mobilité sont impliqués, à différents niveaux, dans les travaux de la délégation. Il s'agit de :

- La direction adjointe des ports et aéroports, et en particulier la cellule bureau d'étude ;
- La direction des routes ;
- L'Agence d'Aménagement durable, d'Urbanisme et d'Energie de la Corse ;
- La Direction Générale des Services.

La délégation bénéficie également de l'appui dynamique de la chargée de mission auprès du DGS, en charge du suivi et de la coordination des grands projets et de l'économie sociale et solidaire.

Une plateforme d'échange correspondant à chacun des deux comités (suivi et scientifique) a été mise en place de façon à faciliter la mise à disposition et l'archivage des documents.

## 2.2 Déplacements

La délibération du 15 juillet 2019 prévoyait la réalisation de déplacements en relation avec le projet en général et un benchmark des infrastructures portuaires ayant conduit des projets similaires.

Plusieurs déplacements ont été effectués :

- Assises de l'économie de la mer, les 3 et 4 décembre 2020 ;
- Visite des infrastructures portuaires de Monaco ainsi que le chantier de l'Anse du Portier le 22 janvier 2020 (compte rendu en annexe 1) ;
- Participation aux essais de modélisation de trajectoire à Grenoble, les 9, 10 et 11 mars 2020 (compte rendu en annexe 1).

Reste à programmer :

- Port de Calais (Région Haut de France)
- Port la Nouvelle et Sète (Région Occitanie)
- Port de Marseille (Grand port maritime de Marseille)

Ces déplacements, programmés une première fois, ont été remis en raison de la crise sanitaire liée à l'épidémie de Covid-19.

## 2.3 Restitution des activités du comité scientifique et environnemental

Le comité scientifique et environnemental s'est réuni quatre fois depuis son installation concomitante avec le comité de suivi, le 14 octobre 2019.

Les sujets abordés sont variés et sont retracés dans les comptes rendus joints en annexes (annexe 2.1) :

- ✓ Campagne géotechnique ;
- ✓ Compléments d'études terrestres / hydro-sédimentaires / biocénose ;
- ✓ Zoom sur le grau de Biguglia suite aux observations de la Réserve Naturelle de Corse ;
- ✓ Synthèse des éléments d'étude (modélisation des trafics) demandée à Artelia ;
- ✓ Remarques et validation de la cartographie des biocénoses marines ;
- ✓ Une première réflexion sur les pistes de réduction des impacts environnementaux sur les trois options ;
- ✓ Echanges avec le Professeur Le Treut, expert du GIEC.

## 2.4 Restitution des activités du comité de suivi

Le comité de suivi s'est réuni une fois, le 11 juin 2020, depuis son installation concomitante avec le comité scientifique et environnemental, le 14 octobre 2019.

Les sujets abordés sont variés et sont retracés dans les comptes rendus joints en annexes (annexe 2.2) :

- ✓ Les études géotechniques ;
- ✓ Les études terrestres / hydro-sédimentaires / biocénoses ;
- ✓ Les études portuaires scénario Portu Novu ;
- ✓ Les études routières tous scénarii ;
- ✓ Les études et procédures pour la création de la réserve naturelle de Corse.

## 2.5 Points de situation sur des études programmées

### 2.5.1 Rapport sécurité nautique du port de Bastia

Ce rapport a été réalisé par la délégation avec l'appui de la capitainerie de Bastia, du pilotage et de l'exploitant (CCIHC) en octobre 2019.

Il documente l'ensemble des accidents ayant eu lieu dans le port de Bastia ces 10 dernières années.



## 2.5.2 Reconnaissance géotechnique

Ce marché de reconnaissance géotechnique a fait l'objet de deux consultations.

La première consultation a été réalisée en 2017 mais n'a pas aboutie pour des raisons juridiques.

Une nouvelle consultation a été mise en œuvre en décembre 2018 sur la base d'un programme exclusivement centré sur le plan de masse de la Carbonite.

Le marché a été attribué fin 2019 au groupement ROCCA E TERRA. Une mise au point du marché a été réalisée de façon à ce que ces investigations géotechniques couvrent les besoins des 4 scénarii étudiés et un avenant permettant la réalisation d'analyses des sols marins (dans le cadre du Code de l'environnement article L. 214-1 à 6) doit être proposé.

Le marché se décompose en deux phases :

- ✓ Une phase de reconnaissance géotechnique par ROV piloté effectuant des carottages non destructifs et des sondages en pointe. Celle-ci a été réalisée et s'est achevée le 15 mars 2020 et a fait l'objet d'un rapport intermédiaire en cours de validation ;
- ✓ Le marché a été suspendu le 17 mars 2020 et a repris le 25 mai 2020 en raison de la crise du Covid-19 ;
- ✓ Une seconde phase de reconnaissance par sondeuse sur barge a été engagée depuis le 17 mai 2020 et s'est achevée le 27 juillet ;
- ✓ L'exploitation des résultats est en cours.

Les résultats disponibles sont exposés au § 2.8 (et annexe 12).

## 2.5.3 Etudes portuaires Portu Novu

Les études portuaires sur le plan de masse de Portu Novu ont été conduites grâce à un avenant sur des marchés d'études existant.

Les études prévues à ce contrat portaient sur 7 tâches (annexe 3).

Parmi celles-ci, 4 ont été réalisées et feront l'objet d'une restitution ci-après :

- Validation du plan masse ;
- Calcul de la transmissibilité des houles sur une structure de caisson sur pieux ;
- Etudes d'agitation ;
- Etudes de trajectographie ;

Trois études restent à réaliser :

- Dimensionnement d'un linéaire de digue en caisson sur pieux ;
- Evaluation des coûts de réalisation de l'ouvrage ;
- Production d'éléments de visualisation et d'insertion paysagère ;

Les résultats disponibles sont exposés au § 2.6 (et annexe 10).

#### 2.5.4 Etudes routières tout scénario

Les études routières pour l'ensemble des scénarii ont été conduites grâce à un avenant sur des marchés d'études existant.

Ces études complémentaires sont nécessaires au regard des aspects réglementaires ayant évolués sur les options sud citadelle mais aussi pour évaluer les solutions de transit pour les scénarii de conservation du port en centre-ville.

Le programme comporte (annexe 4) :

- ✓ Une modélisation des trafics actualisée sud citadelle ;
- ✓ Un projet de faisabilité d'insertion routière directe sur la RT 11 ;
- ✓ Une modélisation des trafics pour un contournement nord-ouest de Bastia ;
- ✓ Un projet de faisabilité de contournement nord-ouest de Bastia par tunnel ;
- ✓ Les insertions routières aux extrémités de ce projet d'ouvrage.

Les résultats disponibles sont exposés au § 2.7 (et annexe 11).

#### 2.5.5 Etudes de modélisation du trait de côte complémentaires

Les études de modélisation des impacts hydro sédimentaires sur le trait de côte, pour le scénario « Carbonite » ont été menées en 2017 et 2018 avec une modélisation physique et numérique.

Les résultats ont été présentés au comité de suivi et au comité scientifique et environnemental à l'occasion de leur mise en place le 14 octobre 2019.

Au cours de cette présentation, les deux comités réunis ont émis des remarques sur les études produites.

Afin de prendre en compte ces remarques, un programme a été rédigé et les études correspondantes ont pu être conduites grâce à un avenant sur les marchés en cours.

Ce programme porte sur :

- ✓ Une modélisation de l'évolution du trait de côte avec le scénario « Portu Novu » : réalisée, cette modélisation associée à une nouvelle version du positionnement de la digue sud montre une réduction des impacts (anse d'érosion et engraissement au grau de l'étang de Biguglia) de moitié ;
- ✓ Des propositions d'aménagements visant à réduire les impacts identifiés : réalisée, cette étude a orienté une version légèrement différente de l'orientation et des caractéristiques de la digue sud ;
- ✓ Des modélisations sur la base d'hypothèses de changement climatique émise par un expert du GIEC : études en cours ;
- ✓ Un avis d'expert sur la stabilité de l'anse de Figaghjola : réalisé, cette étude conclue à une très bonne stabilité de l'anse de Figaghjola.

La restitution de ces études se fera à l'occasion du prochain rapport, une partie de ces études étant en cours.

#### 2.5.6 Etudes de mise à jour de la cartographie des biocénoses marines

Les études de mise à jour de la cartographie des biocénoses marines ont été lancées en décembre 2019 avec une estimation de 50 000 € HT sur la base du programme établi par la délégation et validé par le comité scientifique et environnemental (annexe 5).

Trois offres ont été réceptionnées et ont fait l'objet d'une analyse par la délégation.

L'entreprise CREOCEAN a été retenue.

Les études ont été réalisées et validées par le comité scientifique.

#### 2.5.7 Etudes portuaires scénarii port en centre-ville (A1 et A2)

Les études de la partie portuaire des deux scénarii conservant le port de commerce en centre-ville ont été lancées en avril 2020 avec une estimation de 355 000 € HT sur la base du programme établi par la délégation et les services des ports et aéroports (annexe 6).

Le groupement dont le mandataire est SOFID a été retenu pour un montant de 249 975 € HT et notifié le 18 août 2020.

Les études ont été réalisées pour les aspects de modélisation des agitations et de trajectographie.

Les études visant les aménagements terrestres, la conception technique et les chiffrages sont en cours.

#### 2.5.8 Etudes d'urbanisme opérationnel

Les études d'urbanisme opérationnel portant sur l'ensemble des 4 scénarii ont été lancées en mai 2020 avec une estimation de 450 000 € HT sur la base du programme établi par la délégation et les services des ports et aéroports (annexe 7).

La consultation a été publiée le 13 mai 2020. Elle a été déclarée sans suite pour motif d'intérêt général et relancée le 18 août 2020 avec date de remise des plis au 18 septembre 2020.

Le groupement dont le mandataire est STOA a été retenu à la CAO du 23 octobre 2020 pour un montant de 394 600 € HT et est en cours de procédure pour sa notification.

### 2.5.9 Etudes juridiques et financières

Les études juridiques et financières ont été lancées en mai 2020 avec une estimation de 250 000 € HT sur la base du programme établi par la délégation en concertation avec l'OTC, la CdC, les DGA finance, transport et commande publique (annexe 8).

La consultation a été publiée le 13 mai 2020. Elle a été déclarée sans suite pour motif d'intérêt général et relancé le 11 août 2020 avec date de remise des plis au 11 septembre 2020.

Le groupement dont le mandataire est FINANCE CONSULT a été retenu à la CAO du 23 octobre 2020 pour un montant de 394 600 € HT et est en cours de procédure pour sa notification.

### 2.5.10 Assistance à maîtrise d'ouvrage environnementale

La consultation pour une AMO environnement a été lancée en mai 2020 avec une estimation de 250 000 € HT sur la base du programme établi par la délégation en concertation avec l'OTC, la CdC, les DGA finance, transport et commande publique (annexe 9).

La consultation a été publiée le 25 mai 2020. Le groupement dont le mandataire est SAFEGE a été retenu pour un montant de 218 525 € HT et notifié le 27 août 2020.

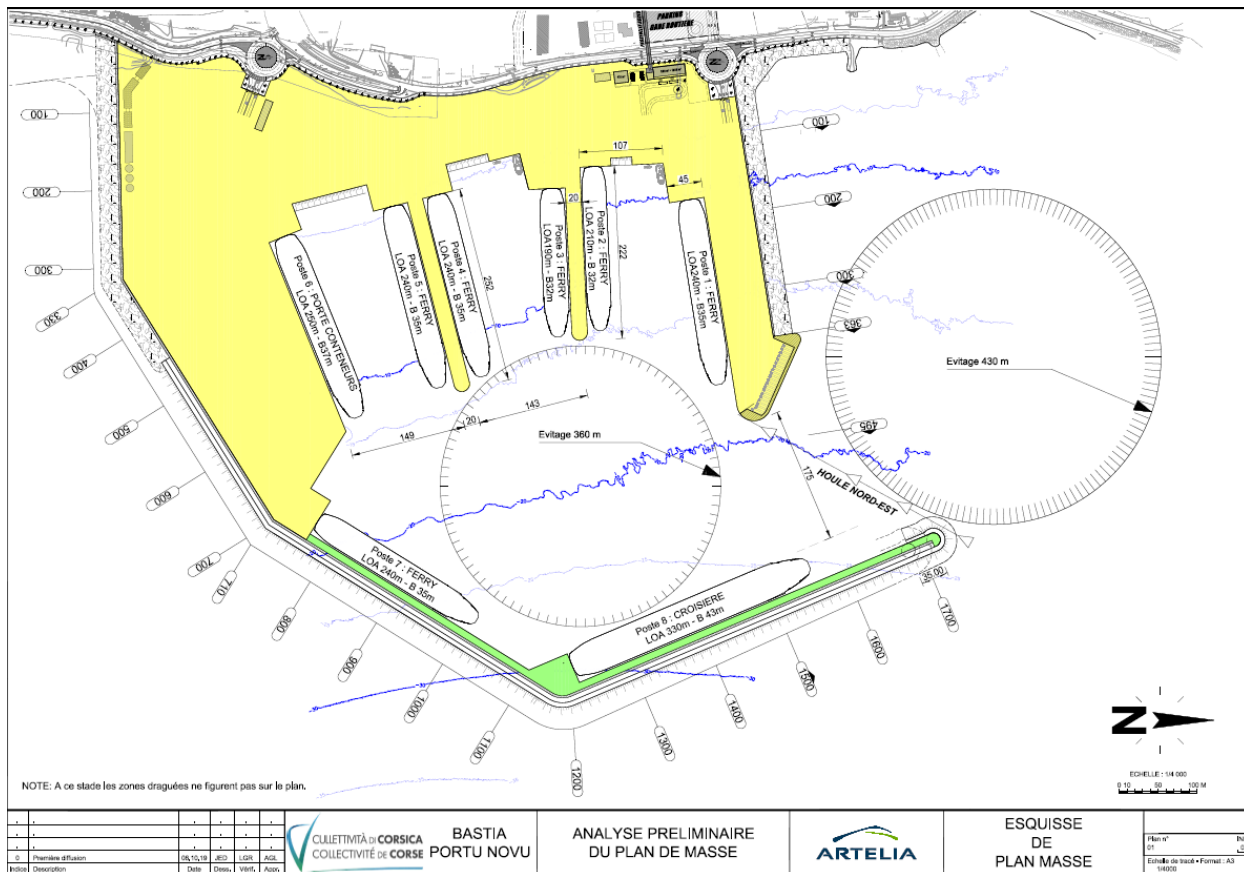
Les études sont en phase de réalisation et en particulier :

- Programme de consultation pour un AMO grand débat ;
- Elaboration d'une méthodologie pour une grille d'analyse multicritère entre les 4 scénarios ;
- Dossier de demande de certificat de projet auprès de la DDTM.

## 2.6 Restitution des études portuaires Portu Novu (annexe 10)

- **Etudes du plan de masse**

Le plan de masse du scénario Portu Novu réalisé par la délégation a été expertisé, dans le cadre du programme confié à ARTELIA.



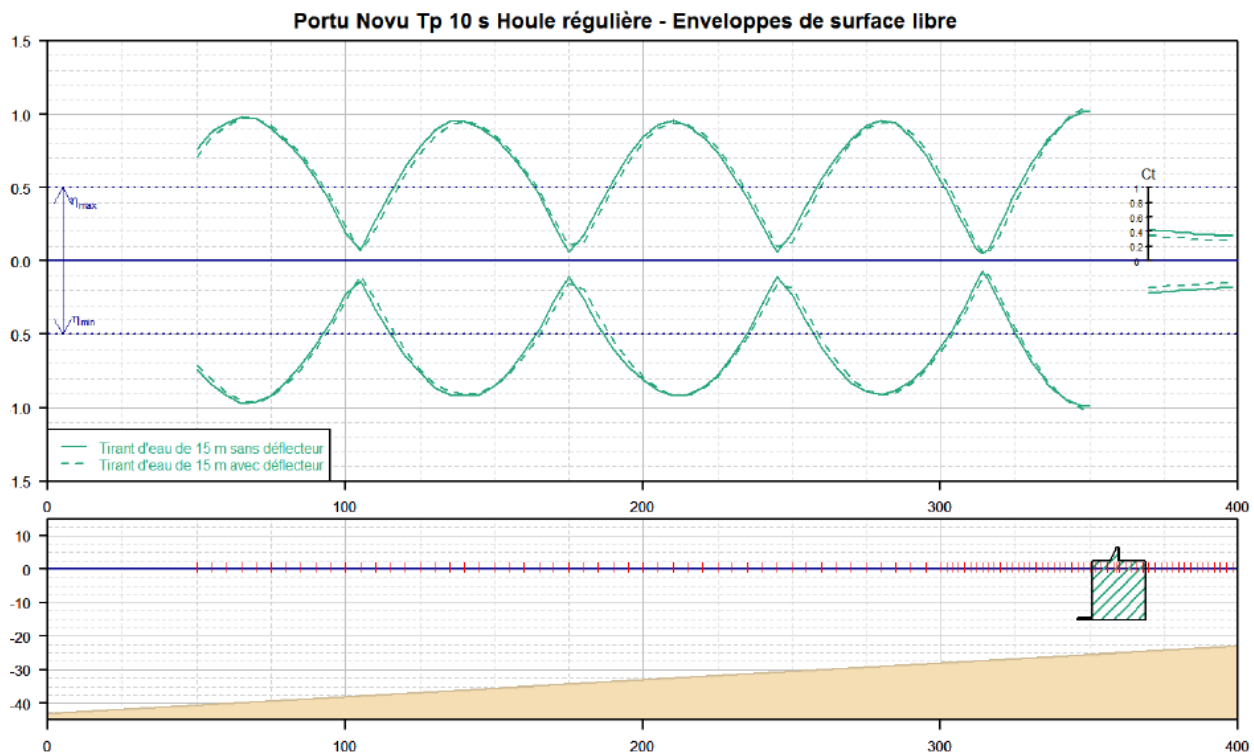
- Etudes de transmissibilité de la houle sur caisson sur pieux

Les études de transmissibilité en canal à houle virtuel tendent à démontrer que la transmissibilité est faible sur des houles à faible longueur d'onde (période).

Deux paramètres ont été testés : la période de la houle incidente et la géométrie (en fait sa profondeur) du caisson.

Pour des périodes de 10s de houles de sud-est (très faible occurrence), et une profondeur de caisson de 15m (pour 18 de large), la transmissibilité est de l'ordre de 30 %.

Un test a été effectué suite aux visites techniques effectuées à Monaco avec une géométrie comportant un déflecteur en partie basse du caisson. Cette disposition permet d'améliorer (en le diminuant) le coefficient de transmission.



Ces données ont été intégrées dans les modèles numériques d'agitation portuaire. Il ne s'agit pas d'agitations dimensionnantes pour le projet du scénario Portu Novu.

### • Etudes d'agitation

Les études d'agitation réalisées font ressortir une très bonne protection du plan d'eau pour les secteurs ouest, sud-est et est.

Le secteur nord-est génère des agitations résiduelles dans le bassin compatible avec une exploitation commerciale.

Certains postes ne seront néanmoins pas utilisables à l'amarrage dans des conditions paroxysmiques de houle de nord-est.



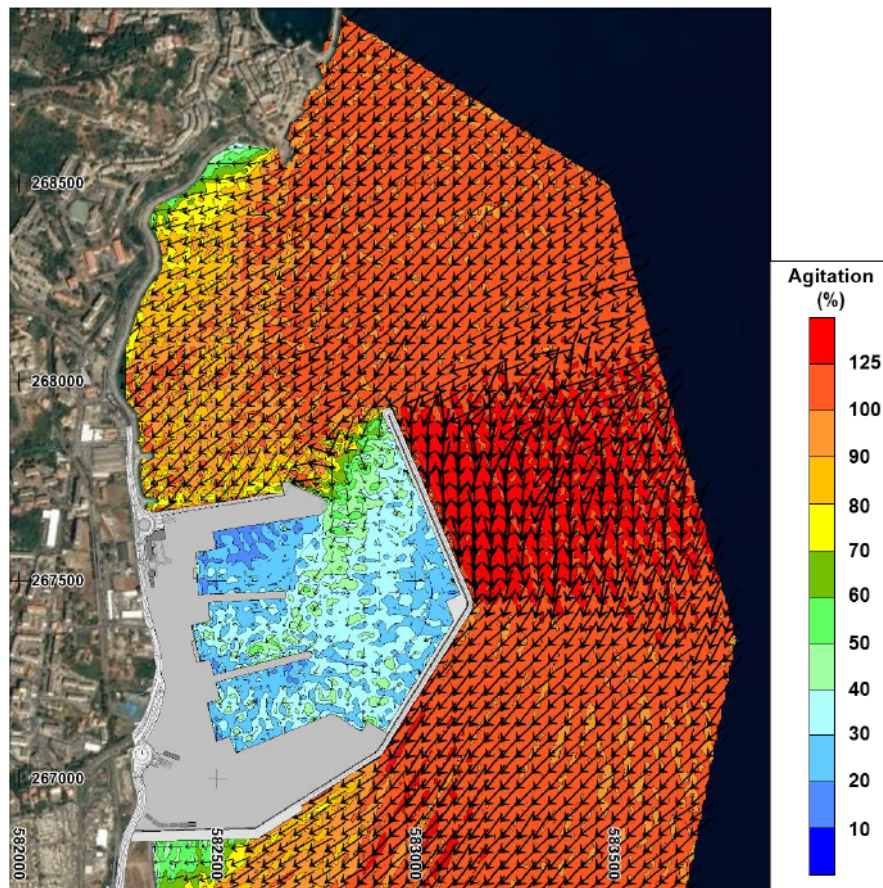


Figure 29. Epure d'agitation – Période 7 s, direction 50°N – Configuration V01

### • Etudes de trajectographie

Les modélisations de trajectographie sont réalisées afin de vérifier l'accessibilité du port pour les différents types de navires en fonction des conditions climatiques et pour chaque poste.

Pour cela une modélisation 3D a été réalisée et un grand nombre d'essai de manœuvres ont été réalisés avec les bateaux projets, à savoir :

- ✓ Un ferry RoPax de 240 m
- ✓ Un bateau de croisière de 330 m
- ✓ Un cargo mixte de 240 m

A l'issue de ces essais, des recommandations peuvent être faites à la fois sur le plan masse afin de faciliter les manœuvres mais aussi en exploitation avec la nécessité (ou pas) d'un ou plusieurs remorqueurs comme assistance aux manœuvres.

Le plan masse tel que testé **permet une exploitation normale du port** avec selon les manœuvres des limites d'accès dues au vent (généralement pour des valeurs de 20 à 25 nœuds).

L'usage **d'au moins un remorqueur est nécessaire pour les cargos mixtes de 240 m** ainsi que pour sécuriser certaines manœuvres, pour les autres navires, en conditions de vents élevés.

Trois pistes d'améliorations du plan masse sont envisagées :

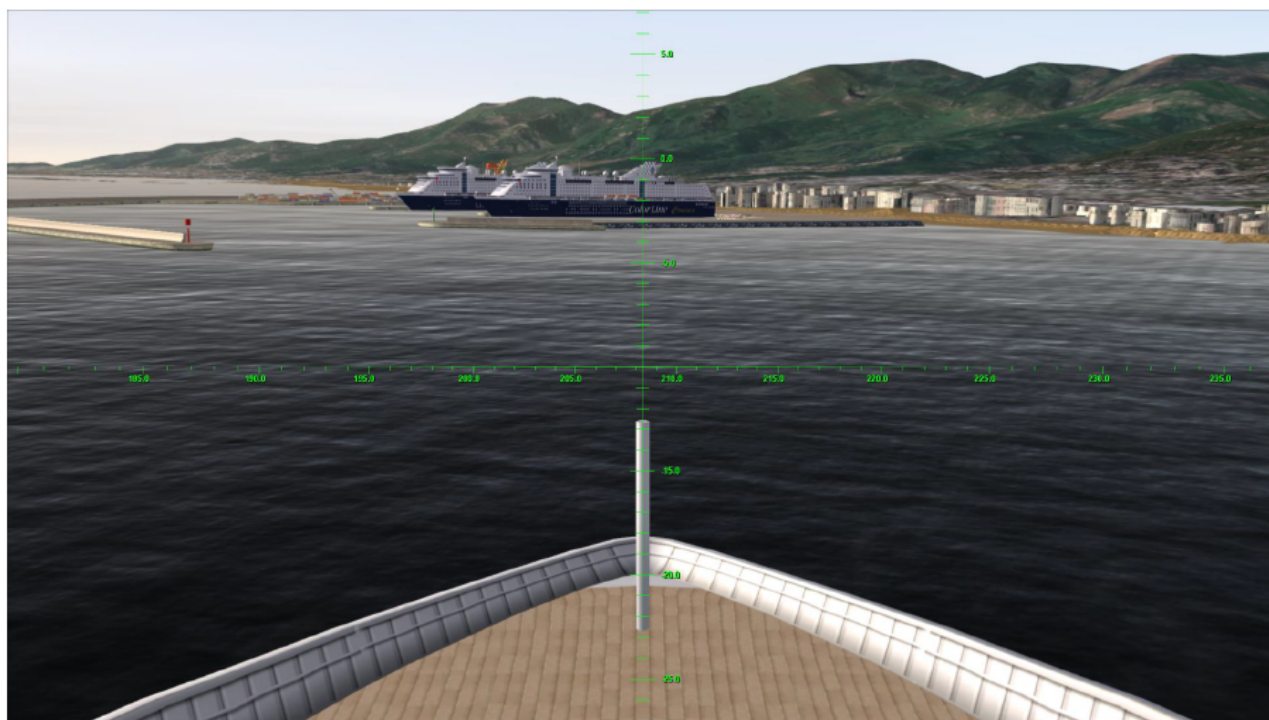
- ✓ Un élargissement du plan d'eau de manœuvre sur la partie est du quai 7 ;



- ✓ Un élargissement de la passe de façon à mettre en ligne l'axe de celle-ci avec le centre du cercle d'évitement ;
- ✓ La protection du musoir de la contre digue.



Essais d'accostage poste 7 RoPax 225m par Houle N 45°/7s/1,2m ; vent 10m/s N45°



Visualisation 3D

## 2.7 Restitution de l'avancement des études routières tout scénario (annexe 11)

### • Modélisation des trafics

Il a été nécessaire de mettre à jour le modèle de trafic réalisé par ARTELIA dans le cadre du projet d'extension du Port de commerce de Bastia, scénario « Carbonite ».

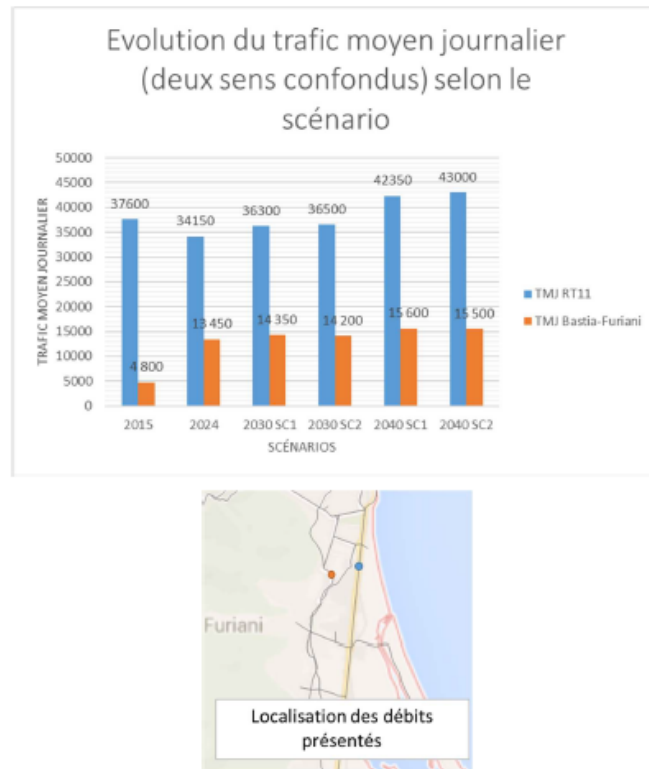
Les conditions ont en effet évolué depuis ces premières études. Il est nécessaire de tenir compte de :

- ✓ Nouvelles hypothèses de trafic à prendre en compte pour le nouveau port (ou l'extension de ce dernier) ;
- ✓ Modification des caractéristiques de la voie Bastia-Furiani (voie rapide urbaine à 70km/h, de type AU70) ;
- ✓ Tests sans la voie nouvelle « Carbonite ».

En termes de fonctionnement de l'axe, nous pouvons tirer les conclusions suivantes (qui peuvent être précisées par une analyse capacitaire par carrefour) :

- ✓ La création de la liaison Bastia-Furiani (RT 12) permet de délester la RT 11 et améliorera son fonctionnement à l'horizon 2024 ;
- ✓ En 2030, avec l'augmentation des flux dus à la nouvelle activité portuaire, les flux sur la RT 11 augmentent pour atteindre les niveaux de trafics observés actuellement. Nous prévoyons donc un retour au fonctionnement actuel. La RT 12 est chargée, notamment sur sa partie centrale (intersection RD 364) ;
- ✓ En 2040, le doublement, dès l'augmentation des capacités des navires, engendrera une forte génération de trafic sur RT 11 et RT 12, entraînant une forte dégradation des conditions de circulation par rapport à la situation actuelle.

Une nouvelle localisation permettrait de délester les voies locales du centre-ville, plus particulièrement dans le cas du scénario de déplacement du port au sud de la citadelle.



- **Esquisse d’une insertion routière des scénarii sud citadelle en directe sur la RT 11**

Les insertions routières de l’ensemble des scénarii sont à l’étude à date.

Un modèle numérique de terrain a été réalisé sur l’ensemble de la zone sud citadelle de façon à sécuriser la conception de l’insertion du port sur la RT 11.

Ce travail est en cours sur la zone de centre-ville.

- **Esquisse d’une voie de contournement ouest de Bastia en tunnel**

Dans le cadre des scénarii de conservation du port en centre-ville, la solution envisagée, pour soulager le trafic de la RT 11 en générale et le passage en tunnel sous le port en particulier, vise à créer un contournement du centre-ville par un tracé nord-ouest en tunnel.

Cet ouvrage se compose :

- ✓ D’un tunnel court monotube a deux sens de 325 mètres linéaires entre le rond-point de sortie du port et l’arrière des bâtiments de la préfecture/Collectivité de Corse ;
- ✓ D’un rond-point au-dessus de celui du Maréchal Leclerc ;
- ✓ D’un tunnel long bitube mono sens de 1 850 mètres linéaires, sensiblement parallèle au tunnel existant du chemin de fer, entre la gare et la RT 11 légèrement au nord de la caserne des pompiers ;

Ces esquisses ont été réalisées sur la base d’hypothèses de travail (géotechnique, typologie des roches...) à partir de l’état des connaissances du site.



## 2.8 Restitution de l'avancement des études géotechniques (annexe 12)

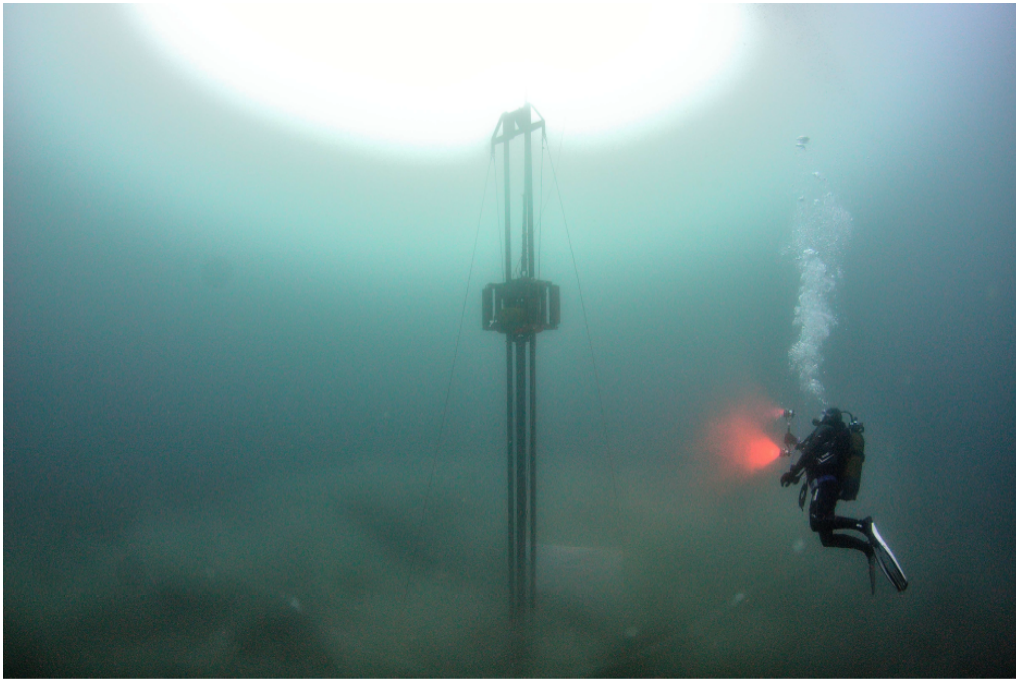
### • Données acquises par ROV avant confinement

Des tests CPTu ont été réalisés. Ces tests donnent une première idée sur l'épaisseur de sédiment meuble/non compact ainsi que sur le type de sédiment (gravier, sable, limon ou argile) et permettent de mesurer in situ les caractéristiques mécaniques en place des sédiments.

Les sondages ont été réalisés avec une technique de poinçonnement (le sol) en utilisant un vibrocarottier avec prise d'échantillons.

A partir de la pénétration du pénétromètre statique (CPTu), la profondeur de pénétration prévisionnelle du carottier VibroCore est estimée. Cela a permis de définir des profondeurs de pénétration d'objectif, et donc de définir les cas où un second prélèvement était à réaliser pour les Vibrocore en cas de refus.

L'ensemble de ces données seront analysées avec celles de la seconde campagne de reconnaissance (sur barge), ainsi que les résultats des analyses de sol en laboratoire.



- **Précautions et plan de continuité Covid-19**

La crise sanitaire de la Covid-19 a interrompu le chantier de reconnaissance géotechnique.

La reprise s'est effectuée le lundi 25 mai 2020 avec une phase de préparation complémentaire de façon à prendre en compte l'ensemble des prescriptions sanitaires en vigueur et les adapter au cas par cas aux travaux.

Une mission complémentaire de référent Covid-19 a été confiée au coordinateur SPS (sécurité et protection de la santé) déjà mandaté sur ce chantier et un plan particulier de sécurité et protection de la santé a été produit (annexe 14).



## PROCEDURE COVID-19

SAS NATALI



### Procédure de reprise partielle ou totale pendant la période de confinement du COVID-19



|        |            |               |  |               |  |
|--------|------------|---------------|--|---------------|--|
| E      |            |               |  |               |  |
| D      |            |               |  |               |  |
| C      |            |               |  |               |  |
| B      | 17/04/2020 | Audrey ROULOT | F. DUFOUR  | Pierre NATALI | Mise à jour suite réunion Chantier joint A2 du 17/04/2020 – en rouge |
| A      | 04/04/2020 | Audrey ROULOT | Y. COULOMBÉAU<br>F. DUFOUR<br>V. CHOURANE<br>R. MATTEI | Pierre NATALI | Première diffusion.  |
| Indice | Date       | Rédaction     | Revue  | Approbation   | Modifications  |

Plan : E X E N A T A R O Q S E 0 0 1 B

Statut : E X E

- **Planning des sondages sur barges en cours**

Les sondages pressiométriques et carottés profonds ont débuté le mercredi 27 mai 2020 après l'interruption due à la crise du Covid-19.

Ils se sont terminés le 27 juillet 2020.

Les analyses en laboratoire ainsi que la synthèse de ces résultats sont en cours.



Barge de travail mise à poste le 28 mai 2020

## 2.9 Avancement des démarches de création de la réserve marine (OEC)

La mission pour la création de la réserve marine multi site, mesure compensatoire à l'autorisation de destruction d'espèces protégée obtenue par l'arrêté préfectoral N° 2013-123-0002 du 3 mai 2013 a été confiée à l'Office de l'Environnement de la Corse par arrêté 20/945CE du 14 janvier 2020.

Une première mission avait été confiée à l'OEC par arrêté 1501995CE du 7 avril 2015 et avait donné lieu à la réalisation d'un état des lieux (« Synthèse patrimoniale et diagnostic socio-économique de la Réserve Naturelle de Corse multi site ») avant d'être ajourné.

Cette mission relancée a fait l'objet par l'OEC d'une note méthodologique listant les tâches à réaliser et leur enchaînement.

Un état des lieux a été fait par l'OEC lors du comité de suivi du 11 juin 2020.



## **Projet de développement du port de Bastia**

### **Déplacement à Monaco**

**Le 22 janvier 2020**

**Direction générale des services / Grands projets maritime et portuaires**

#### **Objet du déplacement :**

La principauté de Monaco dispose de deux opérations portuaire et maritime en relation avec les différents scénarios étudiés dans le cadre de la délibération de l'assemblée de Corse (AC N° ) du 25 juillet 2019.

- ✓ Le port de Monaco dispose en effet depuis 18 ans d'une digue flottante de 350mètres ainsi que d'une contre digue en caisson sur appuis permettant la protection du port de la Condamine, principal port de Monaco.

La digue flottante est envisagée dans le cadre du scénario A1 visant une extension du port au large du bassin actuel.

Les caissons sur appuis fixe sont quant à eux envisagées dans les scénarios B et C (repositionnement du port au sud de la citadelle)

- ✓ La principauté de Monaco est en cours d'exécution d'un programme de remblais sur la mer de 6Hectares, programme immobilier de l' »Anse du Portier ».

Ce programme fait appel à une digue d'enclosure de 700 mètres constituée de caissons béton avec atténuateur de houle posé sur un lit de matériaux réglés après dragage de la zone.

Cette technique est envisagée dans les 4 scénarios :

- Scénarios A1 et A2 : enracinement des ouvrages de protection (digue flottante et rallongement de la digue existante)

- Scénarios B et C : linéaire courant des digues sur fonds de plus de 15m (soit environs les 2/3 du linéaires)

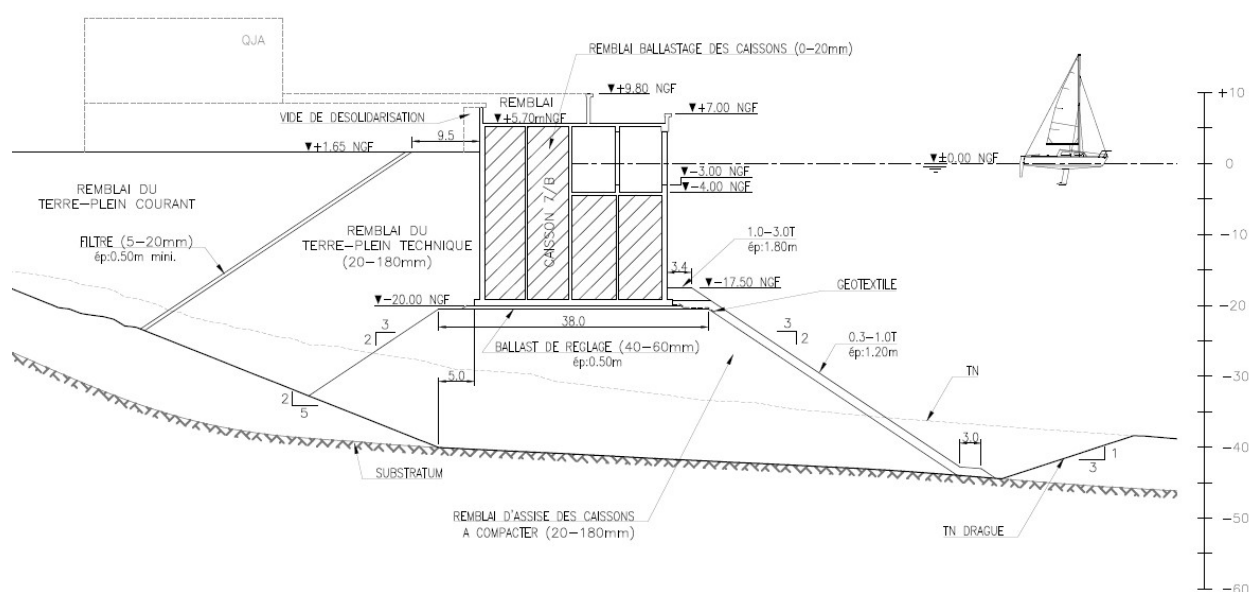
## **Présents et personnes rencontrés :**

- ✓ Pour la collectivité de Corse
  - Achille Raffalli (président UM Bastia, membre du comité de suivi, référent Pilote Bastia)
  - Frédéric Bailly (délégué aux grands travaux maritimes et portuaires de Corse)
  - Les services ports et aéroports n'ont pas donné suite a l'invitation.
- ✓ Anse du Portier
  - Eric Cheype, Bouygues TP, directeur des travaux, Anse du Portier
  - Michael Cohen, Bouygues TP, responsable des travaux maritime, Anse du Portier
- ✓ Port de Monaco
  - Pierre Bouchet, directeur des affaires maritimes
  - René Bouchet, ancien responsable des travaux publique de Monaco

## **1/ L'Anse du Portier**

Les ouvrages maritimes de l'opération de l'Anse du portier portent sur la création d'une enclôture pour un terreplein de 6 hectares en remblais sur la mer.

Cette digue, de 700ml, est constituées de 18 caissons béton de 33m de front sur 28 m de profondeur et fondés a -20m CM (section courante) sur un remblai sous-marins posé après dragage a -40m CM.



Cet ouvrage ainsi que les remblais en arrière se réalisent pour un budget de 815 M€.

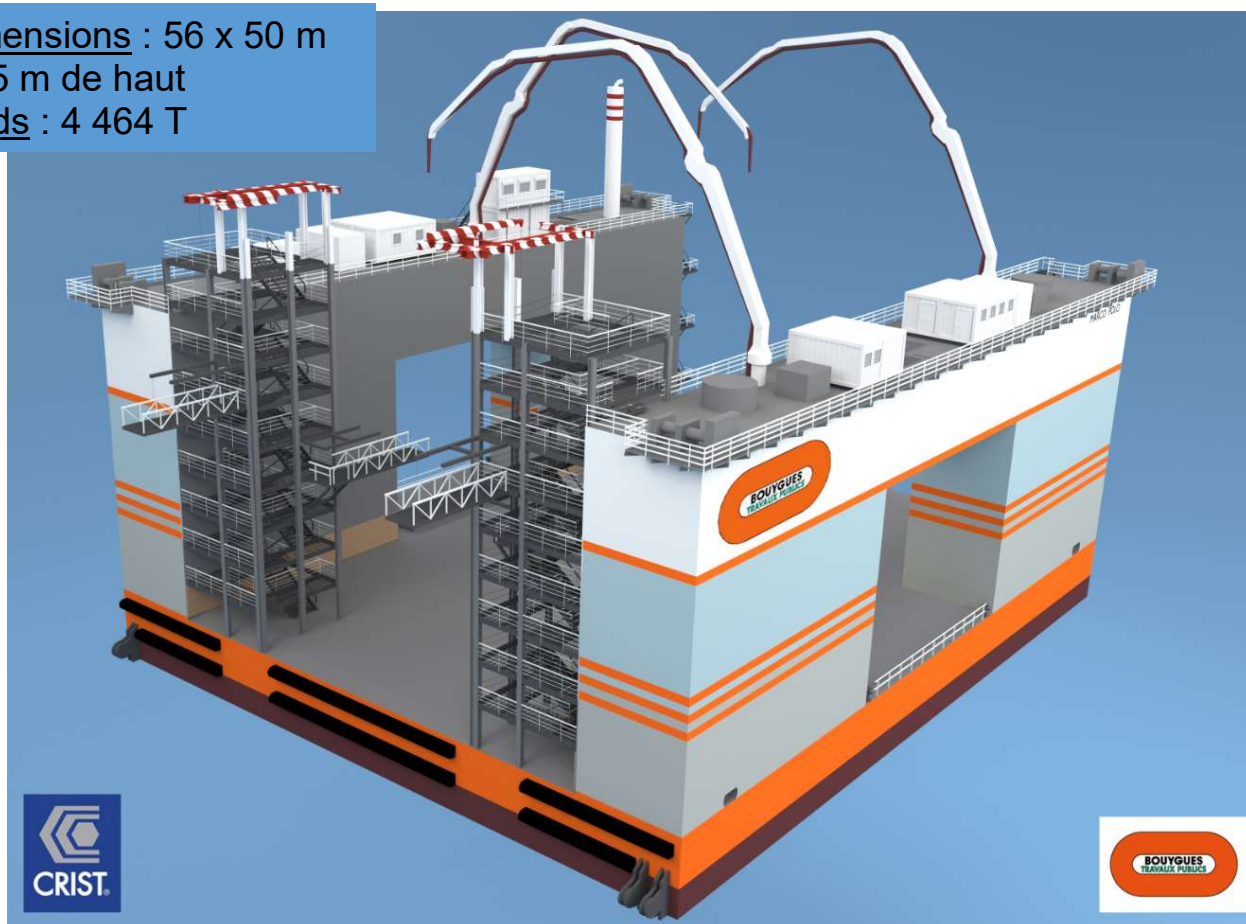
Il a mobilisé 550 personnes dont 70% recrutés localement pour une réalisation en poste (24/24 et 7j/7).

Il a nécessité l'importation d'importantes quantités de matériaux

|                                  |        |            |
|----------------------------------|--------|------------|
| Excavation vase polluées         |        | 60 000 m3  |
| Dragage                          |        | 580 000 m3 |
| Remblai sous les caissons        | 20/180 | 790 000 m3 |
| Assise des caissons              | 40/60  | 8 000 m3   |
| Ballast des caissons             | 0/20   | 180 000 m3 |
| Remblai à l'arrière des caissons | 20/180 | 300 000 m3 |
| Remblai en sable de Sicile       | 0/2    | 500 000 m3 |

Les caissons ont été réalisés à Marseille grâce à un caissonnier spécialement construit à cet effet en Pologne.

Dimensions : 56 x 50 m  
25,5 m de haut  
Poids : 4 464 T

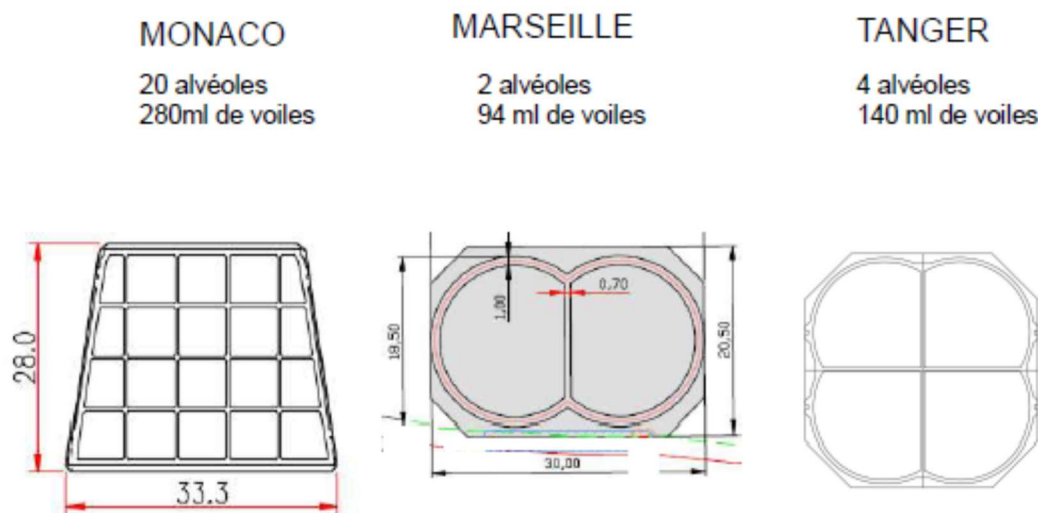


La réalisation des caissons dans le port de Marseille on nécessité 400ml de quai dont une partie sous le caissonneur disposant de -22,5m CM de tirant d'eau.

### Rapporté aux projets Bastiais :

- ✓ Les prés dimensionnement de caissons d'une géométrie comparable à ce stade (caisson parallélépipédique avec voiles intermédiaires) sont de 18 m de large fondé à -15m CM.

La géométrie des caissons n'est à ce jour pas figée et il existe d'autres géométries moins coûteuses qui resteront à investiguer



- ✓ Les cubatures à mettre en oeuvre seront très inférieures au mètre linéaire de digue car :
  - Les volumes de ballaste des caissons seront plus faibles
  - La cote des projets sud citadelle sera à -30 m CM (plus de 40 à Monaco)
  - Le dragage sera plus faible (zone sismique de 2 classe inférieure à Bastia / Monaco)
- ✓ A Bastia une partie significative des matériaux pourra être obtenue sur place, le solde, comme à Monaco devra être apporté en Corse par voie nautique.
- ✓ Le tirant d'eau nécessaire aux fabrications des caissons serait de l'ordre de -18/19,0m CM m CM (pour un caisson fondé à -15m CM). Cette côte déjà importante reste néanmoins compatible avec un aménagement provisoire sur site (sud citadelle).
- ✓ Les retombées en termes d'emplois sur le grand Bastia peuvent à ce stade être estimées à 250 ETP sur environ 3 années

Cette visite conforte les projets techniques en cours même si le dimensionnement de Bastia sera plus limité et devra être optimisé.

## 2/ les infrastructures du port de la Condamine

### 2.1/ la digue flottante

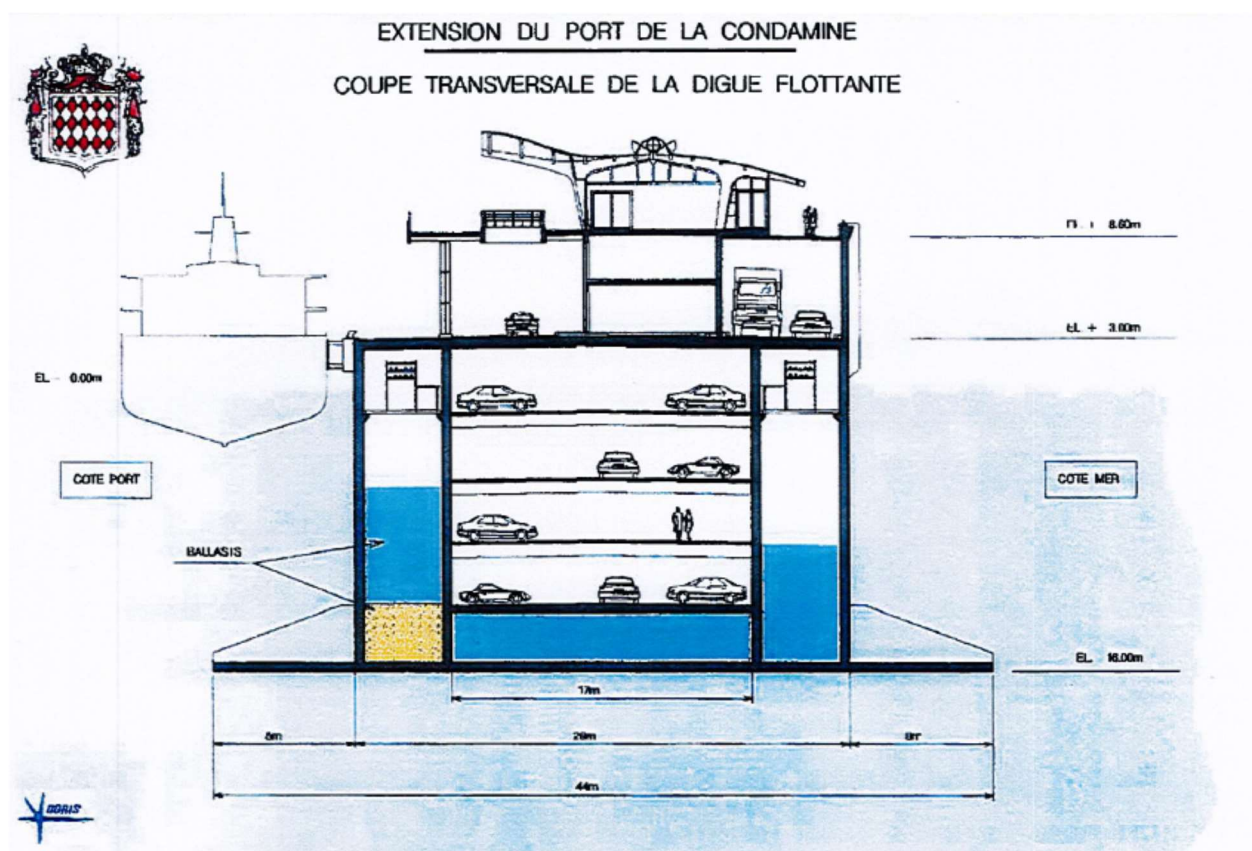
La digue flottante du port de Monaco a été mise en service en 2002 et dispose donc d'un retour d'expérience de 18 ans à ce jour.

Les parties prenantes ont été :

- Maître d'ouvrage : Principauté de Monaco
- Concepteurs : R Bouchet (directeur des TP Monaco) avec Doris Engineering
- Réalisation : BEC / DRAGADOS / FCC / TRIVERO
- Bureau contrôle : VERITAS

Le dimensionnement de cette digue est de :

- 352 mètres de long
- 44 de largeur en pied (y compris voiles)
- 28m de large en tête
- 16 m de profondeur
- 19m de hauteur totale
- Un déplacement de 160 000 tonnes

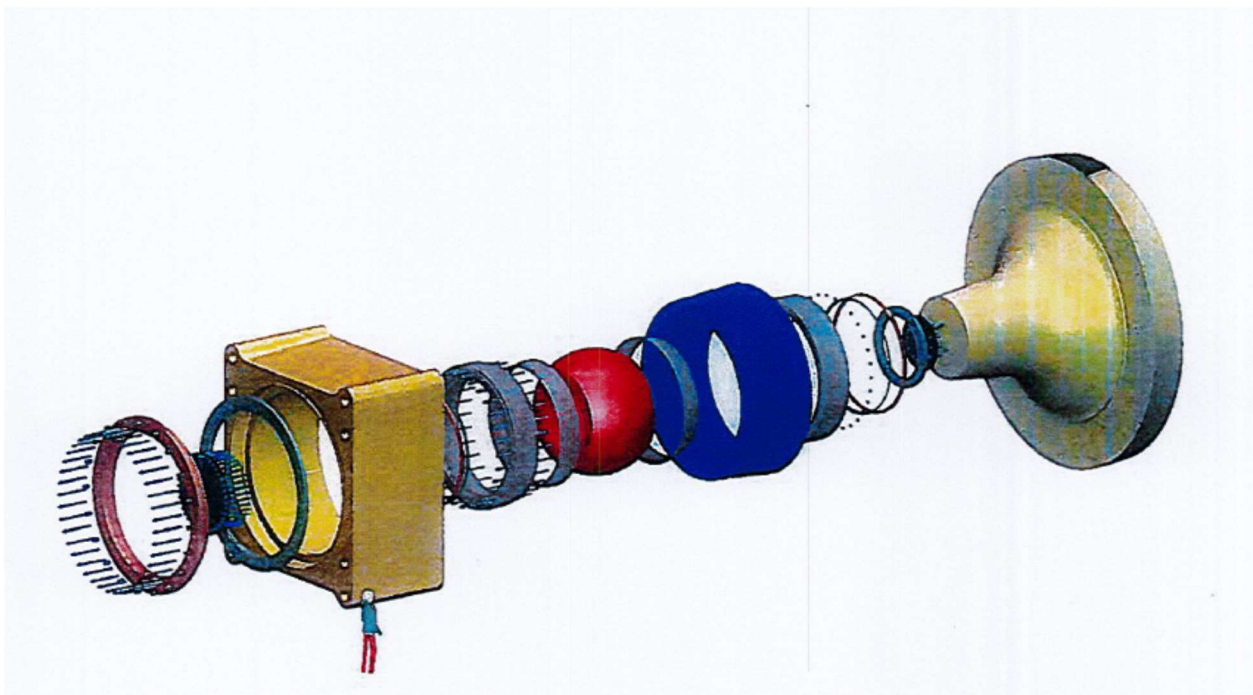
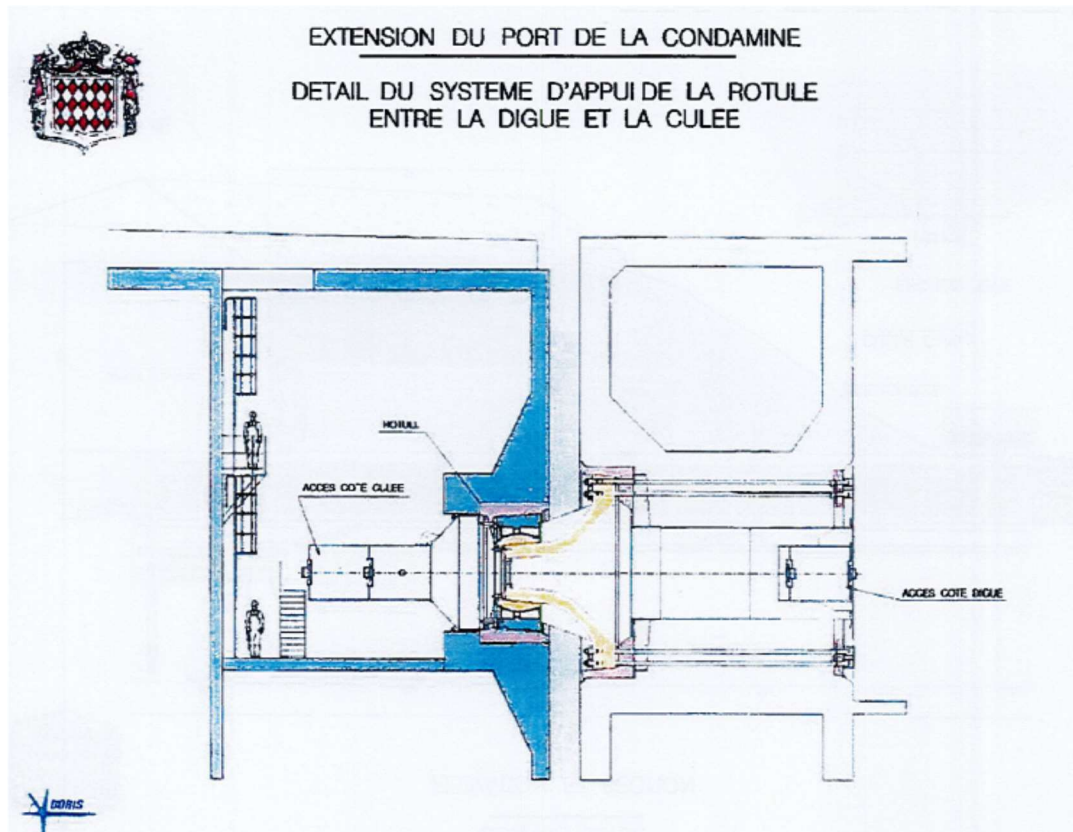




Cette digue a été construite à Algésiras dans une forme préexistante et a nécessité deux ans de construction.

Elle a été tractée en flottation (condition dimensionnante) durant 12 jours.

Elle est ancrée à terre sur un caisson de culée incluant une articulation (rotule) de 700 tonnes



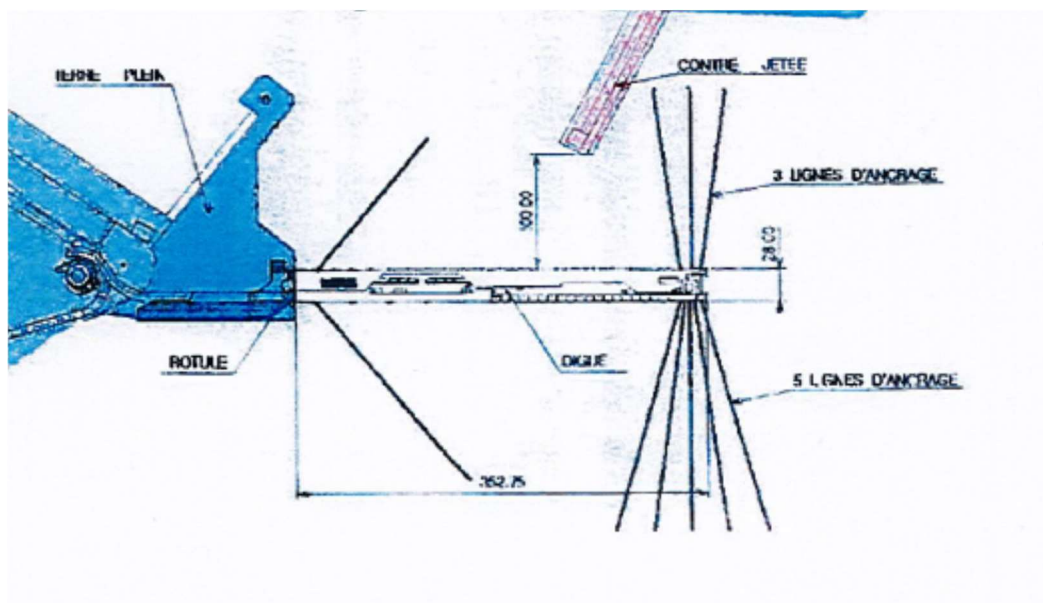
La digue flottante est équipée sur la moitié de sa longueur par 4 niveaux de parking en épis et largement dimensionné pour une capacité de 350 places.

L'autre moitié est occupée par deux niveaux de port à sec et de compartiment de stockage de matériel portuaire.

La superstructure dispose de promenades publiques ainsi qu'une gare maritime destinée aux 200 escales de bateaux de croisières fréquentant le port de la Condamine.

La transmission des agitations au travers de la digue est estimée par les exploitants à 10% pour des houles de 10 à 12 s au niveau de la rotule et de 15 % au niveau de l'extrémité de la digue.

Celle-ci est ancrée grâce à la rotule coté terre et avec des lignes de mouillage à son extrémité.



Géométrie des lignes de mouillage

La digue flottante y compris ses ancres et la rotule à couler au DGD 125 M€ / 2002. L'ouvrage est à ce jour largement amortis

Contrairement aux rumeurs :

- ✓ La structure en béton armé et/ou précontraint n'a donné de fissuration et / ou de fuite dans les espaces d'usage publique
- ✓ La rotule n'a subi aucun dommage depuis 18 ans. Les tirants ont été changés au bout de 18 années au lieu des 10 ans prévus à l'origine

### **Rapporté aux projets Bastiais :**

- ✓ La technologie a fait ses preuves en matière de durabilité, y compris dans ses opérations de maintenance.



- ✓ La technologie adoptée pour la liaison entre partie fixe et mobile est opérationnelle et a été confrontée aux événements météorologiques extrêmes (Adrian 2018)
- ✓ Le dimensionnement des lignes d'ancrage est dimensionné et a lui aussi subi les événements extrêmes.
- ✓ La technologie de liaison entre deux parties mobile reste à dimensionner (pas de retour d'expériences)
- ✓ L'usage de l'intérieure de la digue est compatible avec le parking de véhicules avant embarquement.  
Une estimation rapide permettrait sur 4 niveaux et 5 lignes de front sur 250 m de digue de stocker environ 5000 mètres linéaire de véhicules légers soit 1000 voitures (capacité max des bateaux fréquentant Bastia en 2020 : 600 véhicules)
- ✓ Le coût évalué dans les études Ville de Bastia de 70 M€ par tronçon de digue de 350 m est à réévaluer à environ 150 M€ soit le double (plus-value d'environ 300 M€).

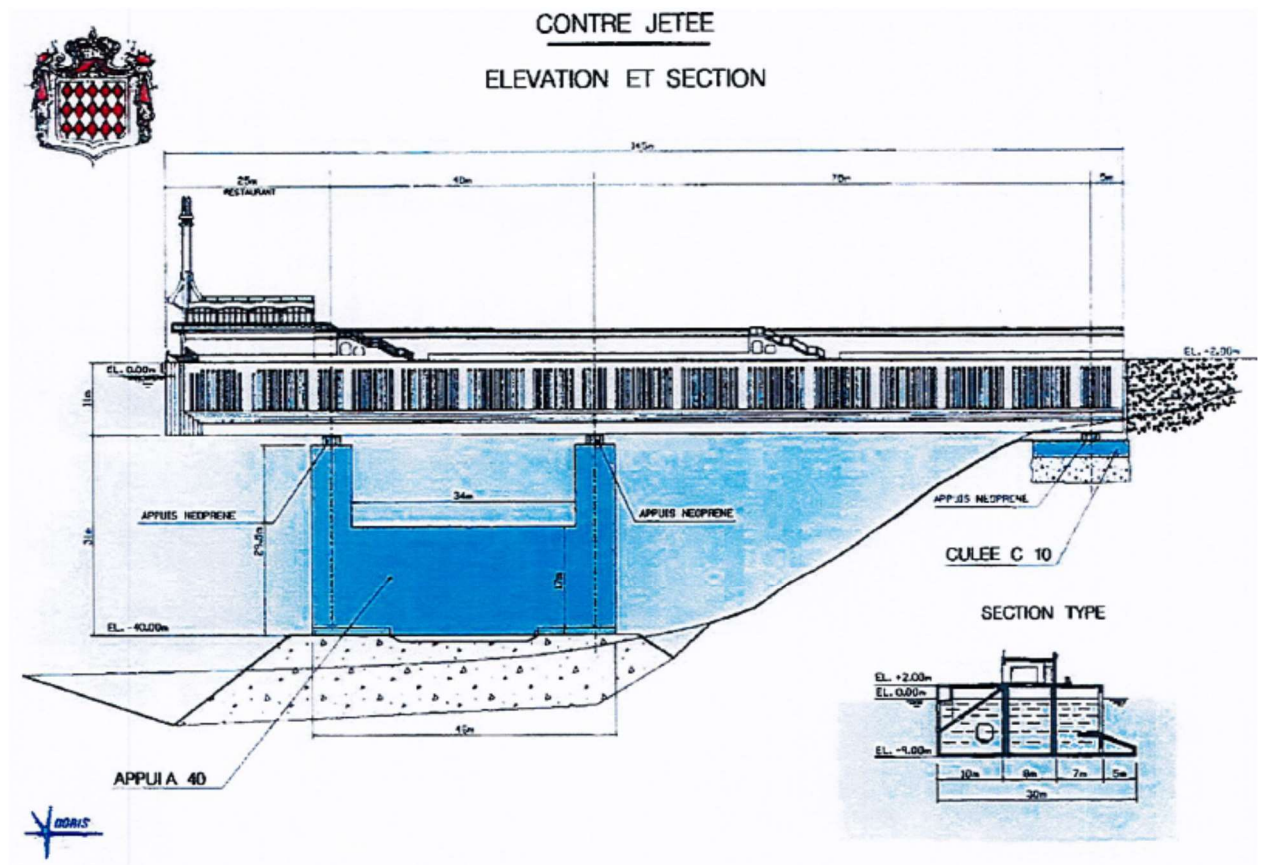
## **2 / la contre digue sur appuis**

Cette contre digue est constituée d'un caisson en béton posé sur trois appuis fixe.

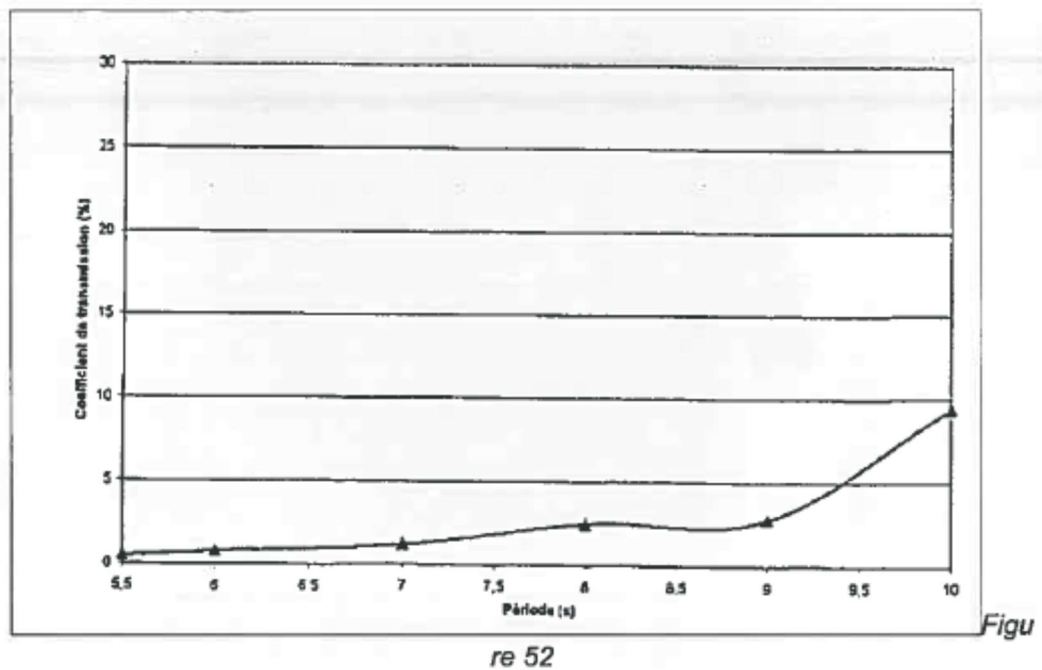
Ses caractéristiques sont :

- Longueur : 145 mètres
- Largeur en pied : 30 m
- Largeur en tête : 25m
- Tirant d'eau : 9m
- Dispositif anti agitation

La transmissibilité des houles au travers de cet ouvrage ont été testées en canal à houle (Océanide) et donne un coefficient de moins de 10% pour des houles de 10s de période.



La figure 51 indique la valeur du coefficient de transmission (houle transmise/ houle incidente) en fonction de la période des houles incidentes.



### **Rapporté aux projets Bastiais :**

- ✓ La transmissibilité des houles de 10 s de période est très largement inférieure aux calculs en canal à houle numérique (30% à 10s).  
Il semble que le modèle ARTELIA soit particulièrement pessimiste.  
Un dimensionnement de caisson sur 15m de tirant d'eau apparaît un bon compromis  
La géométrie et en particulier les voiles latéraux en position basse doivent être mieux investigués au stade des avant projets.
- ✓ Le positionnement de caisson sur appuis fixe en caisson est peut être une alternative à des fondations sur pieux

## **Projet de développement du port de Bastia**

### **Mission modélisation trajectographie**

**Artelia Grenoble**

**Du 9 au 11 mars 2020**

**Direction générale des services / Grands projets maritime et portuaires**

#### **Objet de la mission :**

La collectivité de Corse a confié à Artelia par avenant au marché de définition des infrastructures portuaires sur le site de la Carbonite, une mission de définition d'une variante au sud de la citadelle, Portu Novu (ref marché et date).

Dans ce cadre, après une prédéfinition du plan masse, les études d'agitation et de transmission, la mission 4 correspond à la vérification des fonctionnalités du port en situation d'exploitation limite, bateau projet, vents et agitation.

Cette vérification se réalise par une modélisation numérique sur logiciel spécialisé (Simflex développé par Force Technologie et exploité par Artelia).

Cette modélisation porte sur un navire type correspondant au plus juste au bateaux projet (ferries RoRoPax de 240 m, croisière de 330 m et porte conteneur de 250 m).

Ces modèles sont insérés dans une modélisation 3D du port qui est en capacité de reproduire les conditions de vents (y compris en rafale aléatoire) de courant et de houle (extérieure et intérieure du port).

L'objet de la mission est ici la supervision des essais en présence du prestataire, d'un expert Pilote (Mr Jean Jean), du pilotage de haute Corse (Achille Raffalli) et de la collectivité.



Poste de pilotage virtuel

### **Présents et personnes ressources :**

- ✓ Pour la collectivité de Corse
  - Achille Raffalli (président UM Bastia, membre du comité de suivi, référent Pilote Bastia)
  - Frédéric Bailly (délégué aux grands travaux maritimes et portuaires de Corse)
  - Les services ports et aéroports, invités n'ont pu se joindre à la mission.
- ✓ Pour Artelia
  - Lionel Guisier, ingénieur Artelia, chef de projet Artelia
  - Christian Bochu, ingénieur Artelia
  - Jean Paul Jean Jean, expert maritime, instructeur port Revel Artelia



## **1/ Les paramètres testés**

### **1.1 Les bateaux**

Les bateaux testés sont ceux issus de la bibliothèque Artelia les plus proches des bateaux projets, à savoir :

- ✓ Pour les ferries RoRoPax :
  - Bateau projet : Ferries de 240m de long sur 38 de large, TE 9 m
  - Bateau testé : «Color Fantaisie» 226 m de long sur 35 de large, TE 8 m
- ✓ Pour le porte conteneur
  - Bateau projet : Porte conteneur 240m de long sur 32 de large, 12,5 m TE
  - Bateau testé : « Bolero » 245m de long sur 32m de large, TE 12,0 m
- ✓ Pour le bateau de croisière
  - Bateau projet : Croisière de 330m pour 40m de large, 10m de TE
  - Bateau testé : « MSC Fantasia » de 333 m de long pour 37 m de large et 8m de TE

### **1.2 Les vents**

Les vents testés sont ceux identifiés par les études statistiques météo et les retours d'expérience de la communauté portuaire, à savoir :

- ✓ Libecciu, vent de direction générale ouest / Sud-ouest
- ✓ Sirocco, vent de sud est
- ✓ Grecale, vent de nord est

L'intensité des vents testés est celle correspondante à une valeur proche de la limite pour l'accès au poste envisagé pour la manœuvre.

Les vents sont donnés en valeur établie avec des valeurs aléatoires et des rafales jusqu'à plus 40% à 50 % par rapport à la valeur moyenne.

Pour exemple, un vent à 20 nœuds établi donne des rafales max à 28 / 30 nœuds en série aléatoire.

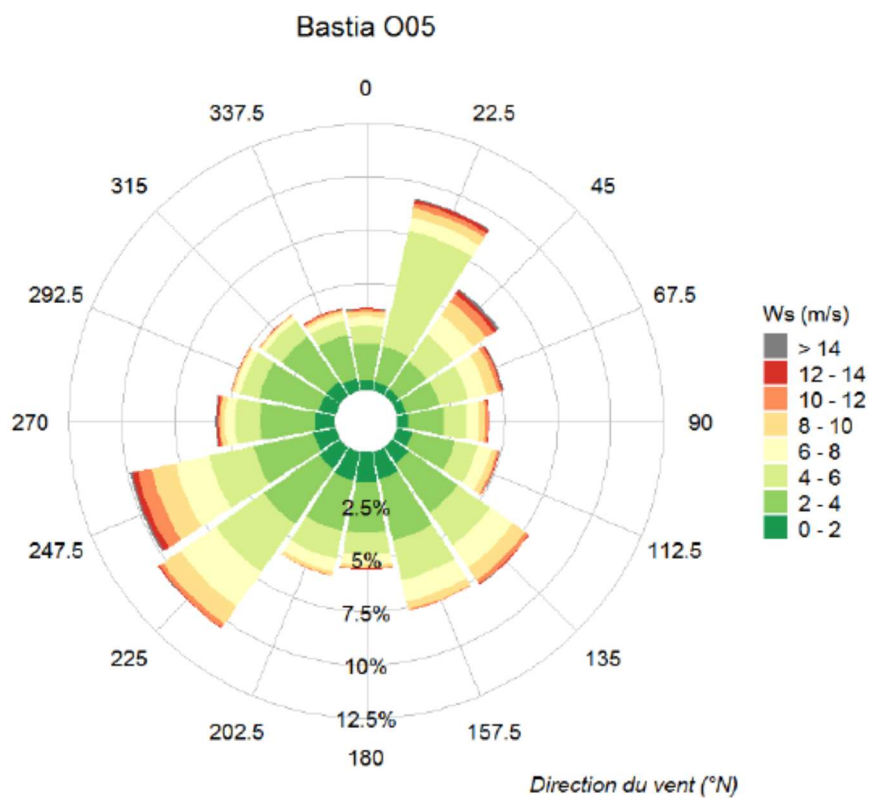
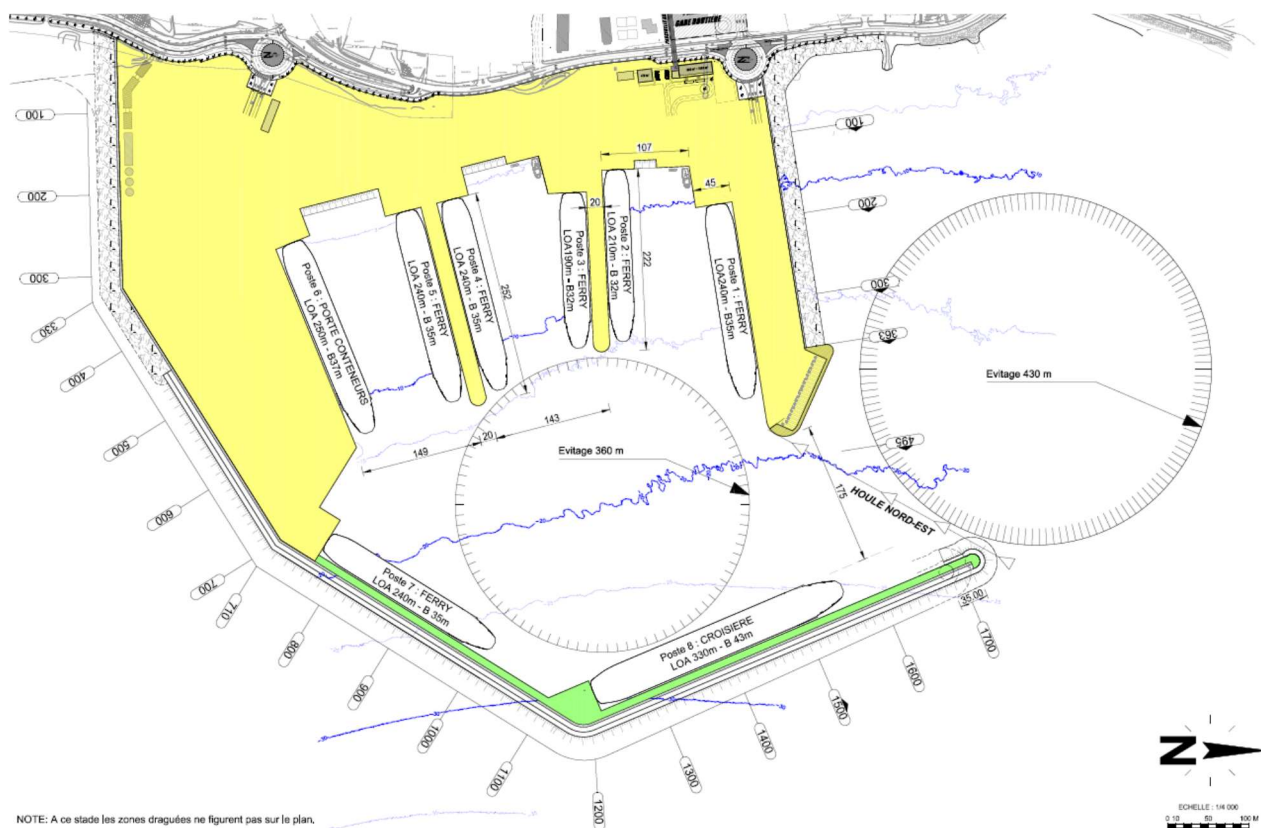
### **1.3 Les houles**

Les houles testées sont celles identifiées par les études d'agitation extérieure et intérieure du port.

Pour les houles extérieures elle se situe dans le lit du vent.

La houle par Libecciu est nulle.

Les intensités sont celles en rapport aux vents testés.



**Figure 2. Rose de vent au point O05**

## 2/ Le Ferries

Les postes testés sont les plus complexes d'accès en fonction de la géométrie du plan de masse et du bassin.

Ils sont testés par les trois vents en intensité entre 15 et 25 nœuds établis (plus rafales aléatoires).

Les situations sont testées avec d'autres bateaux à poste quand cette occupation présente une contrainte supplémentaire (occupation des plans d'eau)

Les postes testés sont :

✓ Le poste 5

Testé plusieurs fois l'accès à ce poste est complexe du fait de l'évitement dans le sud du bassin et déporté par rapport au cercle d'évitement plus centré.

Il semble nécessaire de revoir le plan masse de façon à faciliter l'accès au poste 5 mais aussi au poste 6

✓ Le poste 1

Testé en entrée et sortie ce poste ne pose pas de problème particulier (sortie 30 kts nord-est et entrée 20 kts sud-ouest)

✓ Le poste 2

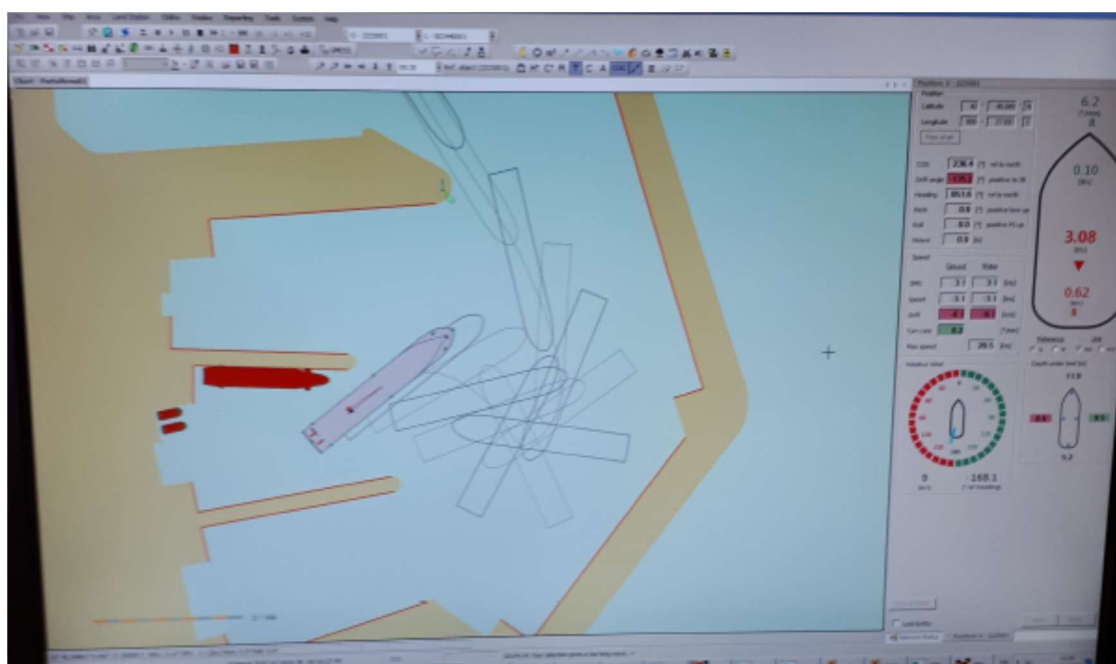
Testé en entrée par 25 kts sud-est, ce poste ne présente pas de problème d'accès particulier

✓ Le poste 7

Le poste 7 doit être non occupé pour les manœuvres d'accès aux postes 3/4/5 et 6.

Son accès par les trois conditions de vent (25 kts sud-est et sud-ouest ; 20 kts nord-est) n'a pas posé de problèmes.

✓ Les postes 3 et 4 ont été testés avec un navire plus petit et ne pose de ce fait, en particulier pas de problèmes.



- ✓ Le poste 6, multimodale, doit pouvoir accueillir des ferries.  
Il a été testé une entrée par sud-ouest 20 kts avec poste P5 occupé.  
Pas de problèmes de manœuvre (poste 7 libre)

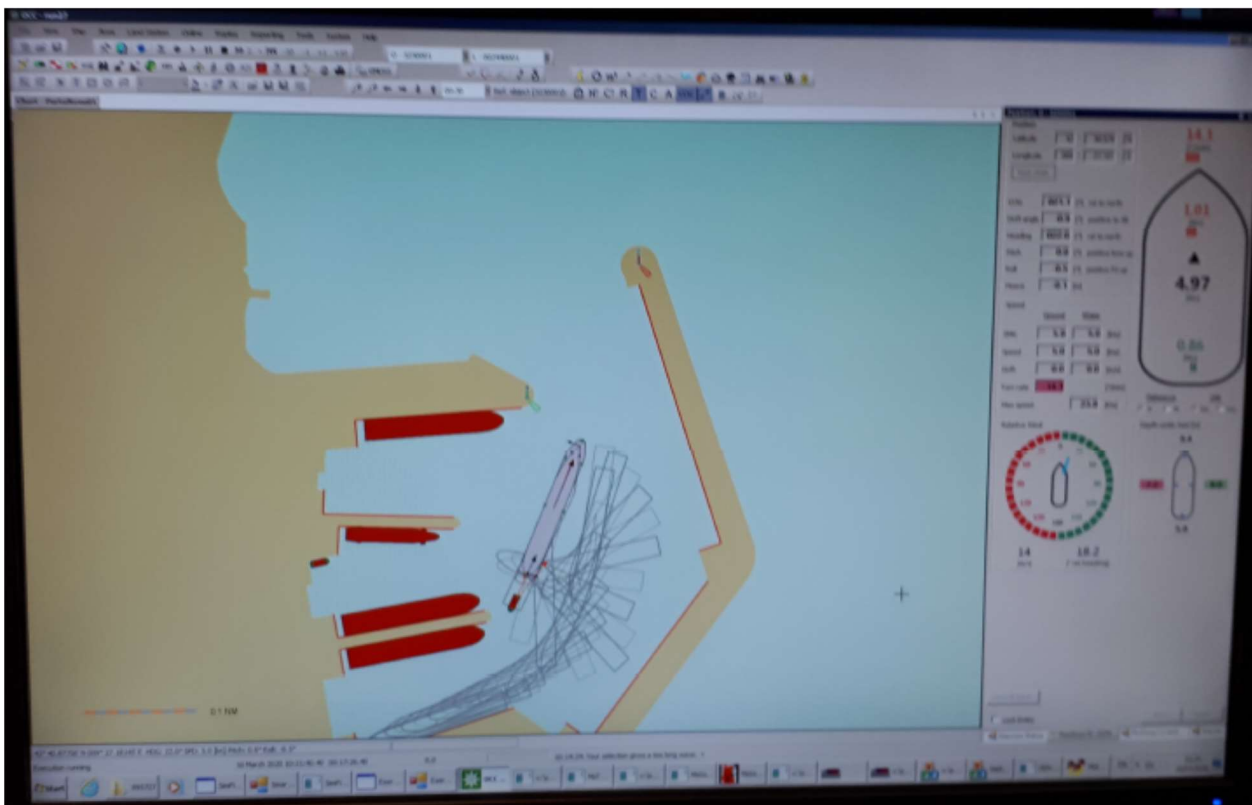
### **3/ Le Porte conteneur**

Il est par définition accueilli sur le poste 6, multimodale.

Il dispose de l'aide d'un remorqueur de 45 T au croc.

Les essais par sud-est et nord-est ont été concluants avec 20 kts et n'ont pas posé de problèmes

La manœuvre d'accostage ou d'appareillage par sud-ouest, dans le lit du vent et avec remorqueur semble aisée.



Manœuvre d'appareillage porte conteneur assisté remorqueur

### **4/ Le bateau croisière**

Le bateau de croisière évite à l'extérieur du port

Son évitement doit tenir compte des fonds à l'extérieur du port qui ne feront pas l'objet de dragage.

De ce fait l'évitement doit se faire plus à l'est.

Les manœuvres d'accostage ont été testées avec 20 kts sud-ouest et 15 kts nord est



Vue 3D de l'approche d'un bateau de croisière

### **En conclusion:**

- ✓ La Passe d'entrée a fait l'objet de l'essentiel des échecs de situations testées (ferries et Porte conteneur) avec en particulier des touchés sur le musoir de la contre digue nord (feu vert).  
Cette situation est liée aux manœuvres d'alignement nécessaires avec la passe jumelée aux conditions de vents.  
Une solution pourrait être un agrandissement de 20 m de la passe par un décalage du musoir de la digue, sous réserve d'une reprise des études d'agitation avec l'absence de dégradation des climats à poste.
- ✓ Le musoir de la contre digue nord devra être équipé d'un bollard 200T environs de façon à permettre de sécuriser certaines manœuvres (manœuvre de secours ...)
- ✓ Les musoirs (contre digue et extrémité de môle) sont, à priori et compte tenu de l'ensemble des essais, des points de contact possibles en cas de rafales et/ou d'avaries.  
Une protection renforcée de ces points est nécessaire pour une sécurité nautique optimisée.
- ✓ Le cercle d'évitement doit être amélioré au sud afin de permettre des accès plus aisé au poste 5 et 6 mais aussi 3 et 4.



2019

**DIRECTION GENERALE DES  
SERVICES**

**DELEGATION AUX GRANDS  
PROJETS MARITIMES ET  
PORTUAIRES**

**Projet de développement des  
nouvelles infrastructures  
portuaires de Bastia**

*Compte rendu de réunion*

**Comité Scientifique  
et Environnemental**

**N°1**

*19 novembre 2019*

Le 19 novembre 2019 s'est déroulée la première réunion du Comité Scientifique et Environnemental.

**Etaient présents :**

Membres du Comité Scientifique et Environnemental :

| Institutions                          | Fonctions     | Membres             | Sup. / remplaçant<br>(le cas échéant)  | P |
|---------------------------------------|---------------|---------------------|--|---|
| Office de l'Environnement de la Corse | Directeur     | Jean-Michel Palazzi | Donini Joseph & Buron Karine<br><a href="mailto:donini@oec.fr">donini@oec.fr</a> & <a href="mailto:buron@oec.fr">buron@oec.fr</a>  | × |
| Conservatoire du Littoral             | Directeur     | Michel Muracciole   | Zanca-Rossi Matthieu<br><a href="mailto:m.zanca-rossi@conservatoire-du-littoral.fr">m.zanca-rossi@conservatoire-du-littoral.fr</a> | × |
| Parc Marin du Cap Corse               | Directrice    | Maddy Cancemi       | Excusée  |   |
| Réserve de Bigulia                    | Directrice    | Isabelle VESCOVALI  | Etourneau Sabrina<br><a href="mailto:Sabrina.etourneau@isula.corsica">Sabrina.etourneau@isula.corsica</a>                          | × |
| DREAL                                 | Directeur     | Sylvie Lemonnier    | Dufour Béatrice<br><a href="mailto:beatrice.dufour@haute-corse.gouv.fr">beatrice.dufour@haute-corse.gouv.fr</a>                    | × |
| DDTM                                  | Directeur     | Laurent Boulet      | Jobin Alexandre<br><a href="mailto:alexandre.jobin@haute-corse.gouv.fr">alexandre.jobin@haute-corse.gouv.fr</a>                    | × |
| Agence Française de la Biodiversité   | Rep. en Corse | Maddy Cancemi       | Excusée  |   |
| Association U Levante                 | Président     |                     | Novella Christian<br><a href="mailto:christian.novella@orange.fr">christian.novella@orange.fr</a>                                  | × |
| Expert posidonies                     | Expert        | Gérard Pergent      | <a href="mailto:pergent@wanadoo.fr">pergent@wanadoo.fr</a>   | × |
| Expert écologie marine                | Expert        | Pierre Lejeune      | <a href="mailto:p.lejeune@stareso.com">p.lejeune@stareso.com</a>   | × |
| Expert biodiversité terrestre         | Expert        | Antoine Orsini      | <a href="mailto:antoine.orsini@orange.fr">antoine.orsini@orange.fr</a>   | × |
| Expert hydro sédimentaire             | Expert        |                     |  |   |
| Expert mammifères marins              | Expert        | Cathy Cesarini      | Excusée  |   |
| Expert avifaune                       | Expert        |                     |  |   |

Autres participants :

| Institutions / Sociétés / Prestataires | Fonctions                     | Nom   | Présent |
|--|-------------------------------|---|---------|
| Collectivité de Corse                  | Délégation aux grands projets | Frédéric Bailly<br><a href="mailto:ferederic.bailly@isula.corsica">ferederic.bailly@isula.corsica</a> | ×       |
| Collectivité de Corse                  | Responsable BE portuaires     | Alain Touzet<br><a href="mailto:alain.touzet@isula.corsica">alain.touzet@isula.corsica</a>            | ×       |
|  |                               |   |         |
|  |                               |   |         |
|  |                               |   |         |
|  |                               |   |         |

Invités :

| Institutions / Sociétés / Prestataires | Fonctions | Nom | Présent |
|--|-----------|-----|---------|
|  |           |     |         |
|  |           |     |         |

## ORDRE DU JOUR / SOMMAIRE

### **Votes relatifs au président, vice-président et secrétaire**

### **Campagne géotechnique**

### **Compléments d'études terrestres / hydro-sédimentaires / biocénose**

### **Questions diverses**

Le Délégation aux grands projets, Frédéric Bailly, effectue une présentation globale de l'ordre du jour et du cadre méthodologique du projet de développement des nouvelles infrastructures portuaires de Bastia :

- Trois solutions : Portu Novu, Carbonite, Site actuel (+solution dite des « pêcheurs »),
- Compléments d'études pour porter à un niveau de connaissance équivalent des trois sites,
- In fine une analyse multicritère proposée au vote de l'Assemblée de Corse (mai 2020 ?), suivi d'un débat public et des instructions des autorisations réglementaire pour la phase opérationnelle.

Les points inscrits à l'ordre du jour de la réunion sont abordés :

#### **Election et fonctionnement:**

Le présent Comité Scientifique (CS) a vocation à être indépendant et de ce fait ne peut, ne doit pas intégrer les parties prenantes uniquement administratives.

Le Comité Scientifique (CS) doit être force de propositions, en particulier pour :

- ✓ L'élaboration de propositions et d'avis sur la définition et la réalisation des études à caractère environnemental du projet de renouvellement des infrastructures portuaires de Bastia.
- ✓ L'élaboration de propositions de mesures d'accompagnement environnementales et compensatoires aux impacts environnementaux du projet de renouvellement des infrastructures portuaires de Bastia

Le comité scientifique a toute liberté pour solliciter l'intervention d'experts extérieurs afin de rendre des avis scientifiques consolidés.

CdC

Election à mains levées et à l'unanimité :

- Président : Antoine ORSINI
- Vice-président : Gérard PERGENT
- Secrétariat : Collectivité de Corse

A noter : dans un souci d'impartialité, bien que non maître d'ouvrage, en tant que membres du CSRPN M. ORSINI et M. PERGENT ne participeront pas aux votes dans cette instance pour les dossiers en rapport avec le renouvellement des infrastructures portuaires de Bastia.

#### **Modélisations hydro sédimentaires Portu Novu / Carbonite**

Le prestataire EGIS dans le cadre d'un avenant (en cours de mise au point) va :

CdC  
OEC

- Modéliser le trait de côte dans la version Portu Novu
- Etudier deux solutions pour réduire l'anse d'érosion au Sud de la jetée avec modélisations,
- Introduire de nouvelles hypothèses de changement climatique (Cf Experts du GIEC),
- Modélisation Nord/ plage de Ficaghjola.

CdC  
OEC

Les hypothèses pour les sites Sud Citadelle ont acté les études passées pour figer l'ouverture du port au Nord (manœuvrabilité, effet masque de la citadelle, protection vis-à-vis du Sud Est, validé par la communauté portuaire etc.).

L'attention du CS est attirée sur le GRAU de l'étang, pour les scénarios Sud Citadelle, qui nécessite une étude prospective sur la gestion du grau. Engraissement supplémentaire de 10 à plus de 20 m, le bouchon sableux, moins d'apport pluvial du bassin, moyens à adapter ? Selon le BET EGIS en charge de l'étude hydro sédimentaire le bouchon sera plus en amont mais les volumes restent les mêmes.

Cependant, il est à documenter les données de dragages bien qu'il soit pour les opérateurs difficile d'estimer les volumes. Avec ou sans port le problème reste identique, l'influence des futurs ouvrages n'est pas en rapport avec les événements liés au réchauffement climatique.  
Le BET EGIS sera interrogé formellement sur ce point.

Les conséquences du changement climatique GIEC (8.5) sont sous évaluées, chaque réévaluation est plus pessimiste. Il sera injecté les données du GIEC dans les modélisations hydro-sédimentaires du BET.  
Ainsi le CS contactera Hervé Le Treut (Directeur institut Pierre-Simon-Laplace), déjà interrogé en 2009, pour recueillir son avis et le 10 janvier lors de sa venue sur Corte ce thème sera abordé.

Les études sédimentaires seront transmises (la synthèse) au Comité Scientifique.

### Etudes terrestres

Un groupement de commande avec la Ville de Bastia est prévu pour la partie terrestre/urbaine, insertion dans le site avec la création d'une ZAC avec la déviation de la RT11.

Un premier rapprochement a été fait avec l'ABF pour arrêter les cônes de visibilité, des rendus 3D des prestations pour les trois sites sont prévus.

Il est souligné que pour la Carbonite, le projet avait été scindé entre la partie terrestre et la partie maritime, il est probable au vu des évolutions réglementaires et d'usages que cela ne soit plus possible.

Pour le scénario Port actuel un deuxième tunnel est étudié (tunnel rond pont du port/préfecture + tunnel parallèle au ferroviaire) coûts, contraintes nombreuses (amiante, site urbain etc.).

Les modélisations routières sont reprises par ARTELIA pour prendre en compte les modifications du projet.

La réglementation a évolué il est nécessaire de justifier la nécessité de voie nouvelle. Il est possible que le trafic actuel et des 15 prochaines années sur les sites au Sud puisse être insérer sur les voies actuelles => phasage dans le temps de la création de voiries en corrélation avec l'augmentation des trafics du port :

Phase 1 : construction du port insertion directe (rond-point Nord et rond-point Sud plus délicat), phase 2, rond-point de Furiani et phase 3, rond-point des collines

Dans le cadre de ses missions de 2015, Artelia a fourni, pour le projet Carbonite les dossiers d'Incidences NATURA 2000/étude d'impact / relevé faune flore et dossier CNPN pour sa partie terrestre/routière.

Le projet routier du scénario Carbonite est potentiellement et en bonne partie réutilisable techniquement pour le scénario Portu Novu.

Le conseil scientifique relève unanimement d'importants manquements dans ces études. Les tronçons la Carbonite/rond-point Furiani/rond-point des Collines recèlent un nombre significatif d'espèces faune et flore protégés non relevé (avis conservatoire du Littoral en annexe).

Quel était le niveau de validation de ces études (datant de 2016) ? Le Conservatoire botanique n'a pas été consulté !? Un consensus des membres du Comité Scientifique souligne l'insuffisance marquée des espèces relevées etc...

A l'époque, la réserve naturelle de l'étang a transmis quelques éléments mais n'a pas eu de retour. Par exemple 50% de l'avifaune n'ont pas été pris en compte et sur ces 50% manquants 80% sont protégés. Questionnements sur la qualité des eaux pluviales par rapport à la route (traitement etc.).

Le dossier est grossier et pourrait être attaqué, a-t-il été bouclé ? Le Dossier CNPN routier n'a pas été engagé.

Rappel PPI SEVESO au rond SUD pont Tamburini avec la présence du stockage de Gaz.

L'Assemblée de Corse sera informée que les études réglementaires de 2015 concernant les voiries sont incomplètes et présentent de fait un risque juridique.

CdC

Rés. Big.

CdC

CS

CdC

En conclusion, si les voiries envisagées du futur port au rond-point des collines devaient être réalisées, il est nécessaire de reprendre l'ensemble des dossiers faune flore.

### **Cartographie des Biocénoses**

Une cartographie d'origine existe. Les projets Sud sont en fin du grand herbier mais en présence de cymodocée (*Cymodocea nodosa*) notamment au Nord. Il est fort probable que les grandes nacres (*Pinna nobilis*) soient mortes par épizootie.

Dans l'attente du choix définitif de la solution, il est proposé de compléter les études existantes en tenant compte de l'oursin diadème (*Centrostephanus longispinus*), qui devrait être principalement rencontré au large de la jetée Saint Nicolas, puis lorsque l'implantation définitive sera connue un « zoom » sur la zone concernée sera fait.

Cartographie complémentaire des biocénoses + oursin diadème => rencontrer les clubs de plongée. Cependant la cymodocée ne se recense pas en hiver mais le périmètre de présence est déjà identifié, mais la période est favorable pour les larves juvéniles de la grande nacre

Le cahier des charges est validé la consultation peut donc être lancée. La zone de ce complément d'études va du Nord de Toga à la partie médiane de l'Arinella.

Il est à noter la présence d'un herbier de posidonie (*Posidonia oceanica*) au Nord du port actuel dans l'anse au niveau de la Capitainerie.

Les ouvrages du port de commerce de Bastia sont riches en patelles géantes (*Patella ferruginea*).

Comparaison deux scénarios SUD : a priori le projet Portu Novu plus au Nord et de moindre dimension diminue les impacts. Néanmoins, il apparaît comme nécessaire de traiter les impacts des parties terrestres et maritimes globalement.

Quelques soient les scénarios même si la dérogation reste valable au vu de sa rédaction et des jurisprudences (à confirmer DREAL/DDTM), il semblerait qu'un porté à connaissance sur ces espèces au CSRPN soit nécessaire en complément des modifications techniques apportées au projet.

Les espèces protégées au titre des conventions de Berne et de Barcelone (La liste sera transmise à la Collectivité de Corse) sont aujourd'hui non étudiées (hippocampes, éponges, crustacées, grandes cigales etc.). Elles seront prises en compte sur le « zoom » du site choisit. Ces espèces seront étudiées dans le cadre de l'étude d'impact. Lorsque le scénario définitif sera connu, il ne pourra être fait l'économie d'une étude sur ces espèces.

Sur le plan réglementaire, ces espèces n'ayant pas le même statut que celles inscrites au code de l'environnement, la procédure réglementaire nécessaire sera vérifiée auprès des services de l'Etat.

### **Méthodologie et questions diverses**

Bien que l'Union Maritime soit déjà représentée, les pêcheurs via leurs représentants seront intégrés au Comité de Suivi.

CdC  
CS

La solution dite des « pêcheurs » permet un abri du Vieux Port, mais elle est source de très fortes contraintes d'accessibilité pour le port actuel.

CdC

En aparté, 24 M€ vont être investis pour renforcer et améliorer les ouvrages du front de mer, ajout et remaniement de blocs rocheux pour le quai des martyrs et pour la route du front de mer à la sortie Sud du tunnel, reconstitutions des jetées du Vieux Port. Le dossier de consultation des entreprises est sur le point d'être lancé, une année de passation des marchés et lancement des travaux en 2021 pour une durée de 4 ans.

Adossé au projet du scénario Carbonite, il est prévu la création d'une réserve maritime, les pêcheurs étant l'un des principaux acteurs ils seront naturellement associés aux démarches.

La mesure compensatoire principale issue de l'autorisation du CNPN de destruction d'espèces protégée était la création de réserves (5 sites principalement sur la côte orientale). Quel que soit le scénario retenu il y a un engagement politique fort de les créer quel que soit le scénario retenu in fine. Ces réserves doivent être en place



au commencement des travaux. Le fonctionnement de celles-ci sera financé sur l'exploitation portuaire, ce dossier sera à étudier et à porter pendant la phase de chantier puis de manière pérenne.

Une étude a été faite et menée par STARESO sur la pêche et aux abords du site du scénario de la « Carbonite ». Les résultats ont soulevé des interrogations en termes de nombre de navires et de volumes de prises. Cette pêche est composée de pêcheurs amateurs à l'aide de très petites unités et de professionnels leurs permettant la prise d'appâts pour pêcher plus au large pour les grands pélagiques (espadon, thon, etc.).

Dans ce cadre, des mesures de compensations avaient été abordées par la création d'espace de pêche, places au port et marché aux poissons etc... sur le site du port actuel Saint Nicolas reconverti.

Les mesures compensatoires sont à étudier précisément car celles-ci conditionnent les autorisations administratives. D'autres projets sont susceptibles d'interférer dans ces démarches comme par exemple les études en cours relatives au câble sous-marin d'EDF SACOI3 ou les projets d'alimentation en GNL pour la Corse.

Pour U LEVANTE, association de protection de l'environnement, il est difficile de créer des zones protégées intégrales comme demandé dans le Cap Corse. Les changements climatiques sont sources d'imprévisibilité ce qui conduit l'association à être favorable au développement sécurisé du port actuel en considérant de plus que les mesures compensatoires ne peuvent remplacer un écosystème détruit.

La campagne géotechnique va débuter le 16 janvier sur les 3 sites envisagés pour une période de 6 mois (barges, navire), les carottages seront de 0.10 de diamètre en ayant de fait un impact négligeable sur les herbiers de Posidonie, dans le cas où ils en seraient rencontrés.

L'expert « posidonie » confirme l'innocuité de ce type de forage, les mattes et sable venant combler le trou laissé par le carottage.

=> A titre de recherches sur l'herbier les résultats devront être communiqués au Comité Scientifique et les carottes seront visibles (pour la prise d'échantillons ou autres)

Plate-forme d'échanges en cours de mise en place pour la transmission de tous les documents.

#### *Méthode :*

- un rapport d'un prestataire = un entretien avec son/ses auteurs,
- chaque membre du Comité Scientifique rédige une note de remarques => transmise au prestataire qui a rédigé le rapport pour qu'il puisse y répondre lors de sa venue ou d'une vidéoconférence,
- le Comité Scientifique valide les résultats d'études. En cas de manquement, ces dernières ne pourront faire l'objet de rémunération pleine,
- la CdC fera une synthèse de ces remontées des différents membres du CS,
- les études complémentaires feront l'objet de Cahiers des Charges validés par le CS suivis d'appels d'offres, les prestations seront validées par le CS. Ces Cahiers des Charges intégreront la fourniture des données « brutes ».

Prochaine réunion le MERCREDI 15 JANVIER (modalités à préciser)

CS

CdC

CdC

**ANNEXE**

**Délibération de l'Assemblée de Corse  
N°19/231 du 25 juillet 2019**

2020

DIRECTION GENERALE DES  
SERVICES

DELEGATION AUX GRANDS  
PROJETS MARITIMES ET  
PORTUAIRES

**Projet de développement des  
nouvelles infrastructures  
portuaires de Bastia**

*Compte rendu de réunion*

Comité Scientifique  
et Environnemental

N°2

*15 janvier 2020*

Le 15 janvier 2020 s’est déroulé la deuxième réunion du Comité Scientifique et Environnemental.

Etaient présents :

Membres du Comité Scientifique et Environnemental :

| Institutions                          | Fonctions     | Membres             | Sup. / remplaçant<br>(le cas échéant)   | P  |
|---------------------------------------|---------------|---------------------|---|----|
| Office de l’Environnement de la Corse | Directeur     | Jean-Michel Palazzi | Donini Joseph & Buron Karine<br><a href="mailto:donini@oec.fr">donini@oec.fr</a> & <a href="mailto:buron@oec.fr">buron@oec.fr</a>   | ×  |
| Conservatoire du Littoral             | Directeur     | Michel Muracciole   | Zanca-Rossi Matthieu<br><a href="mailto:m.zanca-rossi@conservatoire-du-littoral.fr">m.zanca-rossi@conservatoire-du-littoral.fr</a><br><a href="mailto:m.muracciole@conservatoire-du-littoral.fr">m.muracciole@conservatoire-du-littoral.fr</a>  | ×  |
| Parc Marin du Cap Corse               | Directrice    | Maddy Cancemi       | Massey Jean-Laurent<br><a href="mailto:Jean-laurent.massey@afbiodiversite.fr">Jean-laurent.massey@afbiodiversite.fr</a>   | ×  |
| Réserve de Biguglia                   | Directrice    | Isabelle Vescovali  | Etourneau Sabrina<br><a href="mailto:sabrina.etourneau@isula.corsica">sabrina.etourneau@isula.corsica</a>   | ×  |
| DREAL                                 | Directeur     | Sylvie Lemonnier    | Dufour Béatrice & Renaut Maelys<br><a href="mailto:beatrice.dufour@developpement-durable.gouv.fr">beatrice.dufour@developpement-durable.gouv.fr</a><br><a href="mailto:maelys.renaut@developpement-durable.gouv.fr">maelys.renaut@developpement-durable.gouv.fr</a>   | ×  |
| DDTM                                  | Directeur     | Laurent Boulet      | Jobin Alexandre<br><a href="mailto:alexandre.jobin@haute-corse.gouv.fr">alexandre.jobin@haute-corse.gouv.fr</a><br>François Leccia (Adj. DDTM)<br><a href="mailto:francois.leccia@haute-corse.gouv.fr">francois.leccia@haute-corse.gouv.fr</a><br>Alain Le Borgne (SEBF DDTM)<br><a href="mailto:alain.leborgne@haute-corse.gouv.fr">alain.leborgne@haute-corse.gouv.fr</a> | ×  |
| Agence Française de la Biodiversité   | Rep. en Corse | Maddy Cancemi       | <a href="mailto:madeleine.cancemi@afbiodiversite.fr">madeleine.cancemi@afbiodiversite.fr</a>  | ×  |
| Association U Levante                 | Président     |                     | Novella Christian<br><a href="mailto:christian.novella@orange.fr">christian.novella@orange.fr</a><br><a href="mailto:direction.u.levante@gmail.com">direction.u.levante@gmail.com</a>   | ×  |
| Expert posidonies                     | Expert        | Gérard Pergent      | <a href="mailto:pergent@wanadoo.fr">pergent@wanadoo.fr</a><br><a href="mailto:pergent_g@univ-corse.fr">pergent_g@univ-corse.fr</a>  | ×  |
| Expert écologie marine                | Expert        | Pierre Lejeune      | <a href="mailto:p.lejeune@stareso.com">p.lejeune@stareso.com</a>  | ×  |
| Expert biodiversité terrestre         | Expert        | Antoine Orsini      | <a href="mailto:antoine.orsini@orange.fr">antoine.orsini@orange.fr</a><br><a href="mailto:orsini_a@univ-corse.fr">orsini_a@univ-corse.fr</a>  | ×  |
| Expert mammifères marins              | Expert        | Cathy Cesarini      | <a href="mailto:cathy.cesarini@wanadoo.fr">cathy.cesarini@wanadoo.fr</a>  | Ex |

Code de champ modifié

Code de champ modifié

Mis en forme : Anglais (États-Unis)

Autres participants :

| Institutions / Sociétés / Prestataires | Fonctions                     | Nom   | P |
|--|-------------------------------|---|---|
| Collectivité de Corse                  | Délégation aux grands projets | Frédéric Bailly<br><a href="mailto:ferederic.bailly@isula.corsica">ferederic.bailly@isula.corsica</a> | × |
| Collectivité de Corse                  | Responsable BE portuaires     | Alain Touzet<br><a href="mailto:alain.touzet@isula.corsica">alain.touzet@isula.corsica</a>            | × |

Invités :

| Institutions / Sociétés / Prestataires | Fonctions | Nom | P |
|--|-----------|-----|---|
|  |           |     |   |
|  |           |     |   |

## ORDRE DU JOUR / SOMMAIRE

- Adoption / amendement du CR du premier Comité Scientifique du 19 novembre 2020
- Zoom sur le grau de Biguglia suite aux observations de la Réserve de l'Etang
- Synthèse des éléments d'étude (modélisation des trafics) demandé à Artelia
- Une première réflexion sur les pistes de réduction des impacts environnementaux sur les trois options
- Prise de contact avec le Pr LE TREUT
- Questions diverses

Les points inscrits à l'ordre du jour de la réunion sont abordés :

- Adoption du CR n°1 du 19 novembre 2019 qui prend en compte les modifications apportées par échanges de mel.
- Grau de l'étang de Biguglia :

Il a été pris en compte- le courriel d'observations de la Réserve de l'Etang de Biguglia.  
Le BET Egis a apporté en retour une première série de réponses. (annexe 1)

Il est à noter que dans la mesure du possible tout élément doit être transmis en amont de la tenue du Conseil Scientifique.

Réserve de l'Etang (service environnement CdC) :

- incohérence entre les modèles numériques / physique ? Pour l'un accrétion de l'ordre du mètre et de l'autre plus d'une dizaine,
- sur la réponse du BET : les aménagements proposés posent question, les volumes estimés des sédiments sont importants,

Le grau doit impérativement rester ouvert. Actuellement le chenal n'est pas traité par la modélisation, seule la partie plage est concernée.

La problématique du Grau doit être étudiée plus précisément et faire l'objet d'une étude hydro-sédimentaire.

Conservatoire du Littoral :

Le Conservatoire est concessionnaire pour trente ans de cette zone.

Une paillote historiquement assurait l'ouverture du grau, revendait le sable .....

La partie Sud a été reconstituée, l'ex-Département 2B a traité par pieux la partie Nord. Des études sont en cours pour cette dernière, elles seront transmises.

C'est un secteur où la plage s'~~accréte~~**accrète** (Cf BRGM photo de 1937). Cette accrétion va seulement allonger le chenal en déplaçant le problème plus vers le large, les volumes à draguer devrait rester stable

La doctrine de la DDTM et de l'Etat est de laisser « la place », soit une certaine « liberté » à l'embouchure. Néanmoins il faut favoriser les échanges d'eaux, notamment pour les réserves halieutiques qui d'ailleurs se sont effondrées. Diminuer l'effet bouchon par des aménagements particulièrement mesurés, quelques pieux etc.

Echanges entre les membres du Conseil Scientifique :

CdL



La crainte en 2009 était l'érosion et non pas un problème d'accrétion, mais quel sera l'impact lié au changement climatique ?

Le matériel- d'aujourd'hui est juste suffisant pour maintenir l'ouverture du Grau. Cependant ce n'est qu'un problème financier- et de fait une adaptation du matériel.

Le système d'ouverture du Grau est peut-être à changer ?

La DREAL souligne que le grau est une zone de « recrutement » des anguilles, le chenal risque de s'allonger et peut être par suite source de problème.

L'IFREMER développe un modèle hydrodynamique pour les étangs littoraux, difficilement utilisable pour la modélisation hydro sédimentaire d'un grau.

La Collectivité de Corse est consciente de la problématique du Grau. Il à noter que le BET EGIS à travailler sur le scénario « CARBONITE », érosion sur 600m puis accrétion sur 2 km jusqu'au grau. ~~Treize mille mètre~~ Treize mille mètres cube de sédiment transitent.

L'accrétion est liée à une conjonction de plusieurs phénomènes : orientation des digues et réflexions sur la plage, fin de la zone sédimentaire. Lors de l'installation des Comités Scientifique et de Pilotage il a été demandé de- limiter autant que possible ces impacts, réduire cette érosion et cette accrétion.

Ce travail va être fait par le BET EGIS avec des mesures correctives. Néanmoins le scénario C « PORTU NOVU » va déporter l'accrétion de deux cent mètres vers le Nord, les orientations différentes des jetées devraient limiter les réflexions et donc les incidences sur le Grau.

Les aménagements en dur du GRAU sont vraiment à proscrire. Le complément d'EGIS montre bien par les photos historiques que seul un bouchon en extrémité du chenal se constitue.

Les modélisations envisagées du grau, numériques ou physiques, soulèvent des interrogations quant à leurs pertinences. La DREAL précise que ce sujet doit être traité en s'assurant des possibilités ou non de le modéliser.

Le Conservatoire du Littoral communiquera l'étude du BRGM en cours sur l'évolution du trait de côte à 50 ans. Il est souligné que l'embouchure est en réserve jusqu'au rivage, seules des interventions mécaniques légères sont autorisées.

CdL

#### En conclusion :

Il faut lever les interrogations sur le grau et limiter autant que possible tout aménagement « dur » de cet espace, éviter les mesures de « C » → compensation et privilégier le « R » éducation.

L'étang sans interventions anthropiques ne serait pas dans son état actuel, le port aura a priori peu d'impact.

Le BET EGIS viendra présenter sont complément d'études au Comité Scientifique.

Ces études complémentaires sont à corrélér/développer en fonction du choix du scénario qui sera au final retenu par l'Assemblée de Corse.

- Point sur les études ARTELIA partie routière

La création de la plateforme informatique d'échange de documents est toujours en cours.

CdC

Route Carbonite : voie Arinella / Echangeur des collines.

Ces études routières sont insuffisantes (volet environnemental) et de plus ne répondent plus aux évolutions réglementaires actuelles. Les documents transmis non pas de problèmes techniques mais environnementaux, études « écologiques », études Natura 2000 et ZNIEFF ?

Consensus du CS pour dire qu'en effet ces études sont insuffisantes.

Mis en forme : Français (France)

ARTELIA va réétudier les modèles de trafic. Les modélisations routières de l'époque ne prenaient pas en compte la route « les collines/hôpital ».

A la mise en service du nouveau port, les bateaux- seront initialement les mêmes pendant 10 ans et qu'il n'y a pas plus de deux bateaux en même temps par heure en exploitation.

A ce jour il peut être envisagé un raccordement sur les voiries actuelles (« E »vivement), en laissant au futur la nécessité ou non de créer de nouvelles voies. Pour l'option « Portu Novu » il est plus simple d'insérer la circulation sur les voiries actuelles, cependant le problème reste au SUD avec le dénivelé important à franchir.

#### Conservatoire du littoral :

Cette zone se fait grignoter de l'autre côté de la voie ferrée, Arinella, station d'épuration, gaz ...A ce jour cette zone est considérée comme une « arrière cours. Il est nécessaire de sanctuariser ces zones d'espaces naturels.

La réserve à inverser la donne mais il faut contribuer à une vision sur cette zone sous pression urbaine.  
=> réserve foncière écologique avec un fuseau conservé, maintien de ses petits espaces agricoles.

#### U levante :

C'est aussi le rôle du CS d'avoir une vision pour privilégier le « E » évitement.

- Première réflexion sur les pistes de réduction des impacts environnementaux sur les trois options

#### DDTM :

Un problème d'accrétion vis-à-vis du grand herbier se pose-t-il (dépôt sur l'herbier) ? C'est un point particulier à étudier.

#### Expert posidonies :

L'herbier ne commence qu'à 200m voir 300 mètres au large. L'herbier est déjà sur des nattes mortes surélevées ce qui limite les impacts des éventuels sédiments en transit. Cependant c'est un site sensible avec nécessité d'une conduite à tenir face à deux nombreux projets : câbles, ports etc.

#### OEC :

Action de surveillance sur ces herbiers à mener.

#### Agence Française de la Biodiversité :

La destruction des herbiers va engendrer un relâchement des sédiments.

#### Echanges entre les membres du Conseil Scientifique :

Bien que le chenal présente 25m de tirant d'eau et qu'il y ait- à priori peu d'éléments fins sur les fonds une fois dragués, il n'y a pas d'exemple de port de commerce qui conserve ses herbiers, « R »éduction peu probable. Il y a donc destruction et de fait nécessité de « C » compenser.

Sur chacun des trois scénarios quel sera le plus et le moins impactant ? Le CS donnera un avis- sur chacun des projets, analyse multicritères (mais- avec quel niveau de précision ?).

Quel que soit le scénario retenu la création de la réserve a été actée (arrêté du 14/01/2020). Cette « C » compensation sera donc faite dans tous les cas.

L'arrêté de destruction ne concerne que les projets SUD. Il y aura nécessité de voir les conséquences du projet Nord et de « C » compenser.

- Prise de contact avec le Pr LE TREUT (GIEC)

Le professeur LE TREUT a été contacté lors de sa venue en Corse.

Les études EGIS lui seront remises et ainsi que les besoins évoqués lors du dernier CS pour formuler des hypothèses, envisager les conséquences du changement climatique locales.

L'impact est hydro-sédimentaire mais aussi technique pour les conceptions des ouvrages.

A noter que lors de la tempête ADRIAN la rotule de la digue du large de Monaco a été impactée.

- Questions diverses

Une nouvelle réglementation oblige les compagnies à limiter à 0.5 % le soufre dans le carburant. A l'avenir il doit être envisagé : GNL, pile à combustible/H2, bateau électrique etc. A court l'électrification des quais du port actuel devrait être une réalité. Tous les scénarios intègrent la problématique de qualité de l'air (courant à quai, nouveau type de propulsion...)

Pour les projets- sur le port actuel :

- projet « Ville de Bastia – Caissons Flottant », bassin de plaisance prévu,
- projet « des pêcheurs », place peu envisageable pour la plaisance.

OEI présentera l'avancement de la création de la réserve d'ici deux à trois mois. Les concertations n'ont pas été lancées.

Une copie/rapport et arrêté de la création de la réserve sera transmis

Essais géotechniques en mer : les résultats seront communiqués au CS. Les forages carottés positionnés sur le grand herbier- seront/devront être suivis in situ par l'Université et les carottages conservés.

L'Université et l'OEI ont un stagiaire qui va retracer la limite haute- de l'herbier sur la base de photogrammétrie par drone :

- la photogrammétrie de l'étude hydro-sédimentaire sera communiquée,
- si nécessaire la CdC dispose d'un marché à bon de commande relatif aux prestations par drone.

OEI

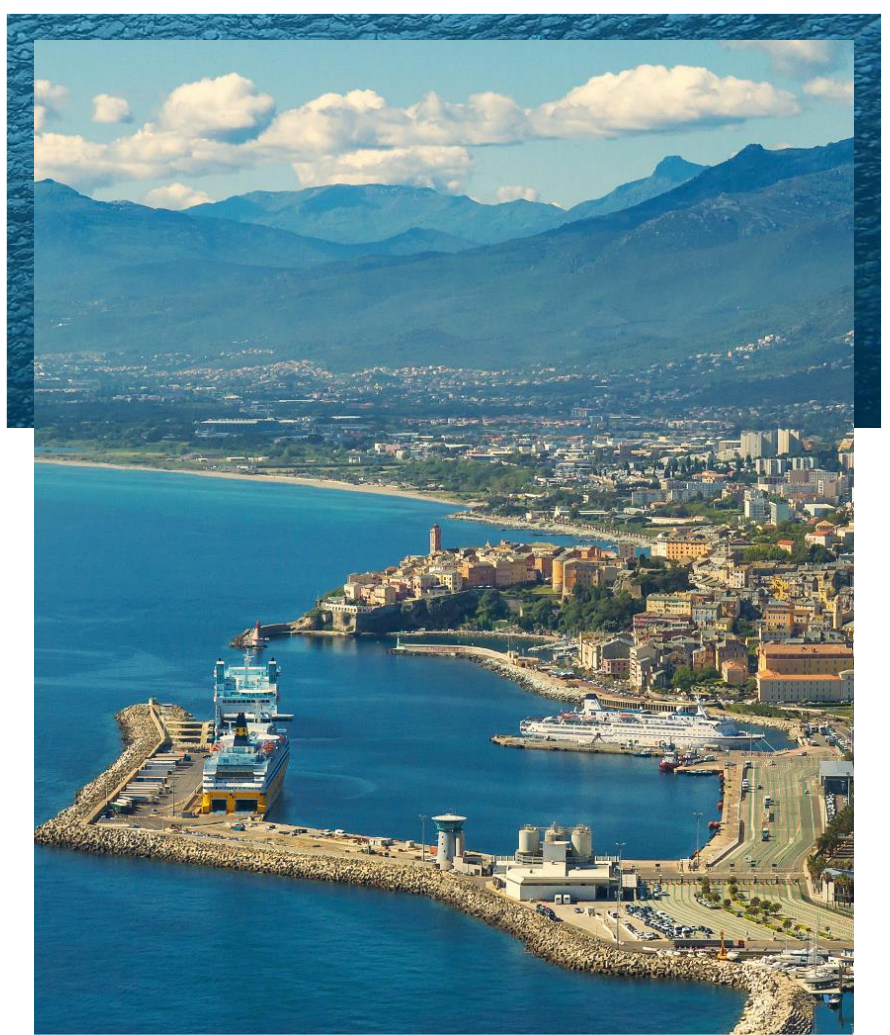
CdC

CdC

CdC

Prochaine réunion : le 13 mai à 14h00 sur Corte

RENOUVELLEMENT DES  
INFRASTRUCTURES  
PORTUAIRES  
DE LA VILLE DE BASTIA



# COMPTE RENDU

Comité Scientifique et  
Environnemental

09/06/2020-14h-CORTE

**Direction Générale des Services**  
**DÉLÉGATION AUX GRANDS PROJETS**  
**MARITIMES ET PORTUAIRES**

Rédacteurs : F.BAILLY-E.MATTEI-A.TOUZET



## Préambule

Dans le cadre du renouvellement des infrastructures maritimes et portuaires de la ville de Bastia dont le programme a été approuvé par l'Assemblée de Corse et fait l'objet de la délibération n°19/231 du 25 juillet 2019, le comité scientifique et environnemental, fixé par arrêté du 04 octobre 2019, s'est réuni le **09 juin 2020, à 14h, en salle des délibérations de l'hôtel de la Collectivité de Corse à Corte, en la présence de Monsieur Antoine ORSINI, Président du comité scientifique et environnemental.**

## Etaient présents :

Membres du Comité scientifique et environnemental

| Institutions   | Fonctions                                    | Membres             | Sup./remplaçant<br>(le cas échéant)  | P |
|--|--|---------------------|--|---|
| Office de l'Environnement de la Corse  | Directeur                                    | Jean-Michel Palazzi | Donini Joseph & Buron Karine<br><a href="mailto:donini@oec.fr">donini@oec.fr</a> & <a href="mailto:buron@oec.fr">buron@oec.fr</a>  | × |
| Conservatoire du Littoral  | Directeur                                    | Michel Muracciole   |  |   |
| Parc Marin du Cap Corse<br>Agence Française de la Biodiversité                       | Directrice                                   | Maddy Cancemi       |  | × |
| Réserve de Bigulia   | Directrice                                   | Isabelle Vescovali  |  | × |
| Réserve de Bigulia   | Chef de service                              | Etourneau Sabrina   | Etourneau Sabrina<br><a href="mailto:Sabrina.etourneau@isula.corsica">Sabrina.etourneau@isula.corsica</a>  | × |
| DREAL  | Directeur                                    | Patricia Bruchet    | Dufour Béatrice & Rovarey Romain<br><a href="mailto:beatrice.dufour@developpement-durable.gouv.fr">beatrice.dufour@developpement-durable.gouv.fr</a> &<br><a href="mailto:romain.rovarey@developpement-durable.gouv.fr">romain.rovarey@developpement-durable.gouv.fr</a> | × |
| DDTM   | Directeur                                    | Laurent Boulet      | Jobin Alexandre<br><a href="mailto:alexandre.jobin@haute-corse.gouv.fr">alexandre.jobin@haute-corse.gouv.fr</a><br>Excusés   |   |
| Association U Levante  | Membre                                       | Christian Novella   | Novella Christian<br><a href="mailto:christian.novella@orange.fr">christian.novella@orange.fr</a>  | × |
| Expert posidonies  | Expert Vice-Président du comité Scientifique | Gérard Pergent      | <a href="mailto:pergent@wanadoo.fr">pergent@wanadoo.fr</a>   | × |
| Expert écologie marine   | Expert                                       | Pierre Lejeune      | Marengo Michel<br><a href="mailto:michel.marengo@stareso.com">michel.marengo@stareso.com</a>   | × |
| Expert biodiversité terrestre<br>Président du comité scientifique et environnemental | Expert – Président du comité Scientifique    | Antoine Orsini      | <a href="mailto:antoine.orsini@orange.fr">antoine.orsini@orange.fr</a>   | × |
| Expert hydro sédimentaire  | Expert                                       |                     |  |   |
| Expert mammifères marins   | Expert                                       | Cathy Cesarini      |  | × |
| Expert avifaune  | Expert                                       |                     |  |   |

## Autres participants :

| Institutions / Sociétés / Prestataires | Fonctions                     | Nom  | Présent |
|--|-------------------------------|--|---------|
| Collectivité de Corse                  | Délégation aux grands projets | Frédéric Bailly<br><a href="mailto:ferederic.bailly@isula.corsica">ferederic.bailly@isula.corsica</a>  | ×       |
| Collectivité de Corse                  | Délégation aux grands projets | Elisabeth MATTEI<br><a href="mailto:Elisabeth.mattei@isula.corsica">Elisabeth.mattei@isula.corsica</a> | ×       |
| Collectivité de Corse                  | Responsable BE portuaires     | Alain Touzet<br><a href="mailto:alain.touzet@isula.corsica">alain.touzet@isula.corsica</a>             | ×       |



|                       |                          |  |   |
|-----------------------|--------------------------|--|---|
| Collectivité de Corse | Services mobilité/routes | Emmanuel Jault<br><a href="mailto:Emmanuel.jault@isula.corsica">Emmanuel.jault@isula.corsica</a> | × |
| Collectivité de Corse | Services mobilité/routes | Thierry Mazel<br><a href="mailto:Thierry.mazel@isula.corsica">Thierry.mazel@isula.corsica</a>    |   |

## SOMMAIRE/ORDRE DU JOUR

- [1] Point d'étape de l'organisation et des actions mises en œuvre par la DGPMP : délégation consacrée aux projets maritimes et portuaires de la Corse**
- [2] Restitution des études relatives au renouvellement des infrastructures portuaires de Bastia**
  - Restitution des études portuaires « Portu Novu »
  - Restitution de l'avancement des études routières tous scénarii
  - Restitution de l'avancement des études géotechniques
- [3] Restitution des activités et des travaux du comité scientifique et environnemental**
- [4] Etat d'avancement des démarches de création de la réserve naturelle de Corse**

### Documents présentés en séance :

- Annexe 1 : Feuille d'émargement complétée
- 2 : PPT « ROUTES » – CDC – présentation de Monsieur Jault Emmanuel
- 3 : FILM « GEOTECHNIQUE » – CDC/DGPMP – présentation de Monsieur Touzet Alain
- 4 : PPT « CREATION RESERVE NATURELLE DE CORSE » – OEC – présentation de Monsieur Donini Joseph

---

### Début de séance

---

## **[1] Point d'étape de l'organisation et des actions mises en œuvre par la délégation consacrée aux projets maritimes et portuaires de la Corse**

>Dans le cadre de la délégation aux grands Projets Maritimes et Portuaires, Monsieur Frédéric Bailly évoque l'ordre du jour et les points qui y sont inscrits sont successivement abordés.

>**Frédéric BAILLY** aborde le recrutement d'Elisabeth Mattei « Ingénieur Urbaniste ».

>**Elisabeth MATTEI** se présente.

Arrivée durant la crise sanitaire, Elisabeth sera en charge des aspects urbanistiques et des procédures de concertation du projet. Ingénieur-Géomètre de formation elle a travaillé durant quatre années à la direction Aménagement de la Métropole de Nice Côte d'Azur. Madame MATTEI a conduit des chantiers pilotes dans le cadre de l'élaboration menant à l'approbation du Plan Local d'Urbanisme intercommunal de 49 communes membres.

>**Monsieur BAILLY** poursuit en évoquant les difficultés rencontrées pour le recrutement de l'Ingénieur Portuaire puis complète en rappelant que la demande de renforts RH reste très prégnante.

>**Antoine Orsini** évoque le recrutement de « l'Ingénieur Portuaire » dans le cadre de la création de l'infrastructure portuaire intrinsèquement et des impacts sur l'environnement inhérents. Il rappelle le rôle du comité scientifique et environnemental qui est celui d'accompagner les démarches de la délégation dans la phase « Etudes » (pour anticiper, quantifier et limiter les impacts), dans la phase « Travaux » (pour veiller au respect de cette limitation d'impacts) et dans la phase « post travaux » pour veiller à la bonne application des mesures compensatoires demandées.

>**Frédéric BAILLY** rappelle que l'AMO environnementale, sollicitée notamment pour la phase travaux, aura pour charge de veiller au respect des contraintes et exigences environnementales en complément des actions de comité scientifique.

>**Frédéric BAILLY** demande si tous les membres du comité ont pu accéder à la plateforme d'échange ALFRESCO, mise en place par la délégation.

Cette plateforme regroupe plusieurs pièces qui sont mises à disposition du comité scientifique par la délégation.

Son disponibles : les comptes rendus des précédentes réunions, les anciens dossiers environnementaux marins, l'arrêté du Préfet quant à l'autorisation de destruction des espèces marines sous réserves de mesures compensatoires fortes, les études routières réalisées dans le cadre du scénario Carbonite, les 14 annexes des études actuellement menées (programmes, et restitutions diverses). Toutes les études qui nécessitent l'expertise du comité scientifique ont été disposées sur la plateforme.

>**Frédéric BAILLY** attire l'attention des membres sur le caractère « non définitif » des études transmises qui sont des documents de travail en cours et non finalisés pour la plupart.

>**Elisabeth MATTEI** demande si tous les membres ont pu se connecter avec les liens et identifiants qui leur ont été transmis. Tous les membres confirment avoir accès à la plateforme. Certains membres rencontrent cependant des difficultés de téléchargement de données.

>**Frédéric BAILLY** invite les membres à revenir vers la délégation en cas de problème.

>**Antoine ORSINI** demande à ce qu'un mail d'information soit transmis aux membres du comité scientifique et environnemental en cas d'ajout de documents sur la plateforme.

>**Monsieur BAILLY** évoque les différents déplacements de « benchmarking » demandés par l'Assemblée de Corse et dresse le retour d'expérience qui en résulte.

**Visite des infrastructures portuaires de Monaco les 3 et 4 décembre 2020**, qui correspond pour tout ou partie aux scénarii à l'étude dans le cadre du renouvellement des infrastructures portuaires de Bastia :

#### **Digue flottante de Monaco :**

Cette visite a été réalisée au regard des techniques attendues pour le scénario A1 (extension du port de commerce actuel avec doublement du bassin via la création d'une structure de digue flottante).

-La digue flottante pèse 150000 tonnes s'étend sur 350 mètres de long, 20 mètres de large et possède 17 mètres de tirant d'eau et accueille 400 places de parkings sur 4 niveaux.

-La gare maritime accueille des bateaux de croisière de plus de 300 mètres.

-Entretien très limité : rénovation de la rotule et visite des ancrages.

La rotule principale n'a pas été changée du fait de son parfait état de fonctionnement.

-Financièrement l'infrastructure a été amortie et génère de l'activité.

-Les impacts sont très limités car les ancrages choisis sont des technologies propres pour le milieu qui les accueille.

-Le risque reste l'étape de construction nécessitant beaucoup de moyens et de technologies aux coûts pharaoniques pour veiller au respect des écosystèmes. Le retour économique sur la construction d'un tel chantier, garantissant un impact moindre sur l'environnement serait difficilement atteignable.

-La délégation a pu engranger bon nombre d'informations exploitables pour le site de Bastia.

#### **Le remblaiement de l'Anse du portier sur la Mer à Monaco :**

-6 hectares de structure sur la mer ont été installés.

-Les caissons sont construits dans des caissonniers à Marseille et édifiés sur 600 mètres linéaires.

-Les ouvrages en béton sont d'une envergure de 30m sur 30m, travaillés avec des chambres d'amortissement, qui sont d'importantes technologies, très largement dimensionnées par rapport à nos besoins sur site mais dont les techniques de réalisation sont stables donc transposables pour Bastia.

-La délégation a pu engranger bon nombre d'informations exploitables pour le site de Bastia.

#### **Modélisation des trajectoires à Grenoble les 9, 10, 11 mars 2020.**

Ces visites de chantier et déplacements ont été réalisés dans le cadre de contrats avec les prestataires en charge de la trajectographie pour le scénario « Portu Novu ». La réalisation de tests sur différents modèles a eu lieu avec l'aide active de la station de pilotage de Bastia : une trentaine de modélisations ont été réalisées. Il est noté que le plan masse est améliorable.

Deux autres déplacements sont prévus au calendrier de la délégation, ils concernent plus particulièrement les retours d'expériences sur les approches juridiques et financières d'opérations du même ordre de grandeur : **l'opération d'extension du grand Port de Calais et de Port-la-Nouvelle en Occitanie.**

-L'extension du grand port de Calais à des caractéristiques communes à celles de Bastia au regard du type de bateaux en présence. L'opération est réalisée avec l'aide de la caisse des dépôts et consignations en tant que partenaire avec un système de garanties de financement sur l'exploitation.

-Il en va de même pour la visite prévue en Occitanie, Port-La-Nouvelle, opération qui s'élève à 600 millions d'euros, ordre de grandeur similaire aux projets de Bastia. La région Occitanie fait quant à fait appel à une SEMOP.

-Pour ces deux visites, pas d'intérêt particulier sur le plan technique car les digues sont réalisées en enrochement.

## **[2] Restitution des études relatives au renouvellement des infrastructures portuaires de Bastia : point d'avancement global.**

**Monsieur BAILLY de concert avec Monsieur ORSINI**, rappellent la commande inscrite dans la délibération de l'Assemblée de Corse qui est celle d'étayer et de documenter précisément les différentes options afin qu'un choix éclairé puisse être fait et ce le plus rapidement possible. **A ce titre, Monsieur BAILLY rappelle qu'une dizaine d'études ont été lancées, sont en cours de finalisations et/ou vont être prochainement lancées afin de documenter les 4 scénarii sur un même niveau technique. Monsieur Orsini évoque le tableau multicritère qui en découlera et qui permettra à l'Assemblée de Corse de faire un choix.**

Le point introductif d'avancement général est le suivant :

### **Etudes de « reconnaissance géotechniques »**

Stoppées par le COVID-19, les études ont finalement repris.

La délégation a bénéficié d'une consultation en cours, dans le cadre du scénario « Carbonite » avec l'ensemble des points géotechniques inhérents. Considérant la remise au point du marché, la délégation a revu le choix des points de prélèvement de façon à ce que le maillage puisse renseigner l'ensemble des quatre scénarii.

Ainsi, le redéploiement des points de sondage a été demandé sur les différentes implantations des plans masses «B : Carbonite», «C : Portu Novu» et ceux considérés au droit du port actuel «A1 : digue flottante» et solution «A2 : extension sud-est de la digue existante».

Il est noté que l'ensemble des résultats de prélèvement à venir sont couplés à ceux déjà réalisés sur le bassin saint Nicolas dans le cadre d'ouvrages antérieurs.

La vision géotechnique du périmètre d'étude est complète car très largement renseignée.

L'ensemble de ces informations permettra de connaître la faisabilité et le dimensionnement des infrastructures portuaires pour les 4 scénarii.

### **Etudes portant sur le scénario « Portu Novu »**

En procédant par avenant sur le marché existant, du temps a pu être gagné.

La société ARTELIA était initialement en charge d'une étude portant sur le site « Carbonite », fixée jusqu'au stade de l'avant-projet. Aussi, ces études d'avant-projet n'étant arrivées qu'au terme des études de faisabilité, La délégation a fait le choix de réorienter, par avenant, la demande sur une étude d'avant-projet basée sur le scénario « Portu Novu ».

>Les deux scénarii sud citadelle sont ainsi documentés.

### **Les études « routes et insertions routières »**

Les avenants passés avec la société ARTELIA consistent en la reprise des études routières réalisées pour le site de la Carbonite et en l'analyse de trois autres scénarii. Les études routières ont été reprises pour étudier des solutions d'insertions routières directes sans avoir à réaliser de voie supplémentaire.

>Ces trois scénarii ont été étudiés au regard de modélisations de trafics routiers et d'évaluations des différents types d'ouvrages.

>Une restitution des études routières sera réalisée par Monsieur JAULT Emmanuel.

### **Les études complémentaires liées au trait de côte.**

Il est à noter que 4 missions complémentaires ont été mandatées et confiées à EGIS :

-Test et analyse de l'impact du scénario « Portu Novu » sur le trait de côte

(Phénomène d'accrétion et d'érosion à minimiser via rotation de la digue et modification des coefficients de réflexion).

-Propositions de solutions d'atténuation des impacts décelés.

-Intégration des hypothèses de changements climatiques avec les experts du GIEC

-Obtention d'une vision de la stabilité de la plage de Ficaghjola avec les scénarii « Carbonite » et « Portu Novu ».

L'avancement a été retardé du fait de l'épidémie COVID-19, les méthodes de calcul étant incompatibles avec le télétravail.

### **Les six études lancées à partir des procédures de la commande publique.**

>L'étude de conteneurisation du fret a été attribuée à l'entreprise CATRAM.

Ces études seront restituées pour le prochain comité de suivi.

>Les études de mises à jour de la cartographie des biocénoses marines ont été attribuées à CREOCEAN. Elles permettent de visualiser les espèces protégées sur la zone des 4 scénarii.

>L'étude portuaire des scénarii centre-ville,

Il est ici question d'une méthodologie poussée, avec une vision d'experts sur les plans masse et la trajectographie. La commission d'appel d'offre décidera des candidats retenus, les plis pour cette étude ayant été reçus très récemment.

L'appui des experts de pilotage du Port de Bastia sera également sollicité.

>Des études d'Urbanisme opérationnel qui sont de nouvelles études, non attribuées : les plis étant attendus pour le 17 juin. Des études considérées sur deux sites géographiques : en centre-ville et au sud-citadelle.

Elles doivent assurer l'insertion des infrastructures portuaires dans le tissu urbain actuel et à venir en considérant notamment, le réseau routier et en intégrant les projets de la ville.

Il sera ici question de déterminer pour chacun des scénarii ce qu'il advient des espaces libérés (bassin, terre-pleins et espaces urbains intégrés dans le périmètre)

>Les études juridiques et financières sont attendues pour la fin du mois, elles seront corrélées au benchmark de retour d'expérience précédemment cité.

Il sera ici question de fixer le modèle juridique en matière de gestion et de montages financiers et d'exploitations potentielles de l'outil choisi.

>L'Assistance à maîtrise d'ouvrage environnementale, compatible avec tous les scénarii, non attribuée.

Il sera ici question d'anticiper et de maîtriser tous les problèmes réglementaires de façon à gagner du temps sur la partie « réalisation des études environnementales ». L'accompagnement sur les dossiers réglementaires est souhaité jusqu'à l'obtention des autorisations.

>La création de la réserve marine est une étude confiée à l'OEC.

La Président du Conseil Exécutif a mandaté l'Office de l'Environnement de la Corse pour qu'il puisse reprendre et suivre son action dans la perspective de la création de la réserve Marine. Cette réserve est la mesure compensatoire de l'option « Carbonite » pour laquelle les autorisations de destructions ont été obtenues.

Quel que soit le scénario choisi, cette réserve sera créée.

**Monsieur ORSINI**, demande, au regard de la volonté de création d'un port vertueux moins impactant sur l'environnement, quelles subventions supplémentaires pourraient être sollicitées ?

**Monsieur BAILLY**, indique que les subventions et autres programmes de financement, venant de l'état comme de l'Europe seront étudiés dans le cadre du renouvellement des infrastructures portuaires et plus particulièrement au motif du volet environnemental (coût carbone, qualité air/eau etc.).

>Monsieur Bailly indique qu'une antenne de la Collectivité de Corse, à Bruxelles, transmet des informations quotidiennement.

>Monsieur Bailly évoque le règlement en préparation sur les échanges des îles méditerranéennes en termes de transports et de spécificités liées à l'insularité. Si une possibilité de financement liée au projet « îles méditerranéennes » vient à se profiler, elle sera étudiée et exploitée pour le renouvellement des infrastructures portuaires de Bastia.

>Pour l'heure, la difficulté est de ne pas être en mesure de proposer un projet fini au regard des quatre scénarii qui sont à documenter.

## >Restitution de l'avancement des études routières tous scénarii

PPT « ROUTES » – CDC – présentation de Monsieur JAULT Emmanuel

En propos introductifs, **Frédéric BAILLY**,

>Souligne le fait que les études routières sont basées sur les possibilités d'insertions directes au réseau routier existant, comme demandé par le comité scientifique pour respect du principe « d'évitement ».

>Indique que des réservations de faisceaux « d'emplacement réservés » seront néanmoins envisagées au document d'urbanisme pour une réalisation future de voiries adaptées et réalisables à l'échéance 2040 et plus.

>Rappelle que les modélisations portuaires portées par ARTELIA, touchent tous les scénarii.

Emmanuel JAULT présente le PPT « Etudes routières » :

### 1) Définition du périmètre de la mission donnée à direction des routes :

Limité à la desserte du Port.

Emmanuel JAULT rappelle que la mission ne porte pas sur l'organisation de la voirie interne.

### 2) Chiffres attestant de la saturation du réseau de l'agglomération Bastiaise :

>Entrée tunnel environ 32 000 à 33 000 véhicules par jours, chiffre colossal sur une voie bidirectionnelle.

>Au niveau du rond-Point San Piero Corso, station essence « Le Chalet », sont dénombrés 50 000 véhicules par jours.

### 3) Clefs de lectures et démarche opérationnelle :

>Tracé des structures routières existantes et mise en évidence des différentes possibilités.

>Modélisation à l'échelle macro :  
1200 véhicules/heures > calcul du taux d'occupation.  
>Modélisation à l'échelle micro :  
Fonctionnement des différents points d'échanges.  
>Compatibilité avec l'environnement :  
Mise en compatibilité des réseaux, échangeurs envisagés et du tissu urbain existant.  
Mise en évidence des impacts de l'installation de telles infrastructures.

#### 4) Point sur les études

##### **Historique et adaptation**

2015 : première série d'étude avec le « Port de la Carbonite »

En 2015, les différents scénarii et modélisations liées montraient qu'il était nécessaire, afin de desservir le port, de créer une nouvelle voie en parallèle de la voie ferrée et de la RT11.

En étudiant ce « modèle » aujourd'hui, il s'avère que la prise en compte de l'actuelle voie pénétrante (en cours de construction, itinéraire Bastia-Furiani), a été trop pessimiste. En effet, cette nouvelle déviation peut supporter un débit bien supérieur à celui annoncé dans les études (1000 véhicules par heure et par sens contre 200 véhicules par heure et par sens, annoncés dans l'étude). Le modèle a donc été reconsidéré et mis à jour à la lumière de ces éléments, en reprenant l'offre de transport, les études de trafic et les hypothèses pour 2030 et 2040.

##### **Le premier scénario : Le port reste à son emplacement actuel**

>Pour pouvoir aérer le trafic existant et encaisser le trafic supplémentaire, deux tunnels ont été envisagés.

>Ces ouvrages ne sont pas anodins :

Tunnel monotube au nord, 300m de long – Ancien hôpital >Sortie Gare

Tunnel bitube au sud, 1600m de long – Gare >Sortie RT11 parking avant les Pompiers

>L'estimation des travaux est de 130 millions d'euros.

##### **Le scénario sud portu Novu :**

>Les modélisations ont été reprises au regard des hypothèses 2030 et 2040.

>En 2030, il est possible, de façon satisfaisante, de supporter le trafic de la RT11, sans création de voie nouvelle.

>En 2040, la fluidité est altérée sur la RT11, les hypothèses fixées pour 2040 étant particulièrement lourdes.

**Frédéric Bailly** indique les hypothèses retenues pour les études routières :

##### **>Hypothèses revues et retenues pour 2030 :**

Le matin : 700 unités de véhicules par bateaux (contre 600 aujourd'hui) avec la possibilité, le matin, de débarquer deux bateaux simultanément et un bateau en embarquement.

Le soir : embarquement et débarquement en simultané.

##### **>Hypothèses revues et retenues pour 2040 :**

Le matin : doublement de la capacité des bateaux, 1400 unités véhicules jours, avec la possibilité, le matin, de débarquer deux bateaux simultanément et un bateau en embarquement.

Le soir : embarquement et débarquement en simultané.

Propos conclusifs de Frédéric Bailly qui rappelle que la problématique d'organisation logistique des arrivés/départs de bateaux reste d'actualité et qu'une solution doit être trouvée.

❖ **Frédéric Bailly invite les membres du comité de suivi à poser des questions.**

##### **Intervention de Monsieur ORSINI**

Dans le cas du scénario « Portu Novu », la possibilité de créer une nouvelle voie a été évoquée. Monsieur Orsini pose les questions suivantes : Est-ce que cette voie est maintenue dans les nouvelles hypothèses ? Est-ce que cette voie va jusqu'à Biguglia ou est-elle raccordée avant Biguglia ? Est-ce qu'un raccordement via petit tunnel de 400mètres (au même titre que ceux étudiés dans le scénario A1) serait envisageable comme solution intermédiaire ?

##### **Intervention de Monsieur Bailly**

Frédéric Bailly rappelle la nécessité de s'interroger sur le raccordement du trafic du Port à la RT11 en excluant, justement, la création de nouvelles voies.

Frédéric Bailly indique qu'un modèle numérique terrain a été réalisé pour permettre une insertion optimale des modélisations au réseau existant. Il précise qu'au regard des études mises à jour il apparaît que, sans création de voie nouvelle, le trafic est fluide en 2030, plus saturé en 2040 mais possible avec un aménagement des arrivés et des départs (objets d'accords qui doivent être trouvés entre les compagnies et la CCI).

##### **Intervention de Maddy Cancemi**

Madeleine Cancemi indique que l'apport du comité scientifique sur les documents relatifs aux routes est faible, l'important étant avant tout l'impact environnemental du port sur le site qui sera retenu.

### Intervention de Monsieur Bailly

Frédéric Bailly rappelle la volonté de la délégation de prendre attache auprès du comité scientifique pour l'ensemble des études qui sont menées. Il prend pour exemple les études routières et le risque d'empiétements des potentielles voies créées sur les zones humides ou autres zones sensibles. Sans préconisation et contrôle du comité scientifique, le débat n'est pas parfaitement éclairé.

## >Restitution de l'avancement des études portuaires scénario « Portu Novu »

PPT « ETUDES PORTUAIRES PORTU NOVU » – ARTELIA – présentation de Frédéric BAILLY

En propos introductifs, **Frédéric BAILLY** rappelle :

>Qu'Artelia est en charge des études portuaires

>Que la présente présentation concerne le scénario C « Portu Novu » et que les scénarii centre-ville A1 (digue flottante) et A2 (digue des pêcheurs) seront documentés de la même façon. La méthodologie sera la même pour tous les scénarii.

>Que le scénario C « Carbonite » a quant à lui déjà été largement documenté.

>Qu'Artelia participera au comité de suivi qui aura lieu le 11/06/2020.

>Que le scénario « Portu Novu » est étudié comme « eco-port » pour deux principales raisons :

1) L'enracinement de la digue principale est déplacé de 200 mètres vers le nord pour préserver les espaces balnéaires sur le site et les herbiers de Posidonie par rapport au scénario Carbonite.

2) Il est aussi envisagé que les infrastructures en elles-mêmes puissent préserver, autant que possible, la qualité de l'eau et la continuité écologique par technique d'avivement. En effet, dans le cas d'un avivement, la digue ne va pas jusqu'au fond de la mer, les masses d'eau circulent entre les pieux.

**Frédéric Bailly** fait la synthèse de l'avancement des « Etudes portuaires Portu Novu »

### 1) Analyse du plan de masse portuaire pour le scénario « Portu Novu »

Le plan de masse est analysé d'un point de vue des accès nautiques et du point de vue agitation portuaire.

Cette analyse a été réalisée à dire d'expert sur la base de l'expérience de l'équipe d'ARTELIA et des pilotes de la station de pilotage de Bastia.

> A ce stade de l'étude, deux pistes d'améliorations sont proposées :

Un élargissement de la passe d'entrée et un élargissement de la darse Sud/musoir de 50 mètres (permettant de faciliter les manœuvres nécessitant l'intervention d'un remorqueur)

### 2) Caractérisation caisson sur pieux hydraulique de la digue en caisson sur pieux

Évaluer le coefficient de transmission de la digue en caisson sur pieux (pourcentage de l'agitation retrouvé à l'arrière de la digue) pour différentes géométries de caissons. Cette caractérisation permet la bonne prise en compte de l'ouvrage dans le modèle d'agitation portuaire et guide son dimensionnement. Un « canal à houle numérique » est utilisé reproduisant de façon très précise l'interaction des vagues avec un ouvrage. Trois profondeurs de caisson sont étudiées : 10 m, 15 m, 17,5 m pour une largeur constante de caisson.

> A ce stade, l'étude d'agitation montre l'importance de contenir le coefficient de transmission sous 35-40% maximum.

Une géométrie de caisson avec aile est envisagée pour obtenir des coefficients de transmission plus faibles.

### 3) Etude d'agitation

Évaluation l'agitation portuaire sur le plan-masse retenu;

Prendre en compte la transmission de la houle à travers la digue en caisson sur pieux.

Estimer les indisponibilités aux postes (conditions usuelles) et l'agitation en tempête (conditions extrêmes).

Les conditions de houle au droit du port sont tirées de l'étude Carbonite de 2015.

On relève deux secteurs directionnels principaux :

*Secteur NE* (la plus défavorable): moins fréquent (26 %), attaque directement l'entrée du port et inclut les plus fortes tempêtes ;

*Secteur SE* : plus fréquent (72%), attaque directement la digue en caisson sur pieux.

-Dans sa première configuration, le port est bien protégé des houles du SE, jusqu'à une période de retour de l'ordre de 50 ans. Au-delà, les postes P07 et P08 excèdent le critère défini pour la tenue du poste (hors effet du vent).

-En revanche, l'agitation est plus marquée en conditions de NE et la majorité des postes dépasse le critère défini pour la période de retour de 50 ans (les postes P02 à P04 n'étant que légèrement en deçà). En outre, le poste P07 dépasse largement le critère dès la houle de NE décennale. L'allongement de la digue principale a un effet bénéfique notable, en particulier sur les conditions de NE.

> A ce stade de l'étude, il apparaît que le port ne sera pas un port « abris » à 100%. Néanmoins les bateaux pourront rentrer au Port la plus grande majorité du temps, sans comparaison avec les conditions actuelles du bassin saint-Nicolas.



#### 4) Simulation de navigation / trajectographie

L'objectif des simulations de navigation (Etude de trajectographie et de navigabilité par modèle mathématique) est d'analyser la faisabilité et la sécurité des manœuvres au regard du plan masse retenu et donc de confirmer ou de proposer des modifications du plan masse inhérente. Cette étude de navigation a été réalisée au siège d'ARTELIA Maritime (Grenoble) sur le simulateur 3D SIMFLEX du 09 au 11 mars 2020. Toutes les simulations ont été des simulations en temps réel, menées sous la conduite d'un des instructeurs du centre de formation à la manœuvre de Port Revel, ancien Pilote de Sète et en présence de Monsieur Raffalli, pilote de Bastia, qui a lui-même réalisé certaines simulations.

> A ce stade de l'étude, les simulations de navigation ont mis en évidence que le plan de masse pouvait permettre l'accès en sécurité à la plupart des navires compris dans la gamme des navires de projet (conteneur, ferry, croisières), moyennant des restrictions en termes de conditions de vents et moyennant l'utilisation de remorqueurs dans un certain nombre de cas.

**Frédéric Bailly** conclut en rappelant que le plan masse proposé est améliorable et que de nouveaux tests seront réalisés dans le cadre d'une convention qui sera passée avec les pilotes de Bastia.

Frédéric Bailly indique les étapes suivantes de l'étude à savoir, le dimensionnement des caissons sur pieux, le chiffrage, l'origine des matériaux et l'impact environnemental.

Frédéric Bailly invite les membres à regarder l'intégralité du rapport, mis à disposition par la délégation sur la plateforme d'échange Alfresco et de transmettre leurs différentes questions.

#### ❖ Frédéric Bailly invite les membres du comité de suivi à poser des questions.

##### Intervention de Monsieur ORSINI

Rappelle que ce qui intéresse plus particulièrement le comité scientifique et environnemental est l'impact du choix des infrastructures sur les posidonies, les linéaires des plages de Ficaghjola et de l'Arinella notamment.

Indique qu'il est important qu'une comparaison claire de ces impacts puisse être faite sur tous les scénarii.

##### Intervention de Monsieur Bailly

Répond qu'une cartographie des biocénoses actualisée est prévue à cet effet et qu'il sera possible d'identifier et de quantifier, par plan masse, les espèces impactées.

##### Intervention de Monsieur Donini

Demande, au regard de la synthèse finale qui sera faite sur les différents scénarii, si les tableaux bilans présenteront les avantages et inconvénients de tous les critères.

##### Intervention de Monsieur Bailly

Répond qu'à ce stade des études, le tableau n'est pas encore construit mais qu'il est envisagé d'avoir pour chaque scénario les différents critères évalués. Ces critères seront pondérés et évalués au regard de l'expert concerné par la thématique (trajectographie>Pilotes, Posidonies>Comité scientifique etc.)

##### Intervention de Monsieur ORSINI

Répond en indiquant que l'importance des critères peut être perçue différemment selon l'interlocuteur. Monsieur Orsini prend l'exemple d'un élu qui favorisera peut-être l'aspect fonctionnel à l'aspect environnemental.

##### Intervention de Madame CANCEMI

Répond à Monsieur Orsini que l'élu sera rapidement confronté à l'aspect réglementaire. Madame Cancemi évoque notamment l'arrêté préfectoral et les mesures compensatoires inhérentes obligatoires.

##### Intervention de Monsieur PERGENT

Indique que des estimations de destructions vont être réalisées selon trois axes par scénario (A1, A2, B et C).

Ils se déclinent comme suit : un axe optimiste, un axe intermédiaire et un axe pessimiste. Monsieur Pergent donne les premiers chiffres considérant les axes optimistes : 33 hectares détruits pour l'option « Carbonite » contre 17 hectares détruits pour le scénario « Portu Novu » soit 50% de réduction des impacts pour le scénario « Portu Novu ». L'installation de bouture est également envisagée.

##### Intervention de Monsieur Bailly

Rappelle qu'il est impossible de pousser tous les scénarii jusqu'au stade des études réglementaires. Néanmoins, un critère « faisabilité réglementaire » sera intégré au tableau bilan.

##### Intervention de Monsieur Donini

Indique que l'élaboration de la réserve naturelle doit être préalable à tous travaux liés au renouvellement des infrastructures portuaires. La concertation qui va être engagée doit être basée sur des arguments fiables et en particulier sur des mesures compensatoires fixes. Monsieur Donini demande s'il faut se baser sur les mesures compensatoires de l'arrêté préfectoral obtenu dans le cadre du scénario « Carbonite ».

##### Intervention de Monsieur Novella

Attire l'attention sur le fait que réaliser la compensation en amont peut présenter le risque qu'elle ne soit pas parfaitement adaptée au scénario qui sera retenu.

##### Intervention de Monsieur Bailly

Répond que les études et scénarii ont pour objectif de diminuer au maximum les impacts environnementaux. Insiste sur le fait que si l'un scénario venait à être plus impactant sur l'environnement il serait immédiatement mis de côté. Rappelle que les mesures compensatoires ont été proposées au regard du scénario « carbonite », option la plus impactante de tous les scénarii à l'étude.

#### Intervention de Monsieur Donini

Demandes si les mesures compensatoires d'un point de vue administratif sont identiques au regard de la différence des scénarii et périmètres inhérents.

#### Intervention de Madame CANCEMI

Indique que certaines mesures compensatoires ne fonctionnent pas et ce au niveau national. Des mesures complémentaires aux mesures compensatoires sont envisagées au niveau de l'état.

#### Intervention de Monsieur Bailly

Rappelle que le comité scientifique vient en aide à la collectivité pour définir le projet, suivre les travaux et veiller au respect des mesures compensatoires qui sont mises en place. La création de la réserve et son fonctionnement est pour partie financée, contractuellement, par la collectivité. Ce financement est une réelle garantie.

### Restitution de l'avancement des études Géotechniques

Alain TOUZET – Collectivité de Corse, réalise la présentation du film géotechnique.

Alain Touzet, réalise la présentation de la vidéo des campagnes géotechniques.

Alain Touzet rappelle le caractère exceptionnel de la campagne géotechnique.

>Estimatif du coût : 2.2 millions d'euros, financés à 40% par le PEI, 35% par la CCI et 25% par la collectivité de Corse.

>Groupement d'entreprise : Rocca e Terra, GAIDF et Natali.

#### Principales informations communiquées :

-Les sols sont à analyser pour que l'on puisse garantir la solidité de la structure qui sera créée : l'intérêt premier des reconnaissances géotechniques.

-Les vitesses de propagations analysées ont permis de caractériser la nature des sols et définir leur profondeur : cela a une influence sur les techniques à utiliser pour l'implantation des infrastructures et les coûts de ces ouvrages.

-Des pieux vont être plantés, des enrochements vont être envisagés.

-Les points ont été répartis entre le port de commerce actuel couvrant les scénarii A1 et A2 jusqu'au sud de la citadelle Arinella couvrant les scénarii B et C.

-Dans le cas des scénarii B et C, les fonds sont supérieurs à 30m de hauteur d'eau.

-La première campagne a utilisé deux robots. Elle s'est terminée juste avant le confinement.

(CPTU : machine posées sur les fonds et pilotées depuis la surface et Vibracorp : prélèvement de carotte menant à des essais en laboratoire)

-La deuxième campagne a débuté fin mai et se poursuit.

Cette fois avec du matériel géotechnique classique de la société ROCCA E TERRA et de l'entreprise NATALI

-Barge sur Pieux longs de 21m posées pour effectuer les prélèvements à l'aide de deux foreuses

(Carotteuse et sondes pressiométriques)

-Des caisses d'échantillon sont extraites et analysées en laboratoire. Des argiles compactes sont relevées.

-Les opérations en cours et devraient se terminer en juillet.

-Le rapport final est attendu pour le mois d'Août.

Frédéric Bailly conclut sur cette partie en indiquant qu'une attention particulière sera apportée à l'archivage et au stockage des carottes prélevées, comme demandé par le comité scientifique. Les caisses sont stockées dans le laboratoire de l'ancienne DDE et sont consultables par les scientifiques.

❖ **Antoine Orsini invite les membres du comité de suivi à poser des questions.**

#### Intervention de Monsieur Bailly

Frédéric Bailly aborde la cartographie des biocénoses et demande à ce qu'un représentant, membre du comité scientifique puisse échanger avec le prestataire CREOCEAN sur les considérations techniques à intégrer aux prélèvements.

#### Intervention de Monsieur Orsini

Monsieur Orsini nomme Monsieur Pergent, vice-président du comité scientifique. Des plongées seront effectuées avec le bureau d'étude.

#### Intervention de Madame CANCEMI

Maddy Cancemi met en lumière le fait que le devis proposé portant sur l'étude des grandes naces est excessif car elles ont disparu en quasi-totalité. Le parasite en cause est le *protozoaire Haplosporidium*. Une plongée pour vérifier la vitalité s'avère nécessaire mais investir 10 000 euros pour ce constat n'est pas approprié. Madame Cancemi propose que cette enveloppe budgétaire soit réinvestie sur un autre poste, notamment sur la détection de coralligènes au niveau du bassin Saint-Nicolas.

#### Intervention de Monsieur Bailly

Précise qu'une orthophoto a été réalisée, dans laquelle la limite supérieure des herbiers est perceptible. Il est par conséquent demandé au prestataire CREOCEAN de passer plus de temps sur la limite inférieure de ces herbiers.

## [4] Etat d'avancement des démarches de création de la réserve naturelle de Corse

PPT « RERESERVE NATURELLE DE CORSE » – Office de l'environnement de la Corse – présentation de Monsieur Donini Joseph.

Joseph Donini rappelle les objectifs de la présentation:

- 1) Bilan de l'état d'avancement des démarches de création de la réserve naturelle
- 2) Acter la présentation de ces démarches qui seront exposées en comité de suivi du 11/06/2020.

Joseph Donini, réalise la présentation du PPT de la création de la réserve naturelle de Corse en trois points.

- 1) Eléments de contexte : dates principales relevées
- 2) Mesures compensatoires envisagées
- 3) Chronologie type de création d'une RNC et du contenu du document de proposition de classement

❖ **Frédéric Bailly invite les membres du comité de suivi à poser des questions.**

### Intervention de Madame DUFOUR

Madame Dufour rappelle que les services de l'état doivent se prononcer sur la validité de l'arrêté préfectoral listant les mesures compensatoires prises dans le cadre du scénario « Carbonite ». La DREAL ne pourra se prononcer qu'une fois ces éléments reçus.

### Intervention de Madame Cancemi

Madame Cancemi relève que les mesures compensatoires ont été arrêtées dans le cadre du scénario « Carbonite » et que par conséquent elles seront largement adaptées à un scénario moins impactant, sur le même site.

### Intervention de Monsieur Donini

Répond que ces mesures ont été réalisées au regard « d'inventaires écologiques » et qu'il faut maintenir la précision et la cohérence des données pour la réalisation de la réserve.

(Périmètre prévu de 5000 hectares en compensation sur le grand herbier au droit de l'étang de Biguglia, protection zone FEDER et protection des échanges avec l'étang.)

### Intervention de Monsieur Bailly

Répond qu'il ne faut pas perdre de vue le fait que la création de la réserve naturelle bien qu'intervenant en amont est directement liée au projet portuaire de Bastia en qualité de « mesure compensatoire ». Cette mesure/création est exécutée dans le cadre réglementaire fixé par le préfet via arrêté. Quel que soit le projet « Carbonite », « Portu Novu », « Digue flottante » ou « Digue des pêcheurs » qui sera choisi par l'Assemblée de Corse, cette mesure compensatoire demandée par le Président, doit être réalisée.

### Intervention de Madame Cancemi

Madame Cancemi indique que ces mesures ne sont pas adaptées à tous les scénarii. Les impacts sur les scénarii A1 et A2, situés sur le bassin saint-Nicolas ne peuvent pas être compensés de la même façon.

### Intervention de Monsieur Pergent

Rejoint Madame Cancemi en expliquant que dans le cas du prolongement de la digue au droit du bassin Saint-Nicolas, les mesures compensatoires de l'arrêté ne sont plus adaptées car choisies au regard de la destruction d'herbiers de Posidonie, de grandes nacres (*pina nobilis*) et de patelle géantes *patella ferruginea*. Sur le site du Bassin Saint Nicolas, du *coralligène* est également présent. Il sera nécessaire dans ce cas de repasser en CNPN. Monsieur Pergent ajoute que l'herbier de Posidonie est interrompu dans l'axe d'entrée au Port et que si l'on agrandit cette interruption en allant de Toga jusqu'à la citadelle le risque de bloquer la connectivité des espèces en présence est pris.

### Intervention de Monsieur Bailly

Ajoute que sur les scénarii au nord en plus des *posidonies* et des *coralligènes*, des colonies de patelles géante et d'oursins diadème (*Centrostephanus longispinus*) protégés sont recensées et qu'en complément de l'arrêté préfectoral, un passage en CNPN doit être réalisé.

### Conclusion de Monsieur Orsini

Propose que la mesure compensatoire « réserve naturelle » soit étayée au regard de chaque scénarii.

### Intervention de Monsieur Orsini

Demande à Monsieur Donini, à quel stade en est l'OEC dans la réalisation de la réserve. En « année une » étaient prévus les dossiers environnementaux et socio-économiques avec la mise en place d'un comité de suivi propre à la réalisation de la réserve naturelle. Quand est-il de ces objectifs.

### Réponse de Monsieur Donini

Monsieur Donini indique :

- Que la liste du comité de suivi a été réalisée puis transmise mais n'a pas été validée.
- Qu'en termes de diagnostics écologiques et socio-économiques, la personne en charge du dossier n'a pas eu le temps d'aller jusqu'à l'analyse des enjeux.
- Note que les données socio-économiques ont grandement évolué depuis.
- Que le recrutement d'un chargé de mission est prévu, fortement demandé et très attendu par les équipes. La personne recrutée en contrat à durée déterminée aura notamment en charge l'actualisation de ces données.
- Qu'un décalage notable de la mission est dû à la crise sanitaire du COVID-19.

---

### Proposition du Comité Scientifique

---

**Dans le cadre de la création de la réserve naturelle de Corse sur 5 sites, le comité scientifique propose que le site initialement prévu des îles Finocchiarola, soit remplacé par le site de Santa Manza et ses herbiers récifaux. En effet, le site des îles Finocchiarola bénéficiant du statut de réserve, fait déjà l'objet de mesures de protections par son intégration au parc naturel marin du cap Corse et de l'Agriate.**

---

Le délégué aux grands Projets Maritimes et portuaires et le Président du conseil scientifique et environnemental du Conseil remercient l'ensemble des participants du comité scientifique ainsi que des membres de la collectivité en charge du dossier. Monsieur Bailly propose au comité scientifique et environnemental de se réunir une semaine avant chaque comité de suivi. La prochaine réunion aura lieu à la fin du mois de Septembre. Le délégué invite les membres à la prochaine réunion du comité de suivi qui se tiendra à la rentrée courant octobre.

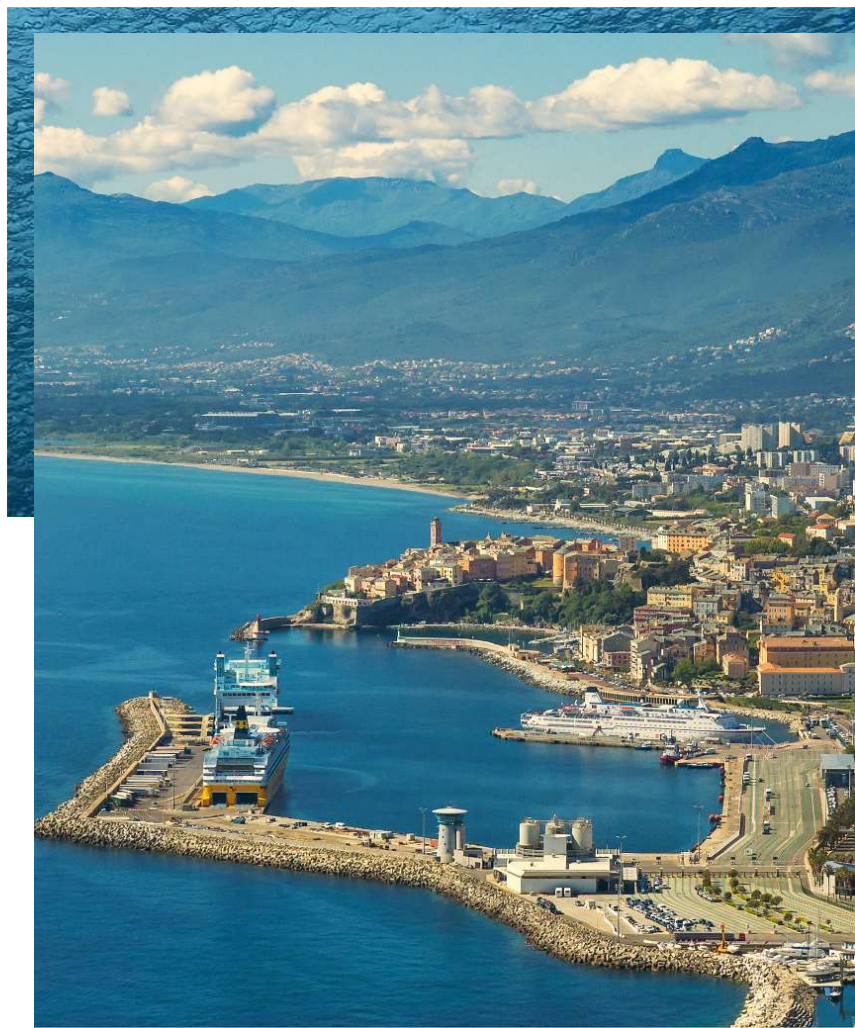
---

**Fin de séance**

---



**RENOUVELLEMENT DES  
INFRASTRUCTURES  
PORTUAIRES  
DE LA VILLE DE BASTIA**



# **COMPTE RENDU**

**Comité Scientifique et  
Environnemental**

**30/09/2020-14h-CORTE**

**Direction Générale des Services  
DÉLÉGATION AUX GRANDS PROJETS  
MARITIMES ET PORTUAIRES**

**Rédacteurs : F.BAILLY-E.MATTEI**

## Préambule

Dans le cadre du renouvellement des infrastructures maritimes et portuaires de la ville de Bastia dont le programme a été approuvé par l'Assemblée de Corse et fait l'objet de la délibération n°19/231 du 25 juillet 2019, le comité scientifique et environnemental, fixé par arrêté du 04 octobre 2019, s'est réuni le **30 septembre 2020, à 14h, en salle C4 de la communauté de commune centre Corse à Corte, en la présence de Monsieur Antoine ORSINI, Président du comité scientifique et environnemental.**

## Etaient présents :

Membres du Comité scientifique et environnemental

| Institutions   | Fonctions                                    | Membres  | Sup./remplaçant<br>(le cas échéant)   | P   |
|--|--|--|---|-----|
| Office de l'Environnement de la Corse  | Directeur                                    | Jean-Michel Palazzi                                      | Donini Joseph & Buron Karine<br><a href="mailto:donini@oec.fr">donini@oec.fr</a> & <a href="mailto:buron@oec.fr">buron@oec.fr</a>   | X   |
| Conservatoire du Littoral  | Directeur                                    | Michel Muracciole  |   | ABS |
| Parc Marin du Cap Corse<br>Agence Française de la Biodiversité                       | Directrice                                   | Maddy Cancemi  |   | ABS |
| Réserve de Bigulia   | Directrice                                   | Isabelle Vescovali                                       |   | ABS |
| Réserve de Bigulia   | Chef de service                              | Etourneau Sabrina  | Etourneau Sabrina<br><a href="mailto:Sabrina.etourneau@isula.corsica">Sabrina.etourneau@isula.corsica</a>   | ABS |
| DREAL  | Directeur                                    | Patricia Bruchet +<br>Romain Rovarey                     | Dufour Béatrice & Rovarey<br>Romain<br><a href="mailto:beatrice.dufour@developpement-durable.gouv.fr">beatrice.dufour@developpement-durable.gouv.fr</a> &<br><a href="mailto:romain.rovarey@developpement-durable.gouv.fr">romain.rovarey@developpement-durable.gouv.fr</a> | XX  |
| DDTM   | Directeur                                    | Laurent Boulet<br>représenté par alain<br>le Borgne      | Jobin Alexandre<br><a href="mailto:alexandre.jobin@haute-corse.gouv.fr">alexandre.jobin@haute-corse.gouv.fr</a><br>alain le borgne  | X   |
| Association U Levante  | Membre                                       | Christian Novella  | Novella Christian<br><a href="mailto:christian.novella@orange.fr">christian.novella@orange.fr</a>   | X   |
| Expert posidonies  | Expert Vice-Président du comité Scientifique | Gérard Pergent   | <a href="mailto:pergent@wanadoo.fr">pergent@wanadoo.fr</a>  | X   |
| Expert écologie marine   | Expert                                       | Pierre Lejeune   | Marengo Michel<br><a href="mailto:michel.marengo@stareso.com">michel.marengo@stareso.com</a>  | X   |
| Expert biodiversité terrestre<br>Président du comité scientifique et environnemental | Expert –<br>Président du comité Scientifique | Antoine Orsini   | <a href="mailto:antoine.orsini@orange.fr">antoine.orsini@orange.fr</a>  | X   |
| Expert hydro sédimentaire  | Expert                                       |  |   | /   |
| Expert mammifères marins   | Expert                                       | Cathy Cesarini<br>représentée par Jean<br>Laurent MASSEY |   | X   |
| Expert avifaune  | Expert                                       |  |   | /   |



Autres participants :

| Institutions / Sociétés / Prestataires | Fonctions   | Nom  | Présent |
|--|---|--|---------|
| Collectivité de Corse                  | Délégation aux grands projets                       | Frédéric Bailly<br><a href="mailto:ferederic.bailly@isula.corsica">ferederic.bailly@isula.corsica</a>  | X       |
| Collectivité de Corse                  | Délégation aux grands projets                       | Elisabeth MATTEI<br><a href="mailto:Elisabeth.mattei@isula.corsica">Elisabeth.mattei@isula.corsica</a> | X       |
| Collectivité de Corse                  | Responsable BE portuaires                           | Alain Touzet<br><a href="mailto:alain.touzet@isula.corsica">alain.touzet@isula.corsica</a>             | ABS     |
| Collectivité de Corse                  | Services mobilité/routes                            | Emmanuel Jault<br><a href="mailto:Emmanuel.jault@isula.corsica">Emmanuel.jault@isula.corsica</a>       | ABS     |
| Collectivité de Corse                  | Services mobilité/routes                            | Thierry Mazel<br><a href="mailto:Thierry.mazel@isula.corsica">Thierry.mazel@isula.corsica</a>          | ABS     |
| Collectivité de Corse                  | Direction des transports CDC et de la mobilité DDTM | Benoit Montini   | X       |

## SOMMAIRE/ORDRE DU JOUR

- 1. Restitution des relevés CREOCEAN :**  
Cartographies des biocénoses marines et quantifications des espèces protégées
- 2. Hypothèses de changements climatiques :**  
Hypothèses à tester en modèle numérique par EGIS  
Etudes futures de contextualisation
- 3. Avancement des procédures de création de la réserve naturelle marine**
- 4. Synthèse des données géotechniques : prélèvement**
- 5. Réflexion pour la conservation des herbiers dans le bassin portuaire**
- 6. Etat d'avancement de l'ensemble des études menées dans le cadre du renouvellement des infrastructures portuaires*
- 7. Questions diverses*

Documents présentés en séance :

### Début de séance – 14h

En préambule, **Monsieur Orsini rappelle le caractère confidentiel des échanges tenus dans le cadre du comité scientifique.** Il indique que ces échanges sont basés sur des études en cours, non finalisées pour la plupart, et doivent rester, de ce fait, dans le strict cadre du comité.

A son tour, **la délégation rappelle le caractère temporaire, non définitif et non diffusable des données qui sont disposées sur la plateforme d'échange Alfresco.**

La délégation fait un bref rappel du contexte et présente l'ordre du jour.

Les points qui y sont inscrits sont successivement abordés.

# [1] Restitution des relevés CREOCEAN : Cartographies des biocénoses marines et quantifications des espèces protégées.

En préambule de la présentation de Monsieur REVERET, la délégation rappelle les objectifs visés dans le cadre du marché de mise à jour des cartographies de biocénoses.

**>Il n'est pas question de définir la limite exacte des herbiers de Posidonie mais de réaliser des vérités terrain.**

**>Le niveau de précision des données actuelles et recueillies est suffisant pour que l'Assemblée de Corse puisse faire un choix.**

**>Des compléments d'études seront à réaliser une fois que le choix aura été fait et considérant les autorisations réglementaires inhérentes.**

## **>Présentation de monsieur Claude REVERET**

*Présentation disponible sur la plateforme Alfresco*

Rappel de la mission de Creoccean :

- 1) Vérification des limites des herbiers de Posidonie et de Cymodocées;
- 2) Recensement exhaustif des populations de patelles ferrugineuses (*Patella ferruginea*);
- 3) Evaluation des densités de population de grandes nacres (*Pinna nobilis*);
- 4) Compilation des données de l'oursin diadème (*Centrostephanus longispinus*).

L'ensemble des résultats présentés ont été intégrés dans un projet SIG qui permet de regrouper les données antérieures déjà acquises et les nouvelles données.

### **➤ Les vérités terrains (CREOCEAN, 2020) :**

- transects des limites supérieures et inférieures de Posidonies et Cymodocées.
- 2 micros -cartographies
- Positionnement GPS des patelles géantes
- 2 transects grandes nacres
- Points avérés ou supposés de présence d'oursins diadèmes

### **Herbier de Posidonie :**

Ce travail de recueil de données historiques et de compilation des données dans un SIG a permis de mettre en évidence deux grandes incertitudes :

- 1) la présence d'herbier de posidonies sur la cartographie CARTHAMED 2015 au niveau du quai est, pourtant absente sur les données IXblue 2012
- 2) l'absence d'herbier de posidonies sur la cartographie CARTHAMED 2015 au nord du site du bassin Saint-Nicolas, pourtant représenté comme «herbier dense» sur les données IXblue 2012.

### **Limites inférieures**

- Différence entre les différentes limites cartographiées ;
- LI 23 m, herbier dense avec longues feuilles, pas de matte morte,
- LI 28 m, herbier clairsemé avec feuilles courtes, et matte morte,
- Régressions et imprécision de l'herbier de Posidonies en LI23 (12m) et en LI 28 (21m)

### **Limites supérieures**

- Herbier relativement stable dans le temps, pas d'observation de matte morte ;
  - Variations de l'ordre de 5-10m, qui peuvent être en lien avec les incertitudes de précision des GPS.
- La position des ouvrages est relativement éloignée de la limite actuelle de l'herbier en LI 23 (> 80m), par contre elle recoupe la LI 28

### **Cymodocées :**

La comparaison permet de lever certaines incertitudes sur la présence de l'espèce à proximité du projet.

**Secteur nord** Observation d'une tâche au niveau projet, antérieurement cartographiée comme de la Posidonies (Pasqualini, 1997) et de la roche (Ixblue, 2012)

**Secteur sud** Validation de la présence de l'herbier de Cymodocées en plus grande proportion au nord du projet de la Carbonite comme cartographié par IxBlue en 2012: **progression possible de l'herbier.**

### **Patelles :**

**2680 patelles** ont été recensées dont **2585 supérieures à 20mm** (700 en 2007, SINTINELLE) ;

- Multiplication de la population par 3,9 (283%) en 13 ans ; ➤ Individus en plus forte densité mais de plus petite taille ;
- Les enrochements artificiels en béton semblent être un très bon substrat et habitat pour les populations de patelles géantes ➤ Un rajeunissement des populations de patelle géante est donc observable, avec beaucoup d'individu de petite taille (inférieur à 40mm).

Il s'agit d'une des plus grandes populations de Patelles Géantes de Corse après les îles Lavezzi (1 600 en 1992 ; 7 500 en 2000 et 12 600 en 2012), bien plus importante que dans la réserve de Scandola (591 individus en 1990, 813 en 2009 sur le linéaire total de la réserve intégrale).

Cela représente 14 % de la population corse recensée, Les origines de cette amélioration peuvent être en lien avec la difficulté d'accès du milieu et l'impossibilité de pêche à pieds dans les tétrapodes.

#### **Grandes nacres :**

En se basant sur les observations de grande nacre de la STARESO en 2011, deux transects de vérité terrain ont été réalisés en suivant les limites de l'herbier de Posidonies. Malheureusement, aucun individu vivant n'a été observé sur la zone d'étude. **Le taux de mortalité des grandes nacres y est estimé à 100%.**

#### **Oursins diadèmes :**

- Peu de club plongent dans les zones concernées par le projet et n'ont pas connaissance de la présence de l'espèce dans cette zone. Absence confirmée par Stéphan Le Gallais ;
- Plusieurs oursins diadèmes observés au large de la digue du port de commerce et à Ficaghjola sous la citadelle (Corsica sub) ;
- Présence sur les roches à partir de 30 m au nord du port de Toga (Stéphan Le Gallais).
- Quelques oursins observés dans la zone (iNaturalist)

#### **❖ Monsieur Orsini invite les membres du comité de suivi à poser des questions.**

##### **Intervention de Monsieur Gérard Pergent**

Fait part de sa déception quant aux rendus CREOCEAN, sur les sites sélectionnés et pour les vérités terrains notamment.

Regrette que les incertitudes des données CARTHAMED 2015 sur le site «Port Toga-citadelle» n'aient pas été levées.

Regrette le manque d'information sur la dynamique de l'herbier.

##### **Intervention de Monsieur Orsini**

Attire l'attention du comité sur le fait que l'évaluation de la régression de l'herbier ne peut pas être basée sur une simple interprétation et qu'elle doit être tranchée de façon claire donc scientifique.

##### **Intervention de Monsieur Gérard Pergent**

Indique que l'installation d'un système de référence permettant de suivre l'herbier de posidonie, nécessite une AOT de la DDT, les repères devant être fixes.

Indique que le processus d'autorisation est plutôt fluide et remercie les services de l'état.

##### **Intervention de Monsieur ROVAREY**

Confirme le fait qu'il n'est pas difficile d'obtenir des autorisations et ajoute que certaines AOT sont efficaces sur plusieurs années.

##### **Intervention de la délégation**

Rappelle que la cartographie « *bilan d'impact* », déjà sollicitée par la délégation, est une attente prégnante de la collectivité et du comité scientifique et qu'elle sera réalisée.

#### **PATELLES**

##### **Intervention de Monsieur Pergent**

Demande à ce que les graphiques soient réalisés selon les tailles de classes.

Indique que pour réaliser une comparaison correcte entre la population de 2007 et de 2020 sur le même graphique, les tailles de classes reportées doivent être identiques.

La même échelle doit donc être appliquée aux deux prélèvements pour une comparaison efficace.

##### **Intervention de la délégation**

Relève la rareté de la Patelle à l'échelle de la méditerranée et de la Corse.

Souligne le pourcentage important de cette biocénose principalement installée sur le site Saint-Nicolas (3000 aujourd'hui contre 700 il y a 13 ans).

Indique que la destruction et/ou le déplacement de cette espèce fragile -notamment au regard de son processus de reproduction- aura un impact lourd en terme environnemental.

Demande, de ce fait, à CREOCEAN de préciser le contexte de cette colonie en y appréciant l'intérêt patrimonial, et en situant les patelles dans le contexte Corso-sarde, capraïa, français.

##### **Intervention de Monsieur Reveret**

Indique qu'il intégrera cette notion dans la présentation et dans le rapport.

Précise que dans le cas d'un dossier dérogatoire de destruction d'espèces protégées, des études plus approfondies devront être réalisées à ce sujet.

##### **Intervention de la délégation**

Précise que l'inventaire des patelles a été réalisé sur l'emprise des plans masses projets des différents scénarii.

##### **Intervention de Monsieur Pergent**

Relève que ce qui protège les populations de patelles est «*l'absence de prélèvement*», l'accès aux digues étant restreint, elles ne sont plus accessibles.

##### **Intervention de Madame BRUCHET**

Relève une différence de taille des Patelles.

Demande si cette différence est due à un phénomène qui altérerait leur croissance.

Souligne la nécessité de réaliser une cartographie bilan pour avoir un état des lieux 2020 clair et notamment sur les secteurs sud.

Rappelle la démarche de l'état, qui est de toujours vérifier que la logique et méthodologie « EVITER REDUIRE ET COMPENSER » est respectée.

Rappelle que dans le cadre de dossiers dérogatoires ce n'est pas uniquement la quantification impact/espèces qui est déterminante. Le respect de la dynamique ERC dans l'étude menée, critère de l'Etat, est la démarche fondamentale.

Conclu que le choix qui devra être retenu sera celui qui permettra de mieux éviter, de mieux réduire et de mieux compenser.

#### **Intervention de Monsieur Orsini**

Evoque le fait que la bibliographie proposée aurait pu être mieux étoffée : fond et forme.

Revient sur les deux types d'enrochements artificiels propices à l'installation des patelles.

Demande à Monsieur Reveret si des tests ont été réalisés à ce sujet, s'il y a une différence de densité entre les deux substrats.

#### **Intervention de Monsieur REVERET**

Monsieur Reveret indique que cette démarche n'a pas été abordée, n'étant pas l'objet du marché.

#### **Intervention de Monsieur Orsini**

Souligne la répartition spatiale nord-sud des patelles, évoquée dans les études VELA de 2007.

Demande si cette même répartition a été constatée.

#### **Intervention de Monsieur REVERET**

Monsieur Reveret indique que cette démarche n'a pas été abordée, n'étant pas l'objet du marché.

#### **Intervention de la délégation**

Souligne le fait que le référencement GPS est disponible pour chaque patelle observée.

#### **Intervention de Monsieur Orsini**

Déplore le fait qu'il ne retrouve pas en Annexe le « suivi de comptage »

#### **Intervention de Monsieur REVERET**

Monsieur Reveret indique que ces données sont disponibles via le SIG transmis et renseignées dans les tables attributaires du rapport.

#### **Intervention de Monsieur LEJEUNE**

Indique, au regard de son expérience, que les patelles sont davantage attirées par les surfaces plates.

Les systèmes tétrapodes béton sont donc particulièrement attractifs pour ces biocénoses.

### **GRANDES NACRES**

#### **Intervention de la délégation**

Rappelle que le comité scientifique a préféré que soit accentué le balisage de la limite inférieure de l'herbier.

En effet, le constat de mortalité de la grande nacre est déjà réalisé et largement documenté sur plusieurs sites.

Par soucis de sécurité, deux transects ont tout de même été réalisés pour confirmer cette mortalité.

#### **Intervention de Monsieur REVERET**

Indique qu'une cartographie décrivant l'état des grandes nacres au niveau Français est disponible et se propose de la communiquer à la délégation ainsi qu'à Monsieur Gérard Pergent.

#### **Intervention de Monsieur NOVELLA**

Monsieur Novella déplore la notion de compensation à l'échelle nationale dans la démarche ERC.

Souligne que la réserve naturelle est une mesure de compensation.

#### **Intervention de Monsieur PALAZZI**

Précise que la mesure compensatoire est définie par les moyens de gestion de la réserve naturelle et non pas la réserve naturelle en elle-même.

#### **Intervention de Monsieur PERGENT**

Souligne la démarche exemplaire de la collectivité de Corse sur les mesures de compensation envisagées via la création de la réserve naturelle notamment.

Indique que cette initiative sert d'ailleurs d'exemple à l'échelle nationale.

#### **Intervention de Madame BRUCHET**

Souligne également l'exemplarité de la démarche ERC bien intégrée dans les études techniques pour aboutir au choix du projet qui sera retenu.

Souligne également que la création du comité scientifique traduit bien la volonté de s'inscrire dans la démarche ERC au regard des experts sollicités et de la qualité des échanges tenus.

### **OURSINS**

#### **Intervention de Monsieur PERGENT**

Relève qu'en plus des pêcheurs et plongeurs, Monsieur REVERET aurait pu contacter l'université de Corse qui dispose de nombreuses informations/observations relatives aux oursins.

Propose de les transmettre à Monsieur Reveret pour intégration dans les études.

# [1] Hypothèses à tester en modèle numérique par EGIS

## Etudes futures de contextualisation

### >Présentation de monsieur Camille LEQUETTE

Présentation disponible sur la plateforme Alfresco

#### —Impact PortuNovu sur le littoral Sud

>Plan masse envisagé initialement potentiellement plus impactant que celui de la Carbonite.

>Des adaptations du plan masse ont été proposées par la CdCen lien avec les résultats préliminaires, qui limitent la réflexion d'énergie vers la côte et permettent d'aboutir à un projet moins impactant sur le littoral Sud que celui de la Carbonite (extension similaire mais amplitude réduite et déplacé vers le Nord)

#### —Impact PortuNovu sur le littoral Nord

>Peu d'effet attendu du projet sur le littoral Nord, quel que soit le plan masse considéré.

-Possible légère bascule latérale de la plage de Ficaghjola dans certaines conditions de houle.

-Surveillance accrue pourrait être à prévoir sur le tronçon de route situé au Sud de la plage, légèrement plus exposé en cas de coups de mer

—2 solutions d'aménagement complémentaires visant à réduire la formation potentielle d'une anse d'érosion, avec un impact paysager nul à modéré => Finalisation en cours

-Digue sous-marine en boudins géotextiles

-Batterie d'épis courts et plongeants

—Prise en compte d'hypothèses de changement climatique du GIEC dans l'analyse de l'impact du port => Attente validation des hypothèses de modélisation

❖ **Monsieur Orsini invite les membres du comité de suivi à poser des questions.**

#### **Intervention de Monsieur Orsini**

Partage son inquiétude quant aux plages patrimoniales, demande à ce qu'une attention supplémentaire soit portée aux ouvrages qui empêcheraient l'apport de sédiments « historiques ».

Indique qu'il faudra clairement définir quel sera l'impact exact.

Note les échecs sur les projets tel que celui de « *Santa-Maria Poggio* ».

#### **Intervention de Monsieur Gérard Pergent**

Rappelle que la plage de ficaghjola s'est formée par l'apport d'alluvions du ruisseau.

Souligne qu'une fois l'ouvrage installé, les apports de sédiments seront altérés.

Se questionne donc sur une potentielle réduction de la plage au regard de ce constat malgré une agitation voulue similaire à l'actuelle.

#### **Intervention de Monsieur Lequette**

Indique qu'une comparaison peut être faite à partir des bathymétries anciennes.

Lève le doute émis en assurant qu'aucune des installations à l'étude ne généreront une perte d'alimentation en sable des plages.

Ces installations vont « uniquement » modifier le régime des courants.

La cuvette de sable en accrétion devient la réserve disponible dans le cas de fortes modifications.

Indique que ce sont des plages dites de « poches » (Ficaghjola) et précise que si une tempête venait déstabiliser cet équilibre, un apport de galets et graviers extérieurs pourrait combler le manque mais que cela reste l'hypothèse la moins probable..

#### **Intervention de Monsieur Leborgne**

Indique qu'il est peut-être préférable de rechercher des solutions naturelles, d'accepter les phénomènes d'accrétion (nouvelles composantes qui abritent des écosystèmes intéressants) et d'érosion et de mettre en place les mesures pour les accompagner.

Indique que ce port doit s'accompagner par la sanctuarisation des espaces maritimes et des espaces terrestres.

Souligne que les zones d'accrétion sont des surfaces qu'il faut gérer car ce sont les nurseries d'écosystèmes, raison pour laquelle la sanctuarisation est nécessaire.

#### **Intervention de la délégation**

Indique que les solutions d'évitement qui sont à l'étude sont motivées par une demande du comité de suivi.

## [2] Hypothèses de changement climatique.

**Présentation de monsieur Frédéric BAILLY :**

*disponible sur la plateforme d'échange Alfresco.*

>Note de présentation échangée avec Hervé Letreut expert du GIEC et l'ensemble des membres du comité scientifique :

*disponible sur la plateforme d'échange Alfresco.*

>Aparté sur les scénarii de changements climatiques (synthèse de la réflexion communément menée entre Monsieur Pergent, Monsieur Letreut, Egis et la délégation aux grands projets maritimes et portuaires) soumis au comité scientifique pour validation afin qu'ils soient testés dans le cadre des études hydro sédimentaires :

**Pour les études hydro sédimentaires**, 4 scénarios à coupler avec les 3 conditions d'aménagement (état initial, scénario B et scénario C) :

- ✓ Scénario 1
  - Surélévation du niveau de la mer de +0,5m
  - Tempête de 2008 plus forte (+20%), sans changement d'orientation ni fréquence
- ✓ Scénario 2
  - Surélévation du niveau de la mer de +0,5m
  - Evolution de +10% des occurrences des agitations usuelles de secteur NE (et SE inversement ; soit une évolution du climat d'agitation vers le NE sans modification significative des hauteurs significatives annuelles moyennes au large)
- ✓ Scénario 3
  - Surélévation du niveau de la mer de +0,5m
  - Evolution de -10% des occurrences des agitations usuelles de secteur NE (et SE inversement ; soit une évolution du climat d'agitation vers le SE sans modification significative des hauteurs significatives annuelles moyennes au large)
- ✓ Scénario 4
  - Surélévation du niveau de la mer de +1,5m
  - Evolution de +20% de la hauteur significative de la houle morphogène (intensification des conditions d'agitation, et donc de la fréquence des petits coups de mer, sans changement d'orientation).

L'ensemble de ces scénarios serait à compléter après les études de contextualisation des phénomènes à la Méditerranée en général et la zone Corso Sarde en particulier.

❖ **Monsieur Bailly invite les membres du comité à se positionner sur les quatre scénarii qui seront lancés en test par EGIS.**

❖ **Intervention de Monsieur Pergent**

Indique que les scénarii 3 et 4, les plus pessimistes semblent malheureusement les plus crédibles.

Rappelle qu'actuellement les rapports du GIEC -quant au niveau de la mer- sont de plus en plus pessimistes :

Il y a 10 ans, 50 cm d'élévation du niveau de la mer était annoncé, aujourd'hui selon les cas, le mètre serait atteint.

Indique que des publications, en dehors du GIEC, parlent de 1.50m à 2m car la fonte de l'antarctique a été sous-estimée.

Souligne qu'inversement, la méditerranée reste une zone particulière, les zones d'élévation restent tout de même plus faibles que l'océan à l'échelle mondiale.

❖ **Intervention de la délégation**

Les hypothèses sont donc validées en comité scientifique, un mail de la Délégation sera transmis à EGIS pour qu'ils puissent poursuivre sur la base de ces scénarii et rendre leurs résultats au plus vite.

## [3] Avancées dans la création de la réserve naturelle

>Aucune présentation n'est faite.

❖ **Intervention de Monsieur Palazzi**

S'interroge sur l'utilité de ce point, inscrit à l'ordre du jour, sachant que l'avancement a été présenté en détail au mois de juin.

Indique qu'aucune autre avancée n'est à noter depuis cette date au regard du fait que l'office de l'environnement est en attente de précisions quant aux mesures de « gestion » de la réserve naturelle, objet de la compensation.

Indique que des remarques avaient également été formulées quant à l'évolution des impacts différents sur les biocénoses au regard des quatre scénarii d'aménagement du Port de Bastia qui sont à l'étude.

Indique que cela impliquerait un nouveau passage en CNPN.

❖ **Intervention de la délégation**

Indique que le président s'est engagé personnellement à ce que la création de la réserve naturelle se fasse et ce quel que soit le scénario retenu.

Indique que même si des questions se posent, elles n'impactent pas la mission de création, confiée à l'OEC par le Président de l'Exécutif.



Rappelle que cet avancement intéresse tout particulièrement le comité scientifique et environnemental, raison pour laquelle ce point est à l'ordre du jour.

❖ **Intervention de Monsieur Palazzi**

Indique que l'OEC mène à bien la création de la réserve et que cela ne sera pas un obstacle à la création du Port.  
Indique n'avoir aucun doute quant à la création de la réserve naturelle avant le commencement des travaux du port de Bastia.

❖ **Intervention de la délégation**

Indique que des discussions sont actuellement en cours avec la DDTM quant aux autorisations, procédures complémentaires et commissions inhérentes.

Porte à la connaissance du comité que la délégation travaille à un certificat de projet qui permettra de définir quelles sont ces autorisations.

❖ **Intervention de Monsieur Palazzi**

Indique qu'il n'est pas nécessaire de faire un point tous les quinze jours.

❖ **Intervention de la délégation**

Rappelle que depuis la dernière présentation des avancées de la création de la réserve, trois mois se sont écoulés.

## **[4] Géotechniques : nature du sol**

**Présentation de monsieur Frédéric BAILLY de l'étude de sol réalisée par ROCCA E TERRA: transmis en version papier en séance**  
*Disponible sur la plateforme d'échange Alfresco.*

>L'objet de cette démarche est de pouvoir définir la nature du sol et ce sur l'emprise des différents scénarii à l'étude.

> Les points de prélèvement sont répartis sur les plans masses de chaque scénario.

>La cartographie de repérage de ces points est projetée à l'écran pour permettre la localisation desdits prélèvements.

>Les échantillons ont été prélevés à différentes profondeurs selon l'usage qui en sera fait.

>La nomenclature des différents sédiments en présence, selon les profondeurs, est renseignée dans le tableau.

>Globalement, les débris de fonds « classiques » sont retrouvés : nickel et chrome (les roches en contiennent naturellement)

>Il est noté que le prélèvement 14 affiche des résidus de consommation en hydrocarbure.

Cela étant dit, ce constat est uniquement ponctuel au regard du fait que les points les plus proches du prélèvement 14 ne présentent pas les mêmes composantes.

>Il est noté que le prélèvement 12.2, situé entre 1.50m et 3m, affiche des polychlorobiphényles (PCB), hydrocarbures halogénés.  
Cela étant dit, ce constat est uniquement ponctuel au regard du fait que les points les plus proches du prélèvement 12 ne présentent pas les mêmes composantes.

>Cette démarche, aujourd'hui bien documentée, sera abordée dans le cadre des autorisations réglementaires à obtenir.

❖ **Intervention de Monsieur PERGENT**

Indique que les matériaux prélevés sont trop ponctuels pour être généralisés.

Souligne que la contamination d'un échantillon est très facile et parfois même liée au matériel permettant le prélèvement, les barges, par exemple.

Reste positif en pensant à une contamination très isolée qui n'aura pas d'impact sur le projet.

Insiste tout de même sur le fait que les recherches devront être plus poussées une fois le scénario choisi.

## **[5] Conservation des herbiers de Posidonie dans le bassin**

F. BAILLY demande au comité scientifique de réfléchir aux potentielles solutions pour permettre –autant que possible– la conservation des herbiers de posidonies dans le bassin.

F. BAILLY demande au comité scientifique de réfléchir aux potentielles solutions qui favoriseraient la circulation des eaux et des biocénoses naturellement et artificiellement, le cas échéant.

F. BAILLY demande au comité scientifique de tenir compte de la sédimentation et de la turbidité des eaux.

Il sera nécessaire d'effectuer des modélisations pour voir ce qui sera déplacé et remis sur les posidonies.

**Ces pistes pourront être fournies par écrit à la délégation et une synthèse en sera faite pour la prochaine réunion.**

---

Le délégué aux grands Projets Maritimes et portuaires et le Président du conseil scientifique et environnemental du Conseil remercient l'ensemble des participants du comité scientifique ainsi que des membres de la collectivité en charge du dossier.

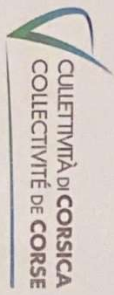
La délégation propose au comité scientifique et environnemental de se réunir une semaine avant chaque comité de suivi.

La prochaine réunion aura lieu le mercredi **13/01/20 à 14h à Corte**, en salle de la communauté de commune du centre-Corse.

---

**Fin de séance 18h15**

---



**Direction Générale des services de la Collectivité de Corse**  
**DGPMP : Délégation aux grands projets Maritimes et Portuaires**

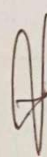
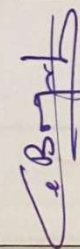
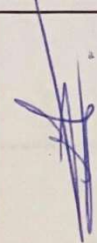

**EMARGEMENT - REUNION DU 30/09/2020 - 14H00 - CORTE**

Nous vous remercions de bien vouloir signer, vérifier et compléter les informations ci-après


**MEMBRES DU COMITE SCIENTIFIQUE ET ENVIRONNEMENTAL**

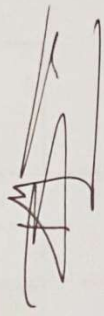
| Institution                                  | Qualité                                       | Nom/prénom                                      | Courriel  | Adresse postale   | Autres informations                 | EMARGEMENT |
|--|---|---|---|---|-------------------------------------|------------|
| OEC<br>Office de l'environnement de la Corse | Directeur                                     | Jean-Michel PALAZZI                             | <a href="mailto:directeur@oec.fr">directeur@oec.fr</a>  | 14 Avenue Jean Nicoli<br>20250 CORTI  |                                     |            |
|  |   | Jean DONINI                                     | <a href="mailto:donini@oec.fr">donini@oec.fr</a>  | 14 Avenue Jean Nicoli<br>20250 CORTI  |                                     |            |
|  | Directrice                                    | Madeleine CANCEMI<br><i>Jean-Laurant MASTEL</i> | <a href="mailto:madeleine.cancemi@atbiediversite.fr">madeleine.cancemi@atbiediversite.fr</a><br><i>jean-laurant.mastel@oec.gov.fr</i> |   | TEL/0614564055<br><i>0667804235</i> |            |
| Parc Marin du cap Corse                      | Directrice                                    |   |   |   |                                     |            |
| Réserve de l'Etang de Biguglia               | Directrice                                    | Isabelle VESCOVALI                              | <a href="mailto:isabelle.vescovali@isula.corsica">isabelle.vescovali@isula.corsica</a>  | Collectivité de Corse -<br>Service Environnement<br>Rond point Maréchal<br>LECLERC 20405 Bastia |                                     |            |
| DREAL  | Directrice<br>Remplacante<br>Sylvie LEMONNIER | Patricia BRUCHET                                | <a href="mailto:patricia.bruchet@developpement-durable.gouv.fr">patricia.bruchet@developpement-durable.gouv.fr</a>                    |   | TEL/0495577979                      |            |



|                                  |                                    |  |  |   |                |  |
|----------------------------------|------------------------------------|--|--|---|----------------|--|
|                                  | Chargée de mission mer et littoral | Béatrice DUFOUR                              | <a href="mailto:beatrice.dufour@developpement-durable.fr">beatrice.dufour@developpement-durable.fr</a>     |   | TEL/0699319546 |  |
|                                  | Chargée de mission mer et littoral | Romain ROVAREX                               | <i>romain.rovarex@developpement-durable.gouv.fr</i>  |   |                |   |
| DDTM                             | Directeur                          | Laurent BOULET                               | <a href="mailto:ddtm-directeur@haute-corse.gouv.fr">ddtm-directeur@haute-corse.gouv.fr</a>                 | 8 Boulevard DANESI<br>20200 BASTIA                        |                |  |
|                                  | Adjoint DDTM                       | François LECCIA                              | <a href="mailto:francois.leccia@haute-corse.gouv.fr">francois.leccia@haute-corse.gouv.fr</a>               | 8 Boulevard DANESI<br>20200 BASTIA                        |                |  |
|                                  | DDTM                               | Alexandre JOBIN                              | <a href="mailto:alexandre.jobin@haute-corse.gouv.fr">alexandre.jobin@haute-corse.gouv.fr</a>               | 8 Boulevard DANESI<br>20200 BASTIA                        |                |  |
|                                  | SEBF DDTM                          | Alain LE BORGNE                              | <a href="mailto:alain.leborgne@haute-corse.gouv.fr">alain.leborgne@haute-corse.gouv.fr</a>                 | 8 Boulevard DANESI<br>20200 BASTIA                        |                |   |
| Agence Française de Biodiversité | Représentante Corse                | Madeleine CANCENMI<br><i>Jean-Luc MARIEX</i> | <a href="mailto:madeleine.cancenmi@afbiodiversite.fr">madeleine.cancenmi@afbiodiversite.fr</a>             |   |                |  |
| Conservatoire du littoral        | Délégué Rivage Corse               | Michel MURRACCIOLE                           | <a href="mailto:m.murracciole@conservatoire-du-littoral.fr">m.murracciole@conservatoire-du-littoral.fr</a> | Résidence Saint Marc - 2<br>Rue du Juge Falcone<br>BASTIA |                |  |
| Association "U Levante"          | Président                          | Christian NOVELLA                            | <a href="mailto:direction.u.levante@gmail.com">direction.u.levante@gmail.com</a>                           | U Levante<br>Route du Pont de l'Orta<br>20250 Corti       |                |  |

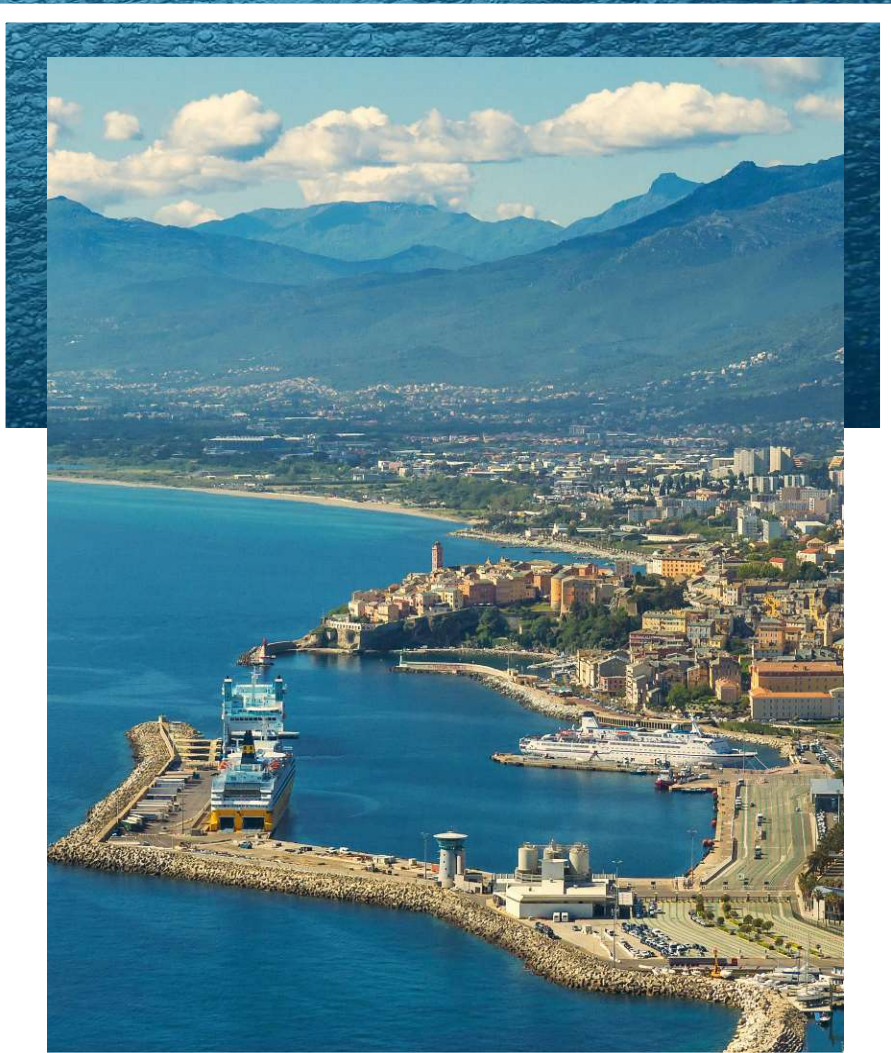
|                               |                    |  |                |   |
|-------------------------------|--------------------|--|----------------|---|
| Expert Posidonie              | Gérard PERGENT     | <a href="mailto:pergent@wanadoo.fr">pergent@wanadoo.fr</a>               | 0620471164     |  |
| Expert Ecologie Marine        | Pierre LEJEUNE     | <a href="mailto:p.lejeune@stareso.com">p.lejeune@stareso.com</a>         | TEL/0612955751 | <u>par Visio</u>  |
| Expert HydroSédimentaire      |                    |  |                |   |
| Expert Biodiversité terrestre | Antoine ORSINI     | <a href="mailto:orsini_a@univ-corse.fr">orsini_a@univ-corse.fr</a>       |                |  |
| Expert Mammifères marins      | Catherine CESARINI | <a href="mailto:cathy.cesarini@wanadoo.fr">cathy.cesarini@wanadoo.fr</a> | TEL/0609388103 |   |
| Expert Avifaune               |                    |  |                |   |

| MEMBRES DE LA COLLECTIVITE                                    |         |                  |  |                 |   |
|---|---------|------------------|--|-----------------|---|
| Institution   | Qualité | Nom/prénom       | Courriel   | Adresse postale | Autres informations   |
| DGPMP - Délégation aux Grands Projets Maritimes et Portuaires | CDC     | Frédéric BAILLY  | <a href="mailto:frederic.bailly@isula.corsica">frederic.bailly@isula.corsica</a>   |                 |   |
| DGPMP - Délégation aux Grands Projets Maritimes et Portuaires | CDC     | Elisabeth MATTEI | <a href="mailto:elisabeth.mattei@isula.corsica">elisabeth.mattei@isula.corsica</a> |                 |   |
| DTM - Direction adjointe des Ports et Aéroports - Cellule BE  | CDC     | Alain TOUZET     |  |                 |  |

Direction des transports CDC  
 et de la mobilité  
 DTM  
 Benoit MONTINI  
[benoit.montini@isula.corsica](mailto:benoit.montini@isula.corsica)  




**RENOUVELLEMENT  
DES  
INFRASTRUCTURES  
PORTUAIRES  
DE BASTIA**



# **COMPTE RENDU**

**Comité de Suivi**

**11-06-2020 | 14h30**

**Direction Générale des Services  
DÉLÉGATION AUX GRANDS PROJETS  
MARITIMES ET PORTUAIRES**

## Préambule

Dans le cadre du renouvellement des infrastructures maritimes et portuaires de la ville de Bastia dont le programme a été approuvé par l'Assemblée de Corse et fait l'objet de la délibération n°19/231 du 25 juillet 2019, le comité de suivi, fixé par arrêté du 04 octobre 2019, s'est réuni le **11 juin 2020, à 14h30**, en salle des délibérations de l'hôtel de la Collectivité de Corse à Bastia, en la présence de Monsieur Gilles SIMEONI, Président du Conseil exécutif de Corse, Président du comité de suivi.

## Etaient invités

Membres du comité de suivi :

| Institutions                          | Fonctions         | Membres                  | Sup. / remplaçant<br>(le cas échéant) | Présent |
|---------------------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------------------------|---------|
| Conseil Exécutif de Corse             | Président         | Gilles SIMEONI           |                                       | ×       |
| Assemblée de Corse                    | Président         | Jean-Guy TALAMONI        |                                       |         |
| CESEC                                 | Président         | Paul SCAGLIA             | Marie-Louise Nicolaï                  | ×       |
| Groupe Femu a Corsica                 | Représentant      | Hyacinthe VANNI          |                                       | ×       |
| Groupe Corsica Libera                 | Représentant      | Petr'Antone TOMASI       |                                       |         |
| Groupe PNC                            | Représentant      | Anne TOMASI              |                                       |         |
| Groupe Per l'avvene                   | Représentant      | Jean-Martin MONDOLONI    |                                       |         |
| Groupe Anda per Dumane                | Représentant      | François ORLANDI         |                                       |         |
| Groupe la Corse ds la Rép.            | Représentant      | François-Xavier CECCOLI  |                                       |         |
| Chambre des Territoires               | Représentant      | Rosa PROSPERI            |                                       | ×       |
| Assemblea di a ghjuventu              | Vice-présidente   | Camille MARTELLI         |                                       | ×       |
| Ville de Bastia                       | Maire             | Pierre SAVELLI           | Paul TIERI                            | ×       |
| Comm. d'Agglo. de Bastia              | Président         | François TATTI           |                                       |         |
| Préfecture de Haute-Corse             | Préfet            | François RAVIER          | Excusé                                |         |
| Chambre des métiers 2B                | Président         | Jean-Charles MARTINELLI  |                                       |         |
| CCI Régionale                         | Président         | Jean DOMINICI            | Stefanu VENTURINI,<br>Vice-Président  | ×       |
| Ag. d'Am. Dur. de l'Urba et de l'En   | Président         | Jean BIANCUCCI           |                                       |         |
| Agence du Tourisme de la Corse        | Présidente        | Marie-Ant. MAUPERTUIS    |                                       |         |
| Agence de Dév. Eco. de la Corse       | Président         | Jean-Christophe ANGELINI |                                       |         |
| Office des Transports de la Corse     | Présidente        | Vanina BORROMEI          |                                       |         |
| Office de l'Environnement de la Corse | Président         | François SARGENTINI      | Jean-Michel PALAZZI, Directeur        | ×       |
| Syndicat de l'Union Maritime          | Représentant      | Achille RAFFALI          |                                       | ×       |
| Syndicat patronal MEDEF               | Président         | Charles ZUCCARELLI       |                                       |         |
| Capitainerie                          | Commandant        | Frédéric EDELIN          |                                       |         |
| Lamanage                              | Président         | Marc RUTILI              |                                       |         |
| Pilotage                              | Président         | Cyril ALBALADEJO         |                                       | ×       |
| Corsica Linea                         | Directeur Général | Pierre-Antoine VILLANOVA |                                       |         |
| Corsica Ferries                       | Président         | Pierre MATTEI            |                                       | ×       |
| Méridionale                           | Directeur         | Michel BIANCAMARIA       |                                       | ×       |
| Moby                                  | Agent Corse       | Fabien PAOLI             |                                       | ×       |
| Université de Corte                   | Président         | Dominique FEDERICI       | Antoine AIELLO                        | ×       |
| Lycée de la mer                       | Directrice        | Evelyn ORSINI            |                                       |         |



Autres participants :

| Institutions / Sociétés /Prestataires  | Fonctions  | Nom                 | Présent |
|--|--|---------------------|---------|
| Collectivité de Corse                  | DGPMP - Délégation aux Grands Projets Maritimes et Portuaires – Délégué aux Grands Projets Maritimes et Portuaires.  | Frédéric BAILLY     | ×       |
| Collectivité de Corse                  | DGPMP - Délégation aux Grands Projets Maritimes et Portuaires – Ingénieur  | Elisabeth MATTEI    | ×       |
| Collectivité de Corse                  | Chargée de mission auprès du Directeur Général des services  | Florence BONIFACI   | ×       |
| Collectivité de Corse                  | DAPA - Responsable BE portuaires   | Alain TOUZET        | ×       |
| Collectivité de Corse                  | Directeur Général Adjoint des Services en charge des infrastructures de transports, mobilité et des bâtiments  | Daniel LABORDE      | ×       |
| Collectivité de Corse                  | Directeur des Transports et de la Mobilité   | Benoît MONTINI      | ×       |
| Collectivité de Corse                  | Directeur des investissements routiers Cismonte  | Emmanuel JAULT      | ×       |
| Office de l'Environnement de la Corse  | En charge du suivi de la création de la réserve naturelle de Corse   | Joseph DONINI       | ×       |
| Comité scientifique et environnemental | Président du Conseil Scientifique et Environnemental dans le cadre du renouvellement des infrastructures portuaires de la ville de Bastia - Hydrobiologiste              | Antoine ORSINI      | ×       |
| Comité scientifique et environnemental | Président du Conseil Scientifique et Environnemental dans le cadre du renouvellement des infrastructures portuaires de la ville de Bastia - Professeur des Universités - | Gérard PERGENT      | ×       |
| Elu                                    | Député de la 1 <sup>re</sup> circonscription de Haute-Corse  | Michel CASTELLANI   | ×       |
| Bureau d'Etude FONDASOL                | Etudes de sol et géotechniques   | Julien AUBRY-KIENTZ | ×       |
| Bureau d'Etude ROCCA E TERRA           | Etudes de sol et géotechniques   | Alison SCHNEIDER    | ×       |
| Bureau d'Etude ROCCA E TERRA           | Etudes de sol et géotechniques   | Julien FLECK        | ×       |
| Bureau d'Etude ARTELIA                 | Etudes routières ARTELIA GROUP   | Agnès FROMONT       | ×       |
| Bureau d'Etude ARTELIA                 | Etudes trajectographie ARTELIA GROUP   | Alexis GOUPIL       | ×       |

## SOMMAIRE / ORDRE DU JOUR

- [1] Point d'étape de l'organisation et des actions mises en œuvre par la DGPMP : délégation consacrée aux projets maritimes et portuaires de la Corse**
- [2] Restitution des études relatives au renouvellement des infrastructures portuaires de Bastia**
  - Restitution des études portuaires « Portu Novu »
  - Restitution de l'avancement des études routières tous scénarii
  - Restitution de l'avancement des études géotechniques
- [3] Restitution des activités et des travaux du comité scientifique et environnemental**
- [4] Etat d'avancement des démarches de création de la réserve naturelle de Corse**

### Documents présentés en séance et power points annexés au présent compte-rendu :

- Annexe 1 : PPT « Ordre du jour » – DGPMP – présentation par Frédéric Bailly
- Annexe 2 : PPT « ROUTES » – ARTELIA – présentation de Madame Fromont Agnès
- Annexe 3 : PPT « ETUDES PORTUAIRES PORTU NOVU » – ARTELIA – présentation de Monsieur Goupil Alexis
- FILM « GEOTECHNIQUE » – CDC/DGPMP – présentation de Monsieur Touzet Alain
- Annexe 4 : PPT « ETUDES GEOTECHNIQUES » – présentation de Madame Schneider Alison et Monsieur Fleck Julien
- Annexe 5 : PPT « CREATION RESERVE NATURELLE DE CORSE » – OEC – présentation de Monsieur Donini Joseph

---

### Début de séance

---

Après un rappel du cadre règlementaire approuvant, par délibération n°19/231 de l'Assemblée de Corse du 25 juillet 2019, le programme d'études relatif au renouvellement des infrastructures portuaires de la ville de Bastia, le Président du Conseil exécutif aborde la crise du COVID-19 ayant retardée la date de la seconde réunion du comité de suivi.

Initialement prévue trois mois suivant la séance d'installation du lundi 14/10/2019, elle a dû être repoussée au jeudi 11/06/2020.

Le Président du Conseil Exécutif souligne que malgré la poursuite du travail durant cette période sanitaire compliquée, les contraintes induites par la crise du COVID-19 n'ont pas permis d'aboutir à l'avancement initialement souhaité de l'ensemble des études. Néanmoins, Le Président du Conseil exécutif, en remerciant les équipes et les assistants à maîtrise d'ouvrage pour la qualité de leur travail, revient sur la nécessité de présenter après l'été un point d'avancement général au comité de suivi.

Le Président du Conseil exécutif évoque l'ordre du jour et les points qui y sont inscrits sont successivement abordés.

### **[1] Point d'étape de l'organisation et des actions mises en œuvre par la délégation consacrée aux projets maritimes et portuaires de la Corse**

Le Président du Conseil exécutif passe la parole à Frédéric BAILLY, délégué aux grands projets maritimes et portuaires de Corse.

Monsieur Bailly aborde le recrutement, en mars 2020, d'Elisabeth Mattei, ingénieur-géomètre de formation, qui sera en charge des aspects urbanistiques et des procédures de concertation du projet. Elle vient renforcer la délégation composée désormais de 2 personnes : Frédéric Bailly et Elisabeth Mattei. Il rappelle qu'un renfort en ressources humaines est nécessaire pour parvenir à mener à bien le projet.

Monsieur Bailly remercie la transversalité des services de la Collectivité de Corse et notamment la collaboration de la direction générale adjointe en charge des infrastructures de transports, de la mobilité et des bâtiments.

Monsieur Bailly évoque les différents déplacements de «benchmarking» demandés par l'Assemblée de Corse et dresse le retour d'expérience qui en résulte.

#### **Modélisation des trajectoires à Grenoble les 9, 10, 11 mars 2020.**

Ces visites de chantier et déplacements ont été réalisés dans le cadre de contrats avec les prestataires en charge de la trajectographie. La réalisation de tests sur différents modèles a eu lieu avec l'aide active de la station de pilotage de Bastia.

**Visite des infrastructures portuaires de Monaco les 3 et 4 décembre 2020**, qui correspond pour tout ou partie aux scénarii à l'étude dans le cadre du renouvellement des infrastructures portuaires de Bastia :

#### **Digue flottante de Monaco :**

Cette visite a été réalisée au regard des techniques attendues pour le scénario A1 (extension du port de commerce actuel avec doublement du bassin via la création d'une structure de digue flottante).

- A Monaco, la digue flottante s'étend sur 350 mètres de long pour un poids de 170 000 tonnes.

- Elle accueille des bateaux de croisière de plus de 300 mètres.

- Il est noté qu'au bout de 17 ans d'activité, cet ouvrage bénéficie d'une grande stabilité et d'infimes problèmes techniques relevés.

- La rotule principale n'a pas été changée du fait de son parfait état de fonctionnement.

- Il est noté qu'en condition extrême, cet ouvrage répond parfaitement en termes de transmissibilité de houle et de protection aux attentes ciblées.

- Une habitabilité conséquente à l'intérieur des digues est relevée : des garages et parkings d'une capacité d'environ 300 places, largement dimensionnés, ont été réalisés à l'intérieur de la structure. L'idée d'utiliser cet espace intérieur de la digue pour stocker les voitures avant débarquement/embarquement est pertinente et potentiellement intéressante en termes d'usages.

- Une mise à jour des coûts de ces aménagements a été demandée, étude dont les plis ont été reçus très récemment dans l'objectif d'obtenir une estimation au plus proche de la réalité.

- Des échanges et retours d'expérience très positifs ont été tenus avec l'ancien directeur des travaux en charge du projet.

- La délégation a pu engranger bon nombre d'informations exploitables pour le site de Bastia.

#### **Le remblaiement de l'Anse du portier sur la Mer à Monaco :**

- 6 hectares de structure sur la mer ont été installés.

- Les caissons sont construits dans des caissonniers à Marseille, édifiés sur 600 mètres linéaires.

- Les ouvrages en béton sont d'une envergure de 30m sur 30m, travaillés avec des chambres d'amortissement, qui sont des technologies importantes, très largement dimensionnées par rapport à nos besoins sur site mais dont les techniques de réalisation sont stables donc transposables pour Bastia.

- Des échanges ont été tenus avec le constructeur, Bouygues Travaux publics, sur la méthodologie et le dimensionnement de réalisation.

- La délégation a pu engranger bon nombre d'informations exploitables pour le site de Bastia.

Deux autres déplacements sont prévus au calendrier de la délégation, ils concernent plus particulièrement les retours d'expériences sur les approches juridiques et financières d'opérations du même ordre de grandeur : **l'opération d'extension du grand Port de Calais et de Port-la-Nouvelle en Occitanie.**

- L'extension du grand port de Calais à des caractéristiques communes à celles de Bastia au regard des bateaux en présence. L'opération est réalisée avec l'aide de la caisse des dépôts et consignations, avec un système de garanties de financement sur l'exploitation.

- Il en va de même pour la visite prévue en Occitanie, Port-La-Nouvelle, opération qui s'élève à 600 millions d'euros, ordre de grandeur similaire aux projets de Bastia. La région Occitanie fait quant à elle appel à une SEMOP.

- Pour ces deux visites, pas d'intérêt particulier sur le plan technique car les digues sont réalisées en enrochement.

Le Président du Conseil exécutif conclut sur cette partie en précisant que :

D'une part ces visites de terrains permettent de prendre connaissance des techniques de réalisation susceptibles d'être utilisées pour chacun des trois scénarii qu'il a été convenu d'expertiser.

D'autre part elles permettent d'échanger avec les porteurs de projets, sur site, quant aux montages juridiques et financiers employés pour des opérations d'aménagement portuaires d'une telle importance.

Le Président du Conseil exécutif rappelle également que ces déplacements seront exposés aux membres du comité de suivi et aux élus.

## **[2] Restitution des études relatives au renouvellement des infrastructures portuaires de Bastia : point d'avancement global.**

Après une introduction de la seconde partie, le Président du Conseil exécutif passe la parole à Frédéric Bailly.

Monsieur BAILLY rappelle la commande inscrite dans la délibération de l'Assemblée de Corse qui est celle d'étayer et de documenter précisément les différentes options afin qu'un choix éclairé puisse être fait et ce le plus rapidement possible.

A ce titre, Monsieur BAILLY rappelle qu'une dizaine d'études ont été lancées, sont en cours de finalisations et/ou vont être prochainement lancées.

Le point introductif d'avancement général est le suivant :

#### **Etudes de « reconnaissance géotechniques »**

La délégation a revu le choix des points géotechniques de façon à ce que le maillage puisse renseigner l'ensemble des quatre scénarii. Le redéploiement des points de sondage a été demandé sur les différentes implantations de plans masses «B : Carbonite», «C : Portu Novu» et les plans masses considérés au droit du port actuel «A1 : digue flottante» et solution «A2 : extension sud-est de la digue existante». Il est noté que si l'ensemble des résultats de prélèvement à venir sont couplés à ceux déjà réalisés sur le bassin Saint Nicolas dans le cadre d'ouvrages antérieurs, la vision géotechnique du périmètre d'étude est complète car très largement renseignée.

L'ensemble de ces informations permettra de connaître la faisabilité et le dimensionnement des infrastructures portuaires pour les 4 scénarii. Il sera également possible de fiabiliser le montant de l'investissement.

#### **Etudes portant sur le scénario : « Portu Novu »**

La société ARTELIA était initialement en charge d'une étude portant sur le site « Carbonite », fixée jusqu'au stade de l'avant-projet. Aussi, ces études d'avant-projet n'étant arrivées qu'au terme des études de faisabilité, La délégation a fait le choix de réorienter la demande, par avenant, sur une étude d'avant-projet basée sur le scénario « Portu Novu ». Les deux scénarii sud citadelle sont ainsi documentés.

#### **La troisième étude concerne « les routes et insertions routières »**

Les avenants passés avec la société ARTELIA consistent en la reprise des études routières réalisées pour le site de la Carbonite et en l'analyse des trois autres scénarii.

>Ces trois scénarii ont été étudiés au regard de modélisations de trafics routiers et d'évaluations des différents types d'ouvrages.

#### **Les études complémentaires liées au trait de côte**

La présentation de ces études a été réalisée dans le cadre de la mise en place du comité de suivi.

Il est à noter que 4 missions complémentaires ont été mandatées :

-Test et analyse de l'impact du scénario « Portu Novu » sur le trait de côte.

-Propositions de solutions d'atténuation des impacts décelés.

-Intégration des hypothèses de changements climatiques avec les experts du GIEC

-Obtention d'une vision de la stabilité de la plage de ficaghjola avec les scénarii « Carbonite » et « Portu Novu ».

L'avancement a été retardé du fait de l'épidémie COVID-19, les méthodes de calcul étant incompatibles avec le télétravail.

>Une restitution de l'avancement sera faite au prochain comité de suivi.

#### **Les six études lancées à partir des procédures de la commande publique**

>L'étude de conteneurisation du fret a été attribuée à l'entreprise CATRAM. Ces études seront restituées pour le prochain comité de suivi.

>Les études de mises à jour de la cartographie des biocénoses marines ont été attribuées à CREOCEAN.

Elles permettent de visualiser les espèces protégées sur la zone des 4 scénarii. Il est à noter qu'une anticipation a été faite avec le service des ports via la commande de photos aériennes réalisées par drone. Ces ortho photos, géo référencées, permettent de distinguer la limite haute des herbiers. L'emprise de ces images couvre l'ensemble des scénarii.

>L'étude portuaire des scénarii centre-ville.

Il est ici question d'une méthodologie poussée, avec une vision d'experts sur les plans masse et la trajectographie.

La commission d'appel d'offre décidera des candidats retenus, les plis pour cette étude ayant été reçus très récemment.

L'appui des experts de pilotage du Port de Bastia sera également sollicité.

>Des nouvelles études d'urbanisme opérationnel non encore attribuées sont en cours. Il sera ici question de déterminer pour chacun des scénarii ce qu'il advient des espaces libérés en garantissant l'insertion cohérente des infrastructures portuaires au tissu urbain actuel et à venir.

>Les études juridiques et financières sont attendues pour la fin du mois, elles seront corrélées au benchmark de retour d'expérience précédemment cité.

Il sera ici question de fixer le modèle juridique en matière de gestion et de montages financiers et d'exploitations potentielles de l'outil choisi.

>L'assistance à maîtrise d'ouvrage environnementale, compatible avec tous les scénarii, non attribuée : les réponses sont attendues pour la fin du mois.

Il sera ici question d'anticiper et de maîtriser tous les problèmes règlementaires de façon à gagner du temps sur la partie « réalisation des études environnementales ».

>La création de la réserve marine est une étude confiée à l'OEC.

Monsieur BAILLY rappelle qu'une plateforme d'échange « Alfresco » a été mise à la disposition des invités et membres du comité de suivi. Elle permet de diffuser à tous l'ensemble des documents de travail inhérents au renouvellement des infrastructures portuaires de Bastia. Les 14 annexes correspondent aux programmes des cahiers des charges de toutes les études listées y sont déposées y compris les rapports intermédiaires.

Monsieur BAILLY invite les membres du comité de suivi à contacter la délégation si des problèmes de connexion venaient à être rencontrés. La délégation se rapprochera en suivant du service informatique en charge des aspects techniques de fonctionnement de la plateforme.

Le Président du Conseil exécutif prend la parole en rappelant le contexte et la méthodologie proposée par le conseil exécutif de Corse et validée par la délibération de l'Assemblée de Corse.

Le Président du Conseil Exécutif rappelle les fondamentaux de la démarche :

>La prise en compte de l'évolution des données d'entrée depuis les études prises en référence, notamment dans le cas du port de la Carbonite.

>Le consensus commun de faire évoluer de façon profonde les infrastructures portuaires de Bastia en se donnant les moyens de faire le meilleur choix via l'expertise de l'ensemble des scénarii envisageables.

Le Président du Conseil exécutif liste les scénarii à l'étude :

>Le port de la Carbonite

>Le renouvellement des infrastructures portuaires sur le site actuel avec les deux sous scénarii : doublement du bassin actuel à travers la digue flottante et extension de la digue actuel.

>Le scénario Portu Novu, sud citadelle, décalé dans son implantation, de dimension plus réduite avec un caractère possiblement moins impactant sur les écosystèmes.

Le Président du Conseil exécutif rappelle qu'un grand débat, éclairé par ces études, rendu nécessaire par le délai de prescription, sera mené à l'issue de ces études et de ce niveau de documentation.

## **>Restitution de l'avancement des études routières tous scénarii**

**PPT « ROUTES » – ARTELIA – présentation de Madame Fromont Agnès**

**Disponible en annexe du document.**

En propos introductifs, le Président du Conseil exécutif souligne que les études routières doivent répondre au besoin impérieux de désengorger et de fluidifier le trafic bastiais actuel en toute hypothèse et quel que soit le scénario retenu in fine.

Agnès Fromont, responsable de l'étude, réalise la présentation du PPT. Les démarches et hypothèses des études entamées sont les suivantes :

- 1) Réflexion à « l'échelle macro » avec la mise à jour du modèle statique de trafic initialement utilisé pour le scénario de la Carbonite avec :
  - une réaffectation de la capacité d'écoulement de la voie ouest Bastia-Furiani qui modifie considérablement les données de trafic d'après l'étude Trafalgare de 2018.
  - De nouvelles hypothèses pour les années 2030 et 2040.
    - >Hypothèses revues et retenues pour 2030 :  
Le matin : 700 unités de véhicules par bateaux (contre 600 aujourd'hui) avec la possibilité, le matin, de débarquer deux bateaux simultanément et un bateau en embarquement.  
Le soir : embarquement et débarquement en simultané.
    - >Hypothèses revues et retenues pour 2040 : doublement de la capacité des bateaux, 1400 unités véhicules jours, avec la possibilité le matin de débarquer bateaux en simultané et un bateau en embarquement.  
Le soir : embarquement et débarquement en simultané.
- 2) Réflexion à « l'échelle micro » en regardant la géométrie et la capacité des carrefours pour le scénario de l'extension du port actuel avec la création d'un tunnel de contournement, que ce soit pour le scénario du déplacement de l'infrastructure portuaire « Portu Novu » plus au sud avec un raccordement sur la RT11.

Les principales conclusions à ce stade de l'étude : considérant les tunnels nord et sud, envisagés pour désengorger le trafic de Bastia-ville, les modèles intégrant les hypothèses précitées donnent pour ces trois carrefours les résultats suivants :

Carrefour de Toga :

En 2030 matin > Bonne réserve de capacité sur toutes les branches dudit carrefour

En 2030 soir > Bonne réserve de capacité sur toutes les branches dudit carrefour

En 2040 matin > Saturation de la voie nord et de la voie « entrée du tunnel »

En 2040 soir > Bonne réserve de capacité sur toutes les branches dudit carrefour

Carrefour du Fango :

En 2030 matin > Bonne réserve de capacité sur toutes les branches dudit carrefour

En 2030 soir > Bonne réserve de capacité sur toutes les branches dudit carrefour

En 2040 matin > Saturation de la voie « sortie tunnel » avec 500 m de stockage et de la voie ouest sur 1km

En 2040 soir > Réserve de capacité moyenne

Carrefour au sud de la RT11 envisagé :

En 2030 matin > Branche du tunnel très saturée avec des remontées de file allant jusqu'à 550m

En 2030 soir > Bonne réserve de capacité sur toutes les branches dudit carrefour

En 2040 matin > Saturation de la sortie du tunnel, 1km de remontée de file et de la RT11

En 2040 soir > Saturation de la sortie du tunnel, 1km de remontée de file et de la RT11

Agnès Fromont conclut avec les poursuites d'études prévues à savoir la géométrie des accès et les études de deux autres variantes de raccordement dans le cas du scénario «Portu Novu ».

❖ **Frédéric Bailly invite les membres du comité de suivi à poser des questions.**

**Aucune question n'est posée.**

#### **Intervention de Monsieur Frédéric BAILLY**

Monsieur Bailly indique que compte tenu de la configuration routière actuelle au sud de Bastia, les insertions routières directes à la RT11 semblent être une bonne solution, en évitant dans un premier temps la création de voies nouvelles et les impacts environnementaux et aléas réglementaires inhérents.

Les hypothèses 2040 dépendent aussi des compagnies maritimes qui auraient dans ce scénario investi dans des bateaux de 240 mètres, perspective qui s'ouvre dans le shipping sur les autres lignes existantes à l'échelle méditerranéenne et européenne.

#### **Intervention de Monsieur Frédéric BAILLY**

Monsieur Bailly évoque la seconde piste qu'est celle des hypothèses choisies en termes de gestion des arrivées et des départs de bateaux, la charge sur les routes peut être allégée si les arrivées sont étalées sur un temps plus long que les hypothèses présentent ici. Cela éviterait la création de routes nouvelles et le phénomène d'entonnoir « deux fois deux voies débouchant sur une voie unique ».

#### **Intervention de Monsieur Frédéric BAILLY**

Monsieur Bailly évoque la réalisation d'un Modèle Numérique Terrain permettant d'obtenir l'altimétrie exacte des points du périmètre d'étude, données d'entrées indispensables pour permettre une insertion routière cohérente avec le réseau existant.

#### **Intervention de Monsieur le Président du Conseil Exécutif**

Monsieur le Président du Conseil Exécutif précise que la présentation et les études ne sont pas terminées, qu'elles dépendent des hypothèses portées en entrées et notamment de l'évolution des compagnies maritimes et de l'office des transports en termes de flux de passagers.

Monsieur le Président du Conseil exécutif rappelle que le port de Bastia et les autres ports de Corse doivent s'articuler entre eux dans une démarche de développement globale.

L'exemple de la gestion étalée de l'arrivée et des départs des bateaux pour la gestion de l'encombrement des routes reste un sujet d'actualité, exposé depuis longtemps.

Pour que ces hypothèses soient ainsi optimisées, Monsieur le Président du Conseil exécutif invite les membres du comité de suivi à faire remonter leurs observations au regard de leur pratique du terrain quotidienne.

### **>Restitution de l'avancement des études portuaires scénario « Portu Novu »**

**PPT « ETUDES PORTUAIRES PORTU NOVU » – ARTELIA – présentation de Monsieur Goupil Alexis**

**Disponible en annexe du présent compte rendu.**

Alexis Goupil, responsable de l'étude, réalise la présentation du PPT. Les démarches et hypothèses des études entamées sont les suivantes :

#### **1) Analyse préliminaire du plan de masse portuaire**

Objectifs visés :

Réaliser une analyse du plan de masse initialement proposée par le MOA d'un point de vue des accès nautiques et du point de vue agitation portuaire. Cette analyse (qui a été la première des tâches à réaliser parmi les études complémentaires à la charge d'ARTELIA) a été réalisée à dire d'expert sur la base de l'expérience de l'équipe d'ARTELIA.

Conclusions à ce stade de l'étude :



Après analyse interne (impliquant notamment un pilote instructeur du centre de formation à la manœuvre d'ARTELIA) et échanges avec les pilotes de Bastia, deux pistes d'améliorations sont proposées:

Un élargissement de la passe d'entrée et un élargissement de la darse sud (permettant de faciliter les manœuvres nécessitant l'intervention d'un remorqueur)

## **2) Caractérisation caisson sur pieux hydraulique de la digue en caisson sur pieux**

### Objectifs visés :

Évaluer le coefficient de transmission de la digue en caisson sur pieux (pourcentage de l'agitation retrouvé à l'arrière de la digue) pour différentes géométries. Cette caractérisation permet ensuite la bonne prise en compte de l'ouvrage dans le modèle d'agitation portuaire et guide son dimensionnement.

Un « canal à houle numérique » est utilisé reproduisant de façon très précise l'interaction des vagues avec un ouvrage.

Trois profondeurs de caisson sont étudiées : 10 m, 15 m, 17,5 m.

La géométrie du haut du caisson provient des études de l'option Carbonite : 18 m de large, quai à + 2,5 m IGN78, mur chasse-mer.

### Conclusions à ce stade de l'étude :

L'étude d'agitation montre l'importance de contenir le coefficient de transmission sous 35-40% maximum.

Cependant, gardant à l'esprit que la profondeur au début de la section en caisson sur pieux est de l'ordre de 18 m, il paraît difficile d'augmenter le tirant d'eau au-delà de 17,5 m. Pour l'étude d'agitation, on étudie une configuration se basant sur un tirant d'eau de 17,5 m.

Il est à noter qu'en réalité, les pieux bloquent une partie de l'énergie ; le coefficient de transmission est alors plus faible.

## **3) Etude d'agitation**

### Objectifs visés :

Évaluer l'agitation portuaire sur le plan-masse retenu.

Prendre en compte la transmission de la houle à travers la digue en caisson sur pieux.

Estimer les indisponibilités aux postes (conditions usuelles) et l'agitation en tempête (conditions extrêmes).

Les conditions de houle au droit du port sont tirées de l'étude Carbonite de 2015.

On relève deux secteurs directionnels principaux :

Secteur NE: moins fréquent (26 %), attaque directement l'entrée du port et inclut les plus fortes tempêtes ;

Secteur SE : plus fréquent (72%), attaque directement la digue en caisson sur pieux.

### Conclusions à ce stade de l'étude :

Dans sa première configuration, le port est bien protégé des houles du SE, jusqu'à une période de retour de l'ordre de 50 ans. Au-delà, les postes P07 et P08 excèdent le critère défini pour la tenue du poste (hors effet du vent). En revanche, l'agitation est plus marquée en conditions de NE et la majorité des postes dépasse le critère défini pour la période de retour de 50 ans (les postes P02 à P04 n'étant que légèrement en deçà).

En outre, le poste P07 dépasse largement le critère dès la houle de NE décennale.

L'allongement de 60 m de la digue principale a un effet bénéfique notable, en particulier sur les conditions de NE. Si la situation reste difficile au poste P07 dès la houle de NE décennale, les postes P01 à P03 sont désormais nettement en-deçà du critère.

On observe également, dans les deux configurations, une sensibilité marquée à la période pour les conditions de NE : le léger changement de période de pic entre les périodes de retour 50 et 100 ans induit un changement dans la répartition de l'énergie au sein des bassins portuaires, pouvant se traduire à un certain nombre de postes par des agitations cinquantennales plus élevées qu'en conditions centennales.

A l'issue des calculs d'agitation, la Collectivité de Corse a décidé que le plan de masse à retenir pour les simulations de navigation était le plan de masse V01 (sans allongement de 60 m).

## **4) Simulation de navigation**

### Objectifs visés :

L'objectif des simulations de navigation (Etude de trajectographie et de navigabilité par modèle mathématique) est d'analyser la faisabilité et la sécurité des manœuvres pour ce qui concerne le plan masse retenu et donc de confirmer ou de proposer des modifications relatives à ce plan masse.

Cette étude de navigation a été réalisée au siège d'ARTELIA Maritime (Grenoble) sur le simulateur 3D SIMFLEX (logiciel mis au point par FORCE TECHNOLOGY et dont ARTELIA exploite une licence) du 9 au 11 mars 2020. Toutes les simulations ont été des simulations en temps réel, menées sous la conduite d'un des instructeurs de notre centre de formation à la manœuvre de Port Revel, ancien Pilote de Sète.

Par ailleurs, ces simulations ont été réalisées en présence du représentant de la Collectivité de Corse, et également d'un pilote de Bastia actuellement en exercice, mandaté par la Collectivité de Corse et qui a lui-même réalisé certaines simulations.

L'étude a été menée avec les navires de projet les plus pénalisants pour la navigation et a eu pour but de:

- Vérifier la faisabilité et la sécurité de la navigation pour le plan d'aménagements portuaires retenu,
- Estimer les limites d'exploitation et de manœuvre en fonction notamment des conditions d'environnement (vent, houle),
- Définir les procédures de manœuvre les plus appropriées pour accoster ou quitter les postes concernés, ainsi que de confirmer les types et caractéristiques de remorqueurs nécessaires pour les mener à bien.
- Proposer d'éventuelles modifications ou ajustements du plan de masse si cela s'avère nécessaire.

Principales conclusions à ce stade de l'étude :

**Les simulations de navigation ont mis en évidence que le plan de masse pouvait permettre l'accès en sécurité à la plupart des navires compris dans la gamme des navires de projet**, moyennant des restrictions en termes de conditions de vents et moyennant l'utilisation de remorqueurs dans un certain nombre de cas.

**Poste conteneur (P6) :**

Au-delà de 8 à 10 nœuds, ou en présence de navires aux postes voisins, l'assistance d'un ou de deux remorqueurs est nécessaire pour les manœuvres d'accostage et d'appareillage au poste multimodal (P6) qui sera dédié à l'accueil des porte-conteneurs.

**Postes ferry**

Les simulations pour les postes dédiés à l'accueil des ferries (postes P1, P2, P3, P4, P5 et P7) ont été réalisées avec un navire certes réaliste mais qui représente le ferry maximal admissible en termes de taille et de faible manœuvrabilité.

Ce ferry est toutefois représentatif de grands ferries pouvant potentiellement être accueillis au sein du futur port.

Selon les postes et la direction du vent, l'accès aux postes est plus ou moins difficile. Néanmoins il ressort des essais que la limite en termes de vitesse de vent admissible se situe aux alentours de 20 nœuds.

En présence de navires (notamment au poste P7 pour l'accès spécifique à la darse sud), cette valeur de vitesse de vent admissible devrait être réduite.

Toutefois, l'usage de remorqueur permettrait de faciliter ces manœuvres.

**Poste croisière**

Les essais ont montré la nécessité pour les grands navires de croisière d'éviter dans une zone située au nord du musoir de la digue Est afin de pouvoir profiter de plus grandes profondeurs.

En termes de vitesse de vent, les essais ont montré que la limite pour pouvoir réaliser des manœuvres d'approche du poste P8 en sécurité se situe aux alentours de 15 nœuds.

Alexis Goupil, conclut avec les poursuites d'études prévues à savoir, notamment, la modification du plan masse comme suit :

**Elargissement du bassin dans sa partie sud:** pour un certain nombre d'essais, le navire simulé, durant son évitage à l'intérieur du bassin pour accéder aux postes est entré en collision avec la digue Est au niveau du poste P7 ou au niveau de l'extrémité sud du poste P8, ou bien encore avec les extrémités des deux moles délimitant les darses.

Un élargissement de l'espace de manœuvre faciliterait ainsi les manœuvres dans cette zone, plutôt située dans la partie sud du bassin intérieur. Cet élargissement du bassin dans sa partie sud pourrait être ainsi obtenu par exemple par un décalage de l'ordre de 40 à 50m vers le Sud-Est du coude Sud-Est de la digue Est.

**Elargissement de la passe d'entrée :** Pour un certain nombre d'essais, le navire simulé est entré en collision avec les musoirs de la passe d'entrée. Afin de faciliter la présentation du navire à l'approche de la passe ainsi que son franchissement, la passe pourrait être utilement élargie d'environ 20m. Cela pourrait par exemple être obtenu en orientant la digue Est un peu au plus au Nord. Toutefois concernant cette modification de la passe d'entrée, son bénéfice en termes de gain de manœuvrabilité devra être analysé dans une phase ultérieure au regard des inconvénients qu'elle pourrait potentiellement occasionner en termes d'agitation (l'énergie de la houle pouvant alors pénétrer davantage à l'intérieur du port en cas d'élargissement de la passe).

❖ Frédéric Bailly invite les membres du comité de suivi à poser des questions.

#### QUESTIONS ET ECHANGES

##### Intervention de Monsieur Stéfanu VENTURINI

Demande sur quels types de bateaux sont basées les études et hypothèses retenues, rappelant qu'aujourd'hui les bateaux ne peuvent pas rentrer au port.

##### Intervention de Monsieur Alexis GOUPIL

Répond en indiquant qu'il est question d'hypothèses de houle et non pas d'hypothèses de bateaux.

Les bateaux étudiés sont ceux en perspectives de l'évolution des flottes soit des ferries RoPax de 240m

##### Intervention de Monsieur Pierre MATTEI

Demande quel est le tirant d'eau, la longueur à quai pour le scénario « Portu Novu ».

#### **Intervention de Monsieur Alexis GOUPIL**

Rappelle que les hypothèses utilisées sont les plus extrêmes, que ce « pessimisme » est appliqué afin de connaître les conditions les plus favorables pour les bateaux existants plus petits donc plus manœuvrables.

Le plan masse renseigne sur ces caractéristiques, à savoir un minimum de 10m de tirant d'eau et 8 postes à quai, pour l'essentiel de 240m ou plus.

#### **Intervention de Monsieur Antoine AIELLO**

Demande la profondeur du port au niveau de la digue principale, pour un tirant d'eau de 17.50m.

#### **Intervention de Monsieur Alexis GOUPIL**

Précise les dimensions. A l'enracinement du caisson sur pieux la profondeur est de 18m. La profondeur est de 30m au niveau du coude.

#### **Intervention de Monsieur Stefanu VENTURINI**

Demande si en cas de vents, les difficultés pour rentrer au port seraient les mêmes qu'aujourd'hui.

#### **Intervention de Monsieur le Président de l'exécutif**

Indique que cette question est légitime et qu'il est important :

- 1) De savoir combien de conditions de tempête rendent l'accès au port difficile ou impossible.
- 2) De savoir ce qu'il faut réaliser techniquement et ce quel que soit le scénario, pour garantir un fonctionnement sans risque de paralysie du trafic maritime.
- 3) De savoir si cette possibilité existe et si elle n'existe pas, savoir s'il est possible de quantifier les impossibilités de retour au port.

#### **Intervention de Monsieur Alexis GOUPIL**

Répond qu'en conditions usuelles, sur une année normale avec des régimes de houle normaux, il n'y aura pas de paralysie du trafic maritime. Si les conditions sont complexes à savoir pour exemple, une houle de 2m couplée à du vent, les manœuvres seront difficiles et l'entrée au port sera compromise.

#### **Intervention de Monsieur Stefanu VENTURINI**

Rappelle la nécessité de transposer ces informations et risques au regard de l'exploitation du port en considérant les gens qui y travaillent quotidiennement. Rappelle que le souhait d'aujourd'hui est de pouvoir rentrer au Port quelques soient les conditions météorologiques sachant qu'elles ne s'amélioreront pas avec le temps.

#### **Intervention de Monsieur Achille RAFFALLI**

Indique que les manœuvres ont été réalisées dans les conditions les plus dégradées en termes de vents et de houle avec des bateaux manœuvrant et un remorqueur uniquement utilisé pour le porte conteneur.

Indique que même pour des grands ports tel que Marseille ou il y a de l'espace, les conditions météorologiques sont et seront toujours limitatives.

Indique que dans le cas du scénario Portu Novu, le pourcentage de risque de ne pas rentrer au port a été considérablement réduit, que le cercle d'évitage passe de 225m à 400m avec des darses facilitant les manœuvres.

Indique que le fait d'avoir fait ces simulations sur le plan de masse projeté a permis de réaliser de nouvelles modifications améliorant encore la manœuvrabilité, notamment sur la darse sud avec modification de la digue et agrandissement de la passe d'entrée initialement à 175m et modifiée à 205m.

#### **Intervention de Monsieur Pierre MATTEI**

Demande à partir de combien de nœuds et avec quel type de rafales le retour au port devient compliqué ?

#### **Intervention de Monsieur Achille RAFFALLI**

Répond : à partir de 35 nœuds établis avec des rafales à 50, sachant que les manœuvres ont été réalisées sans remorqueurs.

#### **Intervention de Monsieur Antoine ORSINI**

Indique que le Portu Novu est moins impactant sur le gisement de posidonie car le dimensionnement est réduit au regard de celui envisagé dans le cadre du scénario Carbonite.

Indique que la logique d'étude devrait être inversée : « ne pas partir du plan masse puis regarder les impacts, mais plutôt définir un plan masse en partant des critères et des attentes ».

#### **Intervention de Monsieur Cyril ALBALADEJO**

Apporte des précisions techniques sur cette phase d'avant-projet sachant que les premières simulations ont eu lieu sur place et qu'une deuxième étude a permis d'identifier des problématiques diverses : position du cercle d'évitage, de la passe, du poste 1, position au sud, le fait que la jetée ne soit pas utilisable selon le vent etc.

Indique que ces problématiques ont été relevées avec des conditions de vent de nord-est, d'ouest, l'idée d'identifier en avant-projet ces problématiques permet ensuite de retravailler le plan masse de manière à optimiser et améliorer les points négatifs.

#### **Intervention de Monsieur Frédéric BAILLY**

Rappelle qu'un port ou il y a 100% de chance d'entrer quelques soient les conditions météorologiques n'existe pas. Il indique que :

- >Qu'il restera des jours pendant lesquels les bateaux ne pourront pas rentrer au port.
- >Qu'un retour est attendu de la part des experts du GIEC quant à une analyse sur le changement climatique.
- >Que la situation est améliorée d'un facteur 10 comparativement à la situation rencontrée dans le port actuel.

#### **Intervention de Monsieur Pierre MATTEI**

Souligne que les études techniques présentées sont très poussées mais suggère une préparation aux questions simples qui sont :

- 1) Quelle est la taille du port en termes de cercle d'évitage et de tirant d'eau permettant aux bateaux d'aujourd'hui de rentrer dans 99% des cas ? Quelle est la géométrie dont nous avons besoin aujourd'hui ?
- 2) Au vu d'un l'investissement dépassant des centaines de millions d'euros, quelle est la géométrie qui conviendra également aux bateaux de demain ? Considérant ces questions, Monsieur Mattei indique qu'il faut procéder par différence pour tous les scénarii et obtenir ainsi les réponses attendues.

#### **Intervention de Monsieur Frédéric BAILLY**

Monsieur Bailly indique que :

- >Sur le plan méthodologique la DGPMP a fait en sorte, pour le mois de juillet, d'implanter les modèles de navigation et de trajectographie à la station de formation communes aux pilotes de Bastia et d'Ajaccio. Ainsi il sera possible de multiplier par 10 les tests sur tous les types de bateaux envisagés.
- >Les bateaux d'aujourd'hui seront testés dans le cadre d'une convention qui sera passée avec les pilotes.
- >L'outil sera ainsi alimenté et la DGPMP sera en mesure de répondre à ces questions.

#### **Intervention de Monsieur le Député, Michel Castellani**

Pose la question suivante :

« Est-il possible d'envisager de faire un port modulable ? Quand on réalise un projet aussi important, on se projette dans l'avenir avec les hypothèses que l'on connaît en termes de climat, de trafic, de la taille du navire etc. On considère également la volonté de faire grand pour faciliter les manœuvres des bateaux tout en alertant sur un coût des infrastructures corrélé à ces tailles, arguments contradictoires. Est-il possible techniquement, de rentrer tous ces éléments dans un raisonnement et de réaliser un port qui peut évoluer par étapes ? »

#### **Intervention de Monsieur Frédéric BAILLY**

Indique que nos prédécesseurs n'ont pas pu procéder par étapes, mais qu'il est possible, aujourd'hui, de différer la construction d'un môle ou d'un terreplein. Ce seront des paramètres à envisager et à intégrer dans l'équation financière.

#### **Propos conclusifs de Monsieur le Président de l'exécutif de la Corse**

Le Président du Conseil Exécutif conclut en disant qu'il est primordiale de :

- >Dresser les coûts, les avantages et inconvénients de tous les scénarii.
  - >Faire évoluer les infrastructures portuaires le plus vite possible.
  - >Définir ce qu'il est possible de réaliser en intégrant dans le logiciel les données acquises de la science dont nous disposons, gardant en conscience la part d'inconnue.
- L'objectif étant d'avoir le plus haut degré de certitudes pour faire le choix le plus éclairé et le plus adapté.

### **>Restitution de l'avancement des études Géotechniques**

Alain TOUZET – Collectivité de Corse, réalise la présentation du film géotechnique.

Alison SCHNEIDER, Julien FLECK – ROCCA E TERRA, réalisent la présentation du PPT.

PPT « GEOTECHNIQUE »

Disponible en annexe du présent compte-rendu

Alain Touzet, réalise la présentation de la vidéo des campagnes géotechniques et rappelle le caractère exceptionnel de la campagne géotechnique.

#### **Principales informations communiquées :**

- Les ouvrages d'art vont encaisser les efforts tels que ceux provoqués par la houle notamment.
- Les sols sont à définir pour que l'on puisse garantir la solidité de la structure : l'intérêt premier des reconnaissances géotechniques.
- Les vitesses de propagations analysées ont permis de caractériser la nature des sols et définir leur profondeur : cela a une influence sur les techniques à utiliser pour l'implantation des infrastructures et les coûts des ouvrages inhérents.

- Des pieux vont être plantés, des enrochements vont être envisagés.
  - Les points ont été répartis entre le port de commerce actuel couvrant les scénarii A1 et A2 jusqu'au sud de la citadelle Arinella couvrant les scénarii B et C.
  - Dans le cas des scénarii B et C, les fonds sont supérieurs à 30m de hauteur d'eau.
  - La première campagne a utilisé deux robots,
    - CPTU : machine posées sur les fonds et pilotées depuis la surface
    - Vibracores : prélèvement de carotte menant à des essais en laboratoire
  - La deuxième campagne est en cours.
- Cette fois avec du matériel géotechnique classique de la société ROCCA E TERRA et de l'entreprise NATALI.
- Pieux longs de 21m que l'on peut poser pour faire les prélèvements.
  - Deux foreuses ont été implantées : une carotteuse et un sondeur pressiométrique
  - Des caisses d'échantillon sont extraites.
  - Les caisses sont stockées dans le laboratoire de l'ancienne DDE et sont consultables par les scientifiques.
  - Les opérations en cours et devraient se terminer en juillet.
  - Le rapport final est attendu pour le mois d'Août.

Alison SCHNEIDER et Julien FLECK, réalisent la présentation du PPT.

#### **Principales informations communiquées :**

Implantation des sondages :

Phase sous-marine (mars 2020)

73 carottés vibrocore

63 CPTu

Phase ponton flottant (mai 2020)

24 sondages pressiométriques

24 sondages carottés

Vibrocore :

Le tube de 7 mètres est enfoncé de façon à récolter tous les éléments meubles, compacts et durs.

Les éléments sont récoltés dans des gaines transparentes qui sont ensuite envoyés aux laboratoires pour analyses.

Pour chaque sondage il y a un recalage dans un système altimétrique terrestre.

CPTu :

Le CPTu est une pointe conique enfoncée au sol qui donne deux informations majeures, la résistance de pointe qui indique des valeurs de capacités portantes et le frottement latéral qui nous indique les paramètres aidant au dimensionnement réalisation des fondations. Les implantations sont faites via coordonnées GPS, à l'aide du remorqueur.

Carottage :

En faisant carottage et pressiométrie de façon corrélée, il y a un moyen de contrôle des prélèvements.

Les échantillons carottés sont ensuite transmis en laboratoire pour prévenir des risques majeurs de tassement du sol et glissement de terrain. Grâce à ces analyses des paramètres vont être définis pour modéliser ces problématiques.

Analyses environnementales :

Classification réglementaire des sédiments selon le code de l'Environnement et quantification des bactéries E-coli réalisés.

Alison Schnider conclut avec des éléments de calendrier : fin des sondages mi-août et rendu du rapport fin août.

Propos conclusifs de Monsieur le Président de l'exécutif de la Corse

Les études scientifiques sont essentielles pour conditionner la faisabilité et le coût des projets. Pour cette campagne géotechnique, ce sont les trois scénarii qui sont expertisés, toujours dans l'optique de pouvoir bénéficier de toutes les informations comme aide à la décision.

❖ **Frédéric Bailly invite les membres du comité de suivi à poser des questions.**

#### **Intervention de Monsieur Gérard PERGENT**

Exprime son inquiétude, au vu du film et des images, quant à la barge, qui tient sur 4 pieux métalliques d'environ 1m<sup>2</sup> chacun en impact au sol. Monsieur Pergent estime que pour chaque point prélevé, 4m<sup>2</sup> d'herbier de posidonie sont potentiellement détruits et que cela pose problème au regard du nombre de points de prélèvement envisagés.

Monsieur Pergent demande à ce que ce constat puisse être intégré à l'équation et que des systèmes puissent être trouvés pour limiter l'impact sur les biocénoses.

#### **Intervention de Monsieur Frédéric BAILLY**

Indique que ce paramètre a été pris en compte dans le cadre de l'autorisation préfectorale et des mesures compensatoires inhérentes, notamment en termes de sondages géotechniques et ajoute que :

- >Une cartographie fine des biocénoses sera réalisée en complément de l'ortho photo délimitant les massifs d'herbiers.
- >Une partie des sondages est réalisée en dehors de la zone concernée par ces massifs.
- >La réserve sera faite avec ou sans renouvellement des infrastructures portuaires de Bastia.

#### **Intervention de Monsieur Orsini**

Demande de rester sur la philosophie « éviter, réduire, compenser ». Monsieur Orsini indique qu'avant de parler de compensation il est important d'essayer de réduire l'impact de l'échantillonnage.

#### **Intervention de Monsieur Le Président du Conseil Exécutif**

Monsieur le Président rappelle que cette philosophie doit rester un guide pour les études menées et précise que :

- >Toute mesure diligentée est conçue pour avoir un impact environnemental minimal.
- >Si malheureusement l'impact environnemental se révèle incompressible, des compensations adaptées devront être réalisées en conséquence.

## **[3] Restitution des activités et des travaux du comité scientifique et environnemental**

Monsieur Bailly indique que le comité scientifique et environnemental s'est réuni trois fois depuis l'installation des comités.

Monsieur Orsini, Président du comité scientifique et environnemental, débute la restitution des activités et des travaux du comité et la décline en quatre points ci-après :

#### **Composition du comité :**

- >14 membres dont 8 institutions, 1 association de protection de la nature et 5 experts.

Monsieur Orsini indique que la composition du comité marque l'indépendance et la transparence souhaitée par le Président de l'Exécutif.

#### **Les rôles du comité :**

- >Suivre et analyser le résultat des études.
- >Proposer un outil d'aide à la décision à partir d'une analyse multicritères.
- >Proposer des mesures d'accompagnement environnementales et éventuellement compensatoires aux impacts définis et précisés pour les scénarii A1 A2 B et C.
- >Suivre la mise en œuvre de décisions arrêtées.

Monsieur Orsini rappelle que le choix sera politique et qu'il est donc impératif de donner et de présenter des éléments clairs aux administrés et aux élus.

Monsieur Orsini demande un résumé non technique pour chaque étude scientifique afin qu'un choix éclairé puisse être sur la base des quatre scénarii à l'étude.

#### **Calendrier des rencontres prévues :**

- >Trois réunions ont eu lieu depuis l'installation du comité en octobre 2019 :  
Novembre 2019/ janvier 2020/ juin 2020.

#### **Création de la réserve naturelle confiée à l'OEC :**

Monsieur Orsini indique que dans le cadre de la création de la réserve naturelle de Corse sur 5 sites le comité scientifique a validé que le site initialement prévu des îles Finocchiarola soit remplacé par le site de Santa Manza et ses herbiers récifaux. En effet, le site des îles Finocchiarola fait déjà l'objet de mesures de protection par son intégration au parc naturel marin du cap Corse et de l'Agriate avec statut de réserve.

Monsieur Orsini ajoute que dans l'hypothèse où l'un des scénarii nord citadelle A1 et A2 serait retenu, la réserve naturelle de Corse et les mesures compensatoires inhérentes prises dans le cadre des scénarios B et C devra être réadaptée.

En effet pour les scénarii A1 et A2 la compensation portera également sur les potentielles patelles et oursins diadème présents sur site. Monsieur Orsini ajoute que la considération de l'impact sur l'herbier de Posidonie est fondamentale.

A cet effet, le tableau multicritère proposera un gradient « impact herbier » pour les 4 scénarii.

Monsieur Orsini indique que la grande nacre, qui faisait partie des mesures compensatoires dans l'ancien dossier, n'est plus présente car progressivement décimée par une bactérie.

Monsieur Orsini cible le deuxième enjeu majeur qu'est l'impact sur le trait de côte avec l'érosion et l'accrétion de la plage de l'Arinella, la plage de Ficaghjola et du Grau de l'étang de Biguglia.



❖ **Monsieur le Président du Conseil exécutif invite les membres du comité de suivi à poser des questions.**

#### **Intervention de Monsieur Frédéric BAILLY**

Frédéric BAILLY apporte une précision en rappelant que la réduction et l'évitement sont de rigueur dans les études, notamment dans le cadre du réseau routier. La philosophie d'évitement est appliquée via la proposition d'une insertion par raccordement direct permettant d'éviter la création des voies nouvelles annulant ainsi l'impact sur les zones humides et autres sites protégés.

#### **Intervention de Monsieur le Président de l'Exécutif de la Corse**

Précise que l'itinéraire prévu dans le cadre des études de la Carbonite présentait de nombreux inconvénients en termes d'impacts environnementaux et écologiques. Le Président ajoute qu'aujourd'hui l'hypothèse privilégiée, quel que soit le scénario, est celle de s'affranchir de la création de nouvelles voies en gérant le flux routier existant (route actuelle et itinéraire bis côté ouest, allant du rondpoint de Furiani jusqu'à la ZAE avec une partie en cours de réalisation entre la ZAE et la montée de l'hôpital).

#### **Intervention de Monsieur Hyacinthe VANNI**

Monsieur Vanni remercie et félicite la qualité du travail technique réalisé par la délégation et le caractère passionnant de la présentation. Au nom de Femu à Corsica, Monsieur Vanni, insiste sur l'importance de pouvoir être rassuré sur les impacts potentiels sur les plages de l'Arinella, de Ficaghjola et également sur les impacts « herbiers de posidonie ».

Monsieur Vanni ajoute que ce sont des questions très importantes et très sensibles auxquelles des réponses précises et claires doivent être apportées pour que ce patrimoine puisse être préservé.

Monsieur Vanni rappelle qu'il est fondamentale de connecter ce projet de renouvellement des infrastructures portuaires aux projets de la ville de Bastia et notamment au chemin de fer de la Corse, enjeux et dossiers dont l'importance est capitale aujourd'hui et sur les années à venir.

#### **Intervention de Monsieur Antoine ORSINI**

Répond à l'inquiétude de Monsieur VANNI en précisant que Monsieur Gérard Pergent, membre du comité scientifique et environnemental a réalisé un comparatif entre le scénario Carbonite et le scénario Portu Novu en matière d'impact sur les herbiers de Posidonie.

#### **Intervention de Monsieur Gérard Pergent**

Monsieur Pergent indique que :

> Sur le scénario Carbonite, les chiffres sont les suivants : 30 à 40 hectares d'herbier détruit.

> Sur le scénario Portu Novu, les chiffres sont les suivants : 20 hectares d'herbier de Posidonie détruit, soit une réduction de 30 à 40% des surfaces détruites.

Monsieur Pergent ajoute que d'autres hypothèses sont envisagées au niveau du bassin pour renforcer l'herbier.

## **[4] Etat d'avancement des démarches de création de la réserve naturelle de Corse**

**PPT « RERESERVE NATURELLE DE CORSE » – Office de l'environnement de la Corse – présentation de Monsieur Donini Joseph.**

**Disponible en annexe du présent compte rendu.**

Joseph Donini, réalise la présentation du PPT de la création de la réserve naturelle de Corse en trois points.

- 1) Eléments de contexte : dates principales relevées
- 2) Mesures compensatoires envisagées
- 3) Chronologie type de création d'une RNC et du contenu du document de proposition de classement

❖ **Frédéric Bailly invite les membres du comité de suivi à poser des questions.**

#### **Intervention de Monsieur Pierre MATTEI**

Demande si le projet de parc marin n'était pas déjà à l'origine des mesures compensatoires demandées dans le cadre du projet de la Carbonite.

#### **Intervention de Monsieur Joseph DONINI**

Répond que le parc naturel marin du cap Corse est une conclusion d'analyse validée par l'Assemblée de Corse en mai 2012. Les mesures compensatoires ont émergé après, tout comme le projet de renouvellement des infrastructures portuaires de la ville de Bastia.

#### **Intervention et réponse de Monsieur PALAZZI**

Ajoute que l'arrêté préfectoral des mesures dérogatoires indique qu'il faut mettre en place un certain nombre d'aires protégées et non de parcs marins.

#### **Intervention de Monsieur le Président du Conseil exécutif**

Apporte la précision suivante : le parc naturel marin du cap Corse et des Agriates n'a pas été financé au titre de l'opération Port de la Carbonite/renouvellement des infrastructures portuaires, n'a pas été juridiquement corrélé dans sa création à cette opération de réaménagement portuaire.

#### **Intervention de Monsieur Stéfanu VENTURINI**

Souligne le fait que la réserve se fera avec ou sans nouveau port et demande comment la réserve sera dimensionnée et comment seront fléchées les fonds.

#### **Intervention de Monsieur Antoine AIELLO**

Monsieur Antoine Aiello, qui représente l'Université de Corse, attire l'attention du Président de l'exécutif sur la zone au sud de l'emprise de Bastia, zone de pêche et d'expérimentation immédiatement attenante aux activités de Stella Mare. Monsieur Aiello souhaite que quelle que soit la réserve naturelle créée, l'Université de Corse puisse continuer à mener ses études et mesures d'investigations sur les zones concernées. En effet, l'Université va continuer à avoir des activités dans les domaines nautiques, marins, pour cette zone là comme pour d'autres

#### **Intervention de Monsieur le Président du Conseil exécutif**

Le Président confirme un processus de construction et une relation étroite entre la Collectivité de Corse et l'Université de Corse. Le Président souligne le travail remarquable mené par la plateforme Stella Mare et indique que si la réserve venait à se faire, les zones d'interventions de Stella Mare seraient intégrées dans les éléments constitutifs et fondateurs de la réserve et non susceptible d'être remis en cause.

Le Président ajoute qu'il faut s'enquérir de l'organisation juridique liée à cette demande.

Le Président conclut que dans le cadre d'une autre instance, une décision viendra entériner l'accord passé entre la collectivité de Corse et l'université de Corse et que les curseurs seront mis au bon niveau pour que les équilibres soient trouvés.

#### **Intervention de Monsieur Orsini et de Monsieur PERGENT**

Indique que si l'un des scénarios nord citadelle devait être choisi, le dossier présenté par Monsieur Joseph Donini attestant de la volonté de protéger 7000 hectares de posidonie ne serait plus d'actualité.

Monsieur Pergent ajoute qu'il sera alors question de reporter et d'adapter ce projet de réserve sur les écosystèmes présents sur le site du scénario A.

Monsieur Pergent indique que les peuplements de coralligène restent présents et la connectivité écologique entre le parc marin du Cap Corse avec l'herbier de la plaine orientale est à préserver.

Le Président du Conseil exécutif remercie l'ensemble des membres du comité de suivi ainsi que les services de la Collectivité de Corse et les prestataires en charge du projet. Il invite les membres du comité de suivi à demander leurs codes d'accès à la plateforme Alfresco à la DGPMP et rappelle qu'un rapport à l'Assemblée de Corse sera rédigé intégrant l'ensemble des avis et remarques par le biais du compte rendu rédigé par la DGPMP. Il invite les membres à la prochaine réunion du comité de suivi qui se tiendra à la rentrée courant octobre.

---

**Fin de séance**



2019

**DELEGATION AUX GRANDS  
PROJETS MARITIMES ET  
PORTUAIRES**

Lundi 14 octobre

**Projet de développement des  
nouvelles infrastructures  
portuaires de Bastia**

**Compte rendu de réunion**

N°0

Mise en place du  
comité de suivi et du  
comité scientifique et  
environnemental

Présentation des  
études hydro-  
sédimentaires

Le 14 octobre 2019 s'est déroulée la mise en place des comités de suivi et scientifiques relatifs au projet de développement des nouvelles infrastructures portuaires de Bastia, ainsi que la restitution des études hydro-sédimentaires menées dans le cadre du projet dit « de la Carbonite ».

#### **Etaient invités :**

#### Membres du comité de suivi :

| <b>Institutions</b>                   | <b>Fonctions</b>  | <b>Membres</b>           | <b>Sup. / remplaçant<br/>(le cas échéant)</b> | <b>Présent</b> |
|---------------------------------------|-------------------|--------------------------|---|----------------|
| Conseil Exécutif de Corse             | Président         | Gilles Simeoni           |   | ×              |
| Assemblée de Corse                    | Président         | Jean-Guy Talamoni        |   |                |
| CESEC                                 | Président         | Paul Scaglia             | Catherine Herrgott<br>Vice-présidente         | ×              |
| Groupe Femu a Corsica                 | Représentant      | Hyacinthe Vanni          |   | ×              |
| Groupe Corsica Libera                 | Représentant      | Petr'Antone Tomasi       |   |                |
| Groupe PNC                            | Représentant      | Anne Tomasi              |   | ×              |
| Groupe Per l'avvene                   | Représentant      | Jean-Martin Mondoloni    |   | ×              |
| Groupe Anda per Dumane                | Représentant      | François Orlandi         |   |                |
| Groupe la Corse ds la Rép.            | Représentant      | François-Xavier Ceccoli  |   | ×              |
| Chambre des Territoires               | Représentant      | Rosa Prosperi            |   | ×              |
| Assemblea di a ghjuventu              | Vice-présidente   | Camille Martelli         |   | ×              |
| Ville de Bastia                       | Maire             | Pierre Savelli           |   | ×              |
| Comm. d'Agglo. de Bastia              | Président         | François Tatti           |   | ×              |
| Préfecture de Haute-Corse             | Préfet            | François Ravier          | Frédéric Lavigne,<br>Secrétaire Général       | ×              |
| Chambre des métiers 2B                | Président         | Jean-Charles Martinelli  |   |                |
| CCIT2B et Régionale                   | Président         | Jean Dominici            | Stefanu Venturini,<br>Vice-Président          | ×              |
| Ag. d'Am. Dur. de l'Urba et de l'En   | Président         | Jean Biancucci           | Benjamin Gilormini,<br>Directeur délégué      | ×              |
| Agence du Tourisme de la Corse        | Présidente        | Marie-Ant. Maupertuis    |   | ×              |
| Agence de Dév. Eco. de la Corse       | Président         | Jean-Christophe Angelini |   |                |
| Office des Transports de la Corse     | Présidente        | Vanina Borromei          |   | ×              |
| Office de l'Environnement de la Corse | Président         | François Sargentini      | Jean-Michel Palazzi,<br>Directeur             | ×              |
| Syndicat de l'Union Maritime          | Représentant      | Achille Raffali          |   | ×              |
| Syndicat CGT                          | Représentant      | Jean-Pierre Battestini   |   |                |
| Syndicat STC                          | Représentant      | Camille Tomasi           |   |                |
| Syndicat UNSA                         | Représentant      | Vincent Royer            |   |                |
| Syndicat patronal MEDEF               | Président         | Charles Zuccarelli       |   | ×              |
| Capitainerie                          | Commandant        | Frédéric Edeline         |   | ×              |
| Lamanage                              | Président         | Marc Rutili              |   |                |
| Pilotage                              | Président         | Cyrille Albaladejo       |   | ×              |
| Corsica Linea                         | Directeur Général | Pierre-Antoine Villanova |   | ×              |
| Corsica Ferries                       | Président         | Pierre Mattei            |   | ×              |
| Méridionale                           | Directeur         | Michel Biancamaria       |   | ×              |
| Moby                                  | Agent Corse       | Fabien Paoli             |   | ×              |
| Université de Corte                   | Président         | Paul-Marie Romani        |   | ×              |
| Lycée de la mer                       | Directrice        | Evelyne Orsini           |   | ×              |

Membres du comité scientifique et environnemental :

| Institutions                          | Fonctions     | Membres             | Sup. / remplaçant<br>(le cas échéant) | Présent |
|---------------------------------------|---------------|---------------------|---------------------------------------|---------|
| Office de l'Environnement de la Corse | Directeur     | Jean-Michel Palazzi |                                       | ×       |
| Conservatoire du Littoral             | Directeur     | Michel Muracciole   |                                       | ×       |
| Parc Marin du Cap Corse               | Directrice    | Maddy Cancemi       |                                       | ×       |
| Réserve de Bigulia                    | Directrice    | Isabelle Vescovali  |                                       | ×       |
| DREAL                                 | Directeur     | Sylvie Lemonnier    | Daniel Chargros                       | ×       |
| DDTM                                  | Directeur     | Laurent Boulet      |                                       | Exc     |
| Agence Française de la Biodiversité   | Rep. en Corse | Maddy Cancemi       |                                       | ×       |
| Association U Levante                 | Président     |                     | Novella Christian                     | ×       |
| Association U Polpu                   | Président     | Giles Zerlini       |                                       |         |
| Expert posidonies                     | Expert        | Gérard Pergent      |                                       | ×       |
| Expert écologie marine                | Expert        | Pierre Lejeune      |                                       | Exc     |
| Expert biodiversité terrestre         | Expert        | Antoine Orsini      |                                       | ×       |
| Expert mammifères marins              | Expert        | Cathy Cesarini      |                                       | ×       |
| Expert avifaune                       | Expert        | Gilles Faggio       |                                       | Exc     |

Autres participants :

| Institutions / Sociétés / Prestataires | Fonctions                         | Nom                | Présent |
|--|-----------------------------------|--------------------|---------|
| Collectivité de Corse                  | Délégation aux grands projets     | Frédéric Bailly    | ×       |
| Collectivité de Corse                  | Délégation aux grands projets     | Florence Bonifaci  | ×       |
| Collectivité de Corse                  | Directeur de la DTM               | Benoit Montini     | ×       |
| Collectivité de Corse                  | Chef de service SPA2B             | Denis Toma         | ×       |
| Collectivité de Corse                  | Responsable BE portuaires         | Alain Touzet       | ×       |
| Collectivité de Corse                  | Adjoint BE portuaires             | Philippe Ballester | ×       |
| Office des Transports de la Corse      | Directeur Général                 | Jean-Louis Santoni | ×       |
| EGIS, BE maritimes                     | Directeur/Expert domaine maritime | Jacques Piallat    | ×       |
| EGIS, BE maritimes                     | Expert modélisations numériques   | Camille Lequette   | ×       |
| HR WALLINGFORD, laboratoire            | Experte modélisations physiques   | Florine Marias     | ×       |
|  |                                   |                    |         |
|  |                                   |                    |         |
|  |                                   |                    |         |
|  |                                   |                    |         |



## ORDRE DU JOUR / SOMMAIRE

- 1) Installations des comités**
- 2) Restitutions des études hydro-sédimentaires**
- 3) Echanges et questions diverses**

*Annexes : power-point de la présentation EGIS/HR WALLINGFORD*

---

Le Président du Conseil Exécutif effectue une présentation globale de l'ordre du jour et du cadre méthodologique du projet de développement des nouvelles infrastructures portuaires de Bastia.

*A ce stade, la parole est donnée à la salle : non saisie.*

Les points inscrits à l'ordre du jour de la réunion sont successivement abordés :

### **1) Installations des comités**

Le Président du Conseil Exécutif précise le fonctionnement et le rôle du comité de suivi et du comité scientifique et environnemental objet d'un arrêté du 04 octobre 2019 qui en fixe le cadre et la composition, suite à la délibération de l'Assemblée de Corse n° 19/231 du 25 juillet 2019 approuvant le programme d'études relatif au renouvellement des infrastructures portuaires de Bastia.

Le comité de suivi est présidé par le Président du Conseil Exécutif.

Le comité scientifique et environnemental devra procéder à l'élection de son président pour une durée de trois ans, renouvelable.

Le Président du Conseil Exécutif, par un appel et une présentation succincte des membres des comités, procède ainsi à leur installation formelle.

*A ce stade, la parole est donnée à la salle : non saisie.*

### **2) Restitutions des études hydro-sédimentaires**

Monsieur BAILLY, délégué aux grands projets maritimes et portuaires, après un bref rappel historique précise la méthodologie pour la conduite du renouvellement des infrastructures portuaires de Bastia arrêtée par l'Assemblée de Corse.

Ainsi des études de scénarios sur trois sites du Nord au Sud actuel, Portu Novu et Carbonite/Arinella sont en cours ou relancées afin de permettre à l'Assemblée de Corse en 2020 de se prononcer sur le choix du site à retenir.

Pour site Carbonite/Arinella, les volets routier et urbanistique interfaces Ville de Bastia/Ports sont en cours de compléments.

Pour le site Portu Novu, plus Nord de 250 à 300m, le bureau d'études ARTELIA en charge initialement du projet ci-avant précise les ouvrages maritimes en tenant compte des contraintes de site, de navigation et environnementales.

Pour le développement du bassin Saint Nicolas, deux partis d'aménagements portuaires sont instruits digues flottantes parallèles à l'actuelle et digue dite des « pêcheurs » par un prolongement vers le Sud/Sud Est.

L'étude hydro-sédimentaire menée en 2017 et 2018 s'inscrit dans le cadre de la délibération n°14/144 de l'Assemblée de Corse en date du 25 septembre 2014 portant sur un programme d'études complémentaires sur le projet du site de la Carbonite/Arinella.

Les représentants experts du bureau d'études EGIS et du laboratoire anglais HR WALLINGFORD en charge de l'étude hydro-sédimentaires ont présenté :

- un film présentant la mission et ses résultats,
- un power point reprenant plus précisément leur déroulé et les conclusions.

Le film est visible en « ligne » à l'adresse suivante : <https://youtu.be/9Jp8HP7V4t8>

Le power point est annexé au présent compte-rendu.

Les états de mer ont été reconstitués sur une période de plus de 20 ans avec un pas horaire de 3 heures et complétés par de nouvelles mesures de terrains lors de deux campagnes.

Des modèles numériques de dernière génération en termes de précisions et de puissance de calculs ont générés des résultats précisant et confirmant les études antérieures.

Les essais par le modèle physique en 3D dans le plus grand bassin européen (75m x 32m) ont apportés des éléments nouveaux liés à la réflexion des houles sur le projet de digue du large à caissons.

Les modèles numériques et physiques ont été « forcés » pour prendre en compte des scénarios extrêmes liés au changement climatique.

#### Rappel succinct des conclusions :

La cellule hydro-sédimentaire étudiée est d'un dynamisme très faible, le transit des sédiments résultant est orienté du Sud vers le Nord mais d'une variabilité annuelle pouvant être forte en fonction de la prédominance ou non des houles de secteur Nord/Nord Est ou Sud/Sud Est.

Les impacts du projet « Carbonite / Arinella » se limite à 2 km au Sud de la nouvelle digue.

Formation d'une baie incurvée d'environ 700 mètres de long adjacente à la digue projetée dont le recul, 20 m au maximum, n'a pas d'impact sur les infrastructures existantes

Une accumulation des sédiments transportés, transit résultant du Sud vers le Nord, de cette baie incurvée est vérifiée par une zone d'accrétion, comprenant le grau de l'étang de Biguglia, entre 800 mètres et 2 km au Sud, de la digue projetée.

Le projet « Portu Novu » plus au Nord et aux orientations de la digue au large plus « fermées » va limiter la formation de la baie incurvée et l'accrétion au droit du grau de l'étang.

### **3) Echanges et questions diverses**

*Questions, observations de Monsieur Antoine Orsini, Exepert, membre du comité scientifique et environnemental :*

#### Questions Techniques :

Pourquoi les campagnes de terrains de mesures des houles de seulement deux mois ?

La maquette du modèle physique est au 1/100. Comment est pris en compte le sable à cette échelle, pourquoi de l'anhracite ?

#### Observations/propositions :

La problématique du changement climatique et de ses conséquences est difficile à apprécier. Au sein du GIEC il y a un spécialiste français qui serait souhaitable d'interroger sur ce sujet et auquel pourrait être soumis l'étude hydro-sédimentaire pour avis.

#### *Réponses du bureau d'études EGIS/WALLINGFORD :*

Les campagnes de terrain de deux mois n'avaient pour objectif que de caler les modèles numériques et physiques en plus des états de mer sur plus de 20 ans pris en compte, y compris les tempêtes extrêmes.

Par effet d'échelle, une vague de 3m faisant 3cm dans la maquette, il ne pouvait être pris du sable aussi fin soit il. C'est par son expérience et par les tests avant les essais que le laboratoire HR WALLINGFORD a choisi ce type d'anhracite pour sa similitude de mouvements. Les tests ont permis de vérifier, par comparaison avec les évolutions passées et actuelles du front de mer, que le modèle « répondait » de manière identique aux sollicitations des houles reconstituées.

*Questions, observations du Président de l'Exécutif, président du comité de suivi :*

Cette étude est plutôt rassurante quant à l'absence d'impact majeur sur le trait de côte.

Cependant qu'elle est le degré de certitude de l'étude ? Qu'elles sont les effets réels d'un impact même minime ? L'exemple du port de Taverna de la côte orientale est dans tous les esprits.

Aucun projet ne pourra se faire sans un haut niveau de certitude quant à l'impact sur les plages de Bastia.

Le travail d'EGIS/WALLINGFORD doit être confronté aux avis des comités, notamment celui scientifique et environnemental pour qu'il soit débattu et au besoin complété.

*Réponses du bureau d'études EGIS/WALLINGFORD :*

Tous les scénarios de tempêtes et de houles ont été étudiés sur la base des relevés et données évoqués précédemment. Les conséquences du réchauffement climatique à l'échelle du bassin méditerranéen et de la Corse en particulier sont peu, voir pas documentés. De fait il a été pris des scénarios extrêmes d'augmentation de 20% des houles (soit une violence des vents au large augmentée de 40 à 50%), d'un niveau de + 1.50 m et des scénarios improbables de tempêtes exceptionnelles consécutives.

Dans tous ces scénarios, les impacts du nouveau port restent limités à 2 km au Sud de la digue sans entraîner d'impact lié au projet sur le lido de la Marana.

Un positionnement plus Nord du projet de port, une conception de la digue adaptée, voir des ouvrages complémentaires ou by-pass limiteront d'autant ces impacts.

*Questions, observations du Président de l'Exécutif, président du comité de suivi :*

Un positionnement plus au Nord, une emprise plus réduite, des techniques innovantes et une digue à la forme géométrique plus adaptée conduiraient à un projet moins impactant sur le trait de côte et le grau de l'étang ?

*Réponses du bureau d'études EGIS/WALLINGFORD :*

Effectivement, l'impact d'engraissement du grau de l'étang serait d'autant décalé vers le Nord et la digue moins réfléchissante pour les houles. Le projet Portu Novu aura encore moins d'impact que le projet dit de la Carbonite/Arinella.

Quelque soit le scénario de développement du port de Bastia au Sud de la citadelle, dans aucun des cas, la plage de l'Arinella ainsi que le cordon lagunaire ne disparaîtront même dans les situations d'intensité et d'occurrence extrêmes voir extraordinaires.

La plage de l'Arinella est globalement en légère accrétion de quelques dizaines de cm/an, un port à son extrémité ne ferait qu'accentuer cet engraissement excepté sur quelques centaines de mètres aux abords immédiats de la digue (baie incurvée) si aucune adaptations, ni modifications du projet ne sont prises en compte.

*Questions, observations d'un membre du comité de scientifique et environnemental :*

Avez-vous étudié, en termes de modélisations, ce qui se passe entre la future entrée du port et la citadelle, la partie Nord du littoral ?

*Réponses du bureau d'études EGIS/WALLINGFORD :*

Non, hors mission, mais la côte y est rocheuse avec une plage de galets. Les tempêtes impactant cette zone viennent du Sud/Sud Est, celle du Nord étant bloquée de fait par la citadelle, un projet de port au Sud protégera cette portion de littoral. Cependant, à l'avancement des études, la contre-digue devra être dimensionnée pour qu'elle ait un coefficient d'absorption suffisant (enrochements, pentes douces etc.) pour éviter une réflexion des houles de Nord Est et ainsi limiter l'agitation globale de la zone.

*Questions, observations de Madame Isabelle Vescovali, Directrice de la Réserve de l'étang de Biguglia, membre du comité scientifique :*

L'importance vitale des échanges entre l'étang et la mer est soulignée pour les écosystèmes et la pêche traditionnelle.

L'engraissement prévisible d'une dizaine de mètre au droit du grau, pour le projet de port étudié (Carbonite/Arinella), n'est pas rédhibitoire compte-tenu du fait qu'à ce jour 20 à 60 fois par an le grau est ouvert par des moyens mécaniques. Il est à noter que l'effet de «chasse» naturel, par manque d'eau dans les bassins versant, tant à se réduire.

*Réponses du bureau d'études EGIS/WALLINGFORD :*

La gestion sera la même, car l'ouverture se fait principalement sur les 10 à 15 premiers mètres de la page dans la zone dite active.

*Questions, observations de Monsieur François Tatti, Président de la Communauté d'Agglomération de Bastia, membre du comité de suivi :*

Le projet proprement dit « Portu Novu » n'a pas été présenté. Il semblerait qu'il soit plus réduit avec un bassin moindre et de fait moins impactant sur la courantologie. Le trafic actuel et ses prévisions sont effectivement à la baisse concomitamment avec un trafic aérien à la hausse.

Bien que l'environnement soit une priorité, l'avenir de l'aérien incertain à moyen terme, a-t-il été étudié des adaptations et l'emploi de ces mêmes nouvelles techniques pour le projet «Carbonite/Arinella » pour garantir un dimensionnement suffisant et un impact moindre ?

*Réponses du bureau d'études EGIS/WALLINGFORD :*

Toutes les actions entreprises pour le projet « Portu Novu » peuvent être reprises sur ce projet. Pour le dimensionnement, cela relève principalement d'une décision politique, de la Collectivité de Corse.

*Réponses, commentaires du Président de l'Exécutif, président du comité de suivi :*

Le temps est compté, cependant l'ensemble des questionnements doit être recueilli et des réponses doivent être apportées pour que in fine l'un des trois scénarios ou même un mixte de deux « Carbonite / Portu Novu » puisse être retenue par l'Assemblée de Corse.

Plus généralement, le bureau d'études EGIS dans le cadre de son contrat actuel peut être sollicité pour apporter de nouveaux éléments, le comité scientifique et environnemental devra se saisir de ces sujets et faire part de ses interrogations, un membre du GIEC sur la problématique des conséquences du réchauffement climatique sera à interroger et une attention particulière portée sur la gestion du grau.

*Questions, observations de Monsieur Jean-Martin Mondoloni, représentant du Groupe Per l'avvene, membre du comité de suivi :*

La première partie de la digue du projet sera en enrochement, est-il possible de l'adapter pour limiter l'anse d'érosion/la baie incurvée relevée par le modèle physique ?

*Réponses du bureau d'études EGIS/WALLINGFORD :*

Des adaptations sont parfaitement possibles et sont à étudier, dans le cadre de l'avancement des études de conception l'ensemble des données seront à la disposition du maître d'œuvre.

*Questions, observations de Monsieur Pierre MATTEI, Président de Corsica Ferries, membre du comité de suivi :*

Le projet « Portu Novu » nécessite-t-il de refaire toutes les études pour en mesurer les impacts ?

*Réponses du bureau d'études EGIS/WALLINGFORD :*

« A dire d'expert » les impacts seront moindre pour le projet « Portu Novu » une reprise partielle des études est suffisante.

*Questions, observations de Monsieur François-Xavier Ceccoli, représentant du Groupe la Corse dans la République, membre du comité de suivi :*

Il est évoqué le cas du port de Taverna sur la plaine orientale et de ses conséquences catastrophiques sur le trait de côte. Par comparaison avec les résultats de l'étude hydro-sédimentaire, il n'y a pas au Nord du port de Taverna de baie d'érosion incurvée, toute l'érosion est au Nord.

*Réponses du bureau d'études EGIS/WALLINGFORD :*

La baie incurvée au Sud est due seulement aux réflexions de la houle sur la partie de digue en caissons, le port est situé à l'extrémité d'une cellule sédimentaire.

Pour le cas de Campoloro / Taverna la situation est consécutive à un blocage du transit, ce port est situé au milieu d'une cellule sédimentaire.

*Questions, observations de Monsieur Gérard Pergent, expert, membre du comité de scientifique et environnemental :*

Qu'elle est le niveau de garantie de l'étude ? Comment la prise en compte de l'inclinaison des digues et de l'effet tampons des herbiers de posidonies a-t-il été pris dans la modélisation physique ? Comment ont été appréhendés les effets du réchauffement climatique ?

*Réponses du bureau d'études EGIS/WALLINGFORD :*

Le projet étudié est celui de fin 2015 dit de la « Carbonite Arinella » avec une digue à l'enracinement en enrochement et vers le large des caissons verticaux à paroi pleine. Il n'a pas été apporté, ni étudié de modifications sur ces points.

L'effet tampons de l'herbier de posidonies est pris en compte pour les modèles numériques (coef. de rugosité des fonds) et indirectement pour le modèle physique, le calage du modèle physique implique de mettre en adéquation la maquette et la réalité et de fait de prendre en compte cet effet par l'ajustement des paramètres.

*Questions, observations de Monsieur Antoine Orsini, expert, membre du comité scientifique et environnemental :*

Le dossier devra-t-il passer à nouveau devant le CNPN ?

*Réponses de Monsieur Frédéric Lavigne, Secrétaire Général représentant du Préfet, membre du comité de suivi :*

Quelque soit le projet et sa situation au regard de ses impacts il sera soumis à la réglementation en vigueur. Au vu de l'importance de ce projet, il fera l'objet de toute l'attention des services de l'Etat.

*Questions, observations de Madame Maddy Cancemi, Directrice du Parc Marin du Cap Corse et de l'Agriate, membre du comité scientifique et environnemental :*

Lors de la destruction des herbiers pendant les travaux il y aura relâchement des sédiments/sables. Qu'elle sera son impact sur le grau et la dynamique de ses sédiments fins relâchés ?

*Réponses du bureau d'études EGIS/WALLINGFORD :*

Ce n'était pas l'objet de l'étude. Hormis pendant les tempêtes la dynamique, la courantologie reste faible sauf en bordure du littoral où il n'y a pas d'herbiers.

Pendant la phase travaux il y a habituellement une surveillance de la turbidité et des mesures à prendre. Ces points sont ou seront étudiés dans les dossiers réglementaires d'autorisations déjà établis ou à venir.

*Questions, observations de Monsieur Gérard Pergent, Expert, membre du comité scientifique et environnemental :*

Il est rappelé le rôle de piégeage des sédiments par les nattes des herbiers de posidonies et des effets en cascades lors des destructions. Par ailleurs la mise en place de barrage anti-MES reste peu efficace. Des études complémentaires devront être menées sur ce sujet.

*Questions, observations de Monsieur Stefanu Venturini, vice-président de la CCIT2B et Régionale, membre du comité de suivi :*

Au regard de la restitution des essais hydro-sédimentaires et de leurs conclusions, bien qu'une anse d'érosion soit notée, il peut être poursuivi sereinement les études de développement du port de Bastia au Sud.

Les impacts sont faibles et peuvent être compensés.

*Réponses du bureau d'études EGIS/WALLINGFORD :*

L'anse d'érosion est due à la réflexion sur la partie de la digue en caissons droits. Cette réflexion peut être très fortement diminuée par des adaptations/modifications.

### **Conclusions sur les échanges et questions diverses**

*Le Président du Conseil Exécutif, président du comité de suivi conclu :*

Cette étude complémentaire hydro-sédimentaire était utile et indispensable.

La synthèse sera communiquée à l'ensemble des participants. Le dossier complet, plus de 1000 pages, sera communiqué sur demande.

Sur la méthodologie, le comité scientifique est invité à se réunir rapidement pour élire son Président mais aussi adresser les éventuellement demandes complémentaires à traiter par le bureau d'études EGIS/HR WALLINGFORD dans le cadre de sa mission et des questions scientifiques et environnementales qui devront être traitées par ailleurs.

Il est d'ores et déjà acté qu'il sera demandé à EGIS, dans le cadre de travaux complémentaire et sous réserve que le marché qui lie la Collectivité de Corse et EGIS le permette, de se pencher sur les sujets suivants :

- ✓ Reprise du modèle numérique pour la solution Portu Novu,
- ✓ Propositions d'aménagements pour l'atténuation de l'anse d'érosion et modélisation numérique,
- ✓ Modélisation en forçage du modèle avec des hypothèses de changement climatique fourni par le GIEC.

Le plan de masse du « projet Portu Novu » sera à nouveau communiqué en plus des éléments déjà transmis lors des délibérations de l'Assemblée de Corse sur ce sujet.



Le calendrier est contraint et s'inscrit dans un délai plus global, de fait les questions sur cette étude hydro-sédimentaire doivent être dans la mesure du possible être transmises dans un délai de 1 mois pour que le bureau d'études EGIS/HR WALLINGFORD puisse y répondre dans un délai de 2 mois, compte-tenu de la fin de l'année.

Pour rappel, d'autres études sont en cours ou vont débiter notamment : la géotechnique en mer dont les résultats peuvent fortement impacter l'enveloppe travaux, des études diverses d'ARTELIA sur le projet « Portu Novu », des études urbanistiques et de mobilités avec la Ville de Bastia et la CCI2B, des perspectives sur la conteneurisation, une mise à jour des cartographies des biocénoses bien qu'il semblerait que des éléments soient déjà disponible auprès de l'Office de l'Environnement.

*In fine, la parole est donnée à la salle : non saisie.*

Corse infos

Mardi 15 octobre 2019

corse-matin

6

# Le projet Portu Novu de Bastia s'amarre dans les esprits

Gilles Simeoni a installé le comité de pilotage et le comité scientifique et environnemental pour étudier toutes les options mais les jeux semblent faits. L'impact sur le trait de côte est équilibré: le rivage recule puis grossit...

**L**e port de commerce de Bastia est vieux (1870) mais c'est le premier port de Corse (54 % du trafic maritime, presque autant en termes de marchandises), le premier de Méditerranée en trafic passagers, mais il est en même temps dépassé et dangereux car tout y est limité, le bassin, sa profondeur, le cercle d'évitage, le nombre de postes à quai, le terre-plein, etc., et en plus il congestionne le centre-ville sans lui apporter le bénéfice économique espéré.

L'idée d'un nouveau projet date de près de vingt ans et à grand effort de tergiversations politiques, de levées de boucliers associatifs et d'études aussi chères qu'interminables, elle n'a toujours pas germé.

Hier, on est - peut-être - passé à la vitesse supérieure.

Gilles Simeoni a officiellement installé à Bastia le comité de suivi opérationnel et le comité scientifique et environnemental. L'occasion également de faire connaissance avec Frédéric Bailly, expert en ingénierie maritime, et recruté par la Collectivité de Corse en qualité de pilote du projet.

**Les vents favorables au projet Portu Novu**

En théorie, les instances mises en place ont pour mission d'étudier et d'opérer un choix, d'ici mi-2020, entre trois scénarios :

1. Aménager le site existant avec une alternative possible, création d'une digue flottante (option de la municipalité) ou allongement sensible de la digue Est de 250 mètres (option des pêcheurs).
2. Le port dit de la Carbonite issu du débat de 2007 qui a pris, lui aussi, un coup de vieux avant même d'exister et ce, pour plusieurs raisons : augmentation du prix, stagnation du trafic maritime au profit du trafic aérien, nouvelles techniques de construction, importance accrue de la dimension écologique avec l'évolution de la cartographie des espèces protégées et le souci de s'orienter résolument dans la voie du développement durable.
3. Le projet appelé par la majorité territoriale Portu Novu dont les différences majeures avec le précédent sont les suivantes : construit un peu plus au nord, une taille plus réduite (huit postes à quai répartis en deux phases), des travaux plus accessibles aux entreprises locales et l'utilisation de matériaux innovants pour respecter à la fois la biodiversité, le paysage et la qualité de l'air.

Même si les comités vont passer au crible les trois options, inutile de dire qu'une nette préférence y compris de la part du Conseil exécutif, se dégage en faveur du projet Portu Novu. Et c'est bien celui-là qui sera construit s'il est décidé une bonne fois pour toutes de doter Bastia d'une nouvelle infrastructure portuaire.



Gilles Simeoni et Frédéric Bailly à la tribune. Devant les experts des cabinets qui ont présenté dans le détail les étapes et les conclusions de leurs études hydrosédimentaires.

**Un impact de 2 km sur le trait de côte**

Mais hier, l'essentiel de la séance a été éminemment technique avec le compte rendu des études basées sur des modélisations physiques et numériques relatives à l'impact environnemental par les émissaires du cabinet Egys Port et du laboratoire d'hydraulique HR Wallingford. Ils se sont concentrés sur le périmètre qui va de la Carbonite, au sud de la sortie du tunnel, à l'embouchure du Golo en passant par la plage de l'Arinella et le lido de la Mariana.

Sans entrer dans les détails, les conclusions pourraient se résumer ainsi : l'impact sur le trait de côte serait localisé sur 2 km environ au sud de l'ouvrage avec une érosion du rivage de 20 m sur une longueur de 600 au sud de la digue portuaire suivie d'une zone d'accrétion (accroissement du rivage cette fois) de 70 mètres maximum sur une longueur de 900 m. Enfin, le grau de l'étang serait faiblement impacté.

Sauf que cette étude, diligentée il y a déjà cinq ans, ne porte que sur le projet initial et pas sur celui de Portu Novu avec sa volution réduite et censée être plus protectrice en matière d'environnement.

Les cabinets ont été longuement interrogés avec, parfois, un petit soupçon de scepticisme. L'hydrobiologiste Antoine Orsini a suggéré de faire appel à un expert du Giec pour l'incidence du réchauffement climatique.

On en est là.

Il faudra patienter quelques mois pour que les comités fassent un choix dont dépendra aussi un autre chantier très lourd, celui de la connexion routière.

D'autre part, l'ancien étant caduc, il faudra obligatoirement passer par un nouveau "débat public" qui lui, fera une place plus large à des considérations plus existentielles sur le tourisme et plus largement sur le modèle de société souhaité. Au mieux, il sera organisé fin 2020.

D'ici là, ce sera un grand et beau thème de campagne municipale.

**JEAN-MARC RAFFAELLI**

## ANNEXE

POWER POINT DE PRESENTATION

DE

EGIS / HR WALLINGFORD





**MODÉLISATIONS PHYSIQUES ET NUMÉRIQUES DES IMPACTS DU  
PROJET DE GRAND PORT BASTIA-CORSE SUR LES COURANTS ET  
LE LITTORAL COMPRIS ENTRE LA CITADELLE DE BASTIA ET  
L'EMBOUCHURE DU FLEUVE GOLO**



Réunion du 14 octobre 2019

# SOMMAIRE

- 01. PRÉSENTATION DE L'EQUIPE D'ETUDE**
- 02. ACQUISITION DE NOUVELLES DONNÉES**
- 03. DYNAMIQUE SEDIMENTAIRE ACTUELLE**
- 04. MODÉLISATIONS NUMÉRIQUES**
- 05. MODÉLISATIONS PHYSIQUES**
- 06. CONCLUSIONS**



## PRESENTATION DE L'EQUIPE D'ETUDE

01.

# EQUIPE D'ETUDE

## **EGIS PORTS: Mandataire**

Groupe Egis : filiale de la Caisse des Dépôts et Consignation

- Direction de Projet
- Diagnostic hydro-sédimentaire
- Modélisations numériques
- Synthèses

## **HR Wallingford : Co-traitant modélisation Physique**

Un des plus grands laboratoires de modélisations maritimes au monde

Ingénieur Conseil

- Modélisations physiques en cuve à houle des impacts hydrosédimentaires

## **Sous-traitants (d'Egis)**

- NortekMed: campagne en mer de mesures des houles, courants et niveaux d'eau
- GlobOcéan: données Météo-Océaniques détaillées
- Goupéa5: infographie, film





**ACQUISITION DE NOUVELLES DONNÉES**

**02.**

# ENJEUX DE NOUVELLES DONNÉES

## Pourquoi de nouvelles données?

- **Plus de précisions - intervalles de confiances réduits**
- **Calage des modèles numériques/physiques**
- **Meilleure compréhension: des phénomènes hydro-sédimentaires – du fonctionnement du site**

## Quels moyens pour plus de précisions?

- **Evolution des techniques (p. Ex: données satellitales pour le calage des modèles des états de mer)**
- **Jeux de données sur des périodes plus longues (permet de s'affranchir entre autre des variabilités climatiques)**
- **Emprise étendues des modélisations (« effet de bord »)**

## Analyse des besoins

- **Etats de mer (chronologie tempêtes, régime des états de mer, statistiques tempêtes extrêmes) – pour les modélisations et la bonne compréhension de l'évolution du littoral (diagnostic)**
- **Mesures des houles et de courants (calage des modèles)**
- **Évolution du littoral: traits de rivage, photogrammétrie aériennes,...**

# ETUDE SUR UNE ZONE ÉTENDUE : DE LA CITADELLE AU GOLO



Photo Google Earth

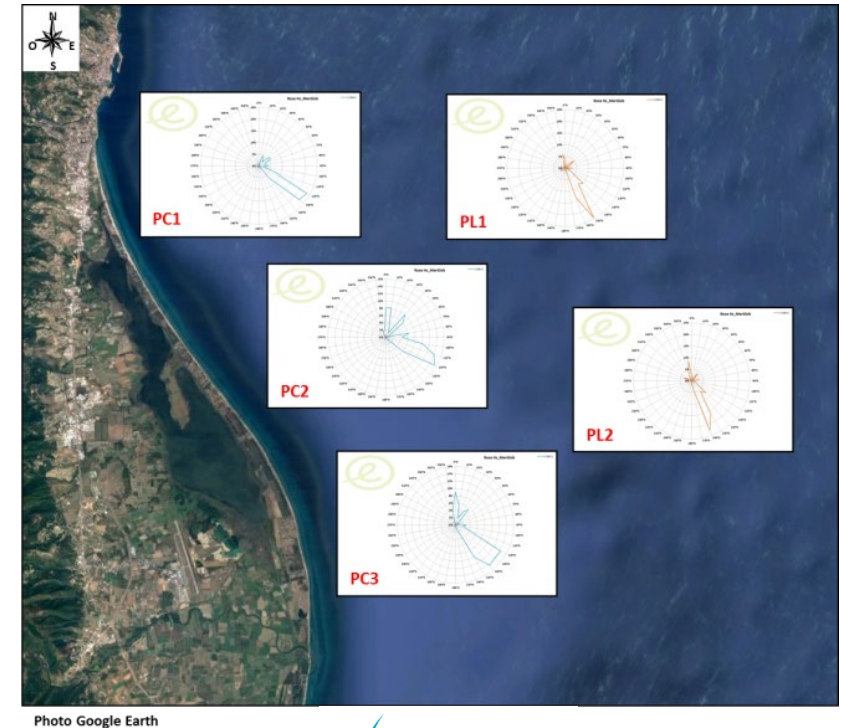
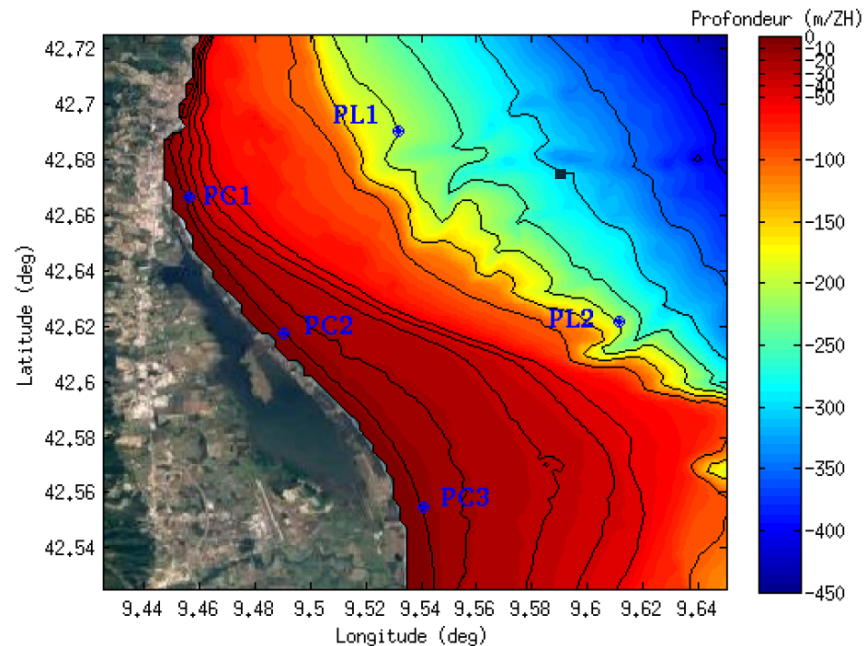
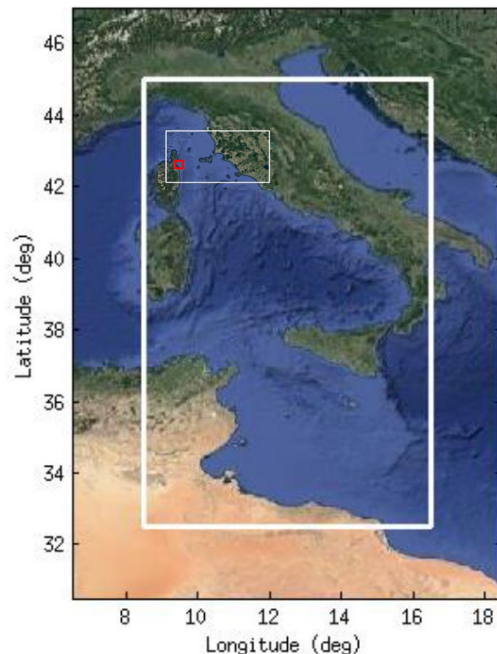




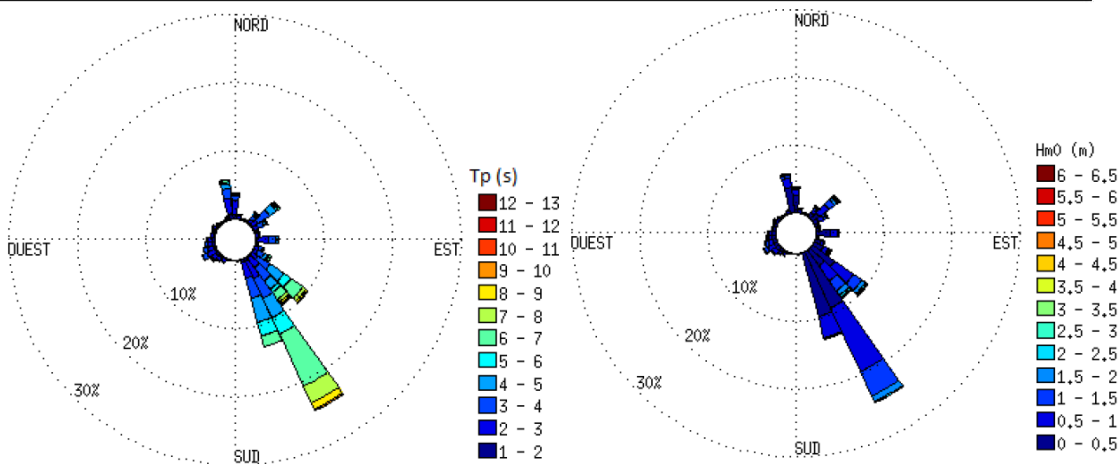
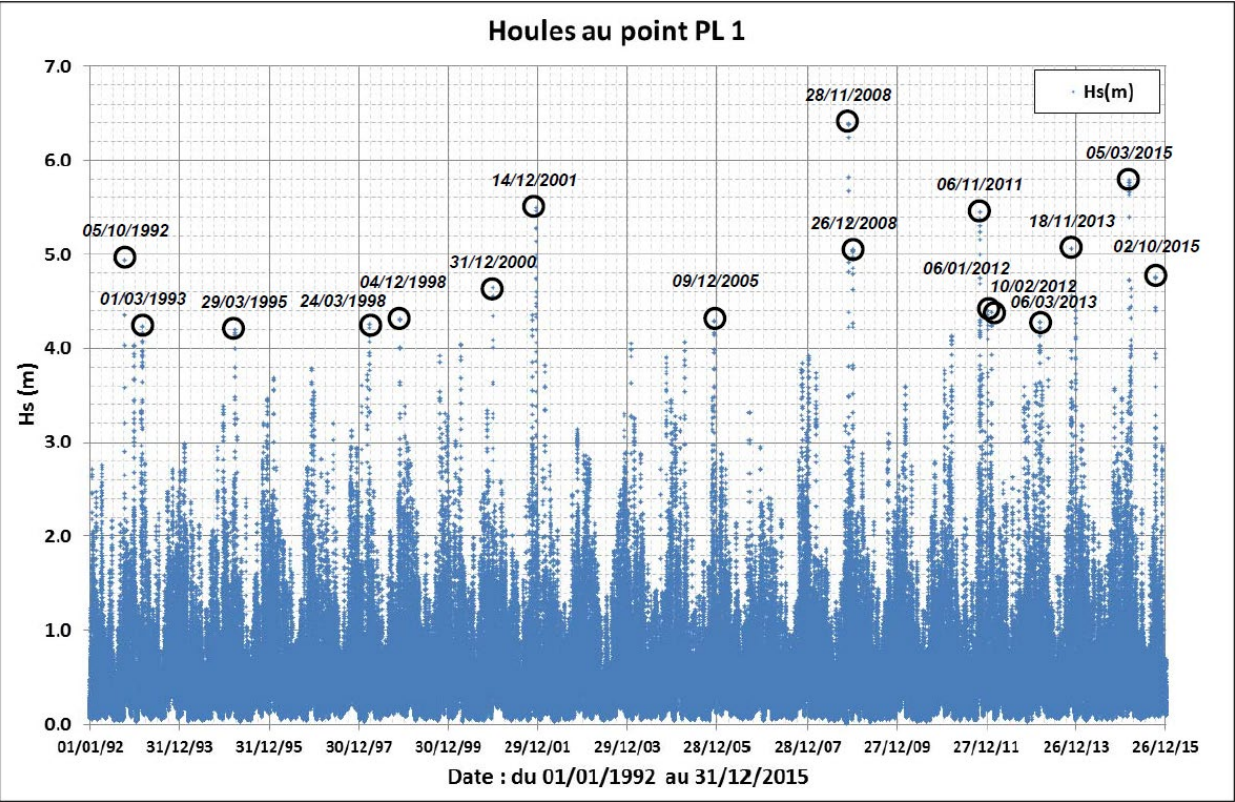
# DONNÉES MÉTÉO-OCÉANOGRAPHIQUES



- ❑ **La caractérisation des états de mer est établie par l'utilisation combinée de modèles numériques et de mesures satellitaires.**
  - La reconstitution des conditions d'états de mer au large a été réalisée à l'aide du modèle de vague de 3ème génération WAVEWATCH III pour l'ensemble des années (**Janvier 1992 à Décembre 2015**).
  - La propagation des états de mer reconstitués a été réalisée jusque sur les points d'étude, à l'aide du logiciel de propagation SWAN, qui est également un modèle de 3ème génération mais spécifique des influences côtières.
- ❑ **La modélisation des états de mer a été effectuée à partir des champs de vents du modèle NCEP CFSR1.**
- ❑ **Les statistiques usuelles et extrêmes sur les points d'étude sont déduites de l'analyse de la base de données obtenue sur ces mêmes points d'étude.**



HOULES



| SECTEUR 1 - [350° 010°] |         |                               |     |         |               |           |          |
|-------------------------|---------|-------------------------------|-----|---------|---------------|-----------|----------|
| Loi                     | GAMMA   |                               |     |         |               | alpha =   | 1.6538   |
| Seuil (m)               | 1.7     |                               |     |         |               | lambda =  | 0.967446 |
| Tempêtes nb/an          | 127     |                               |     |         |               |           |          |
|                         | 5.3     |                               |     |         |               |           |          |
| Période de retour       | Hm0 (m) |                               |     | Tp (s)  | Dirp (°/Nord) | Gamma     | s        |
|                         | Modal   | Intervalle de confiance à 90% |     | min-max | min-max       | min-max   | min-max  |
|                         |         | min                           | max |         |               |           |          |
| 1 an                    | 2.7     | 2.5                           | 2.8 | 7 - 8   | 350 - 10      | 1 - 1.6   | 2 - 45   |
| 5 ans                   | 3.6     | 3.3                           | 4.0 | 7 - 9   | 350 - 10      | 1 - 1.6   | 2 - 45   |
| 10 ans                  | 4.3     | 3.6                           | 4.5 | 8 - 9   | 350 - 10      | 1 - 1.4   | 10 - 45  |
| 20 ans                  | 4.5     | 3.9                           | 5.1 | 8 - 9   | 350 - 10      | 1 - 1.4   | 15 - 40  |
| 50 ans                  | 5.0     | 4.3                           | 5.8 | 8 - 10  | 350 - 10      | 1 - 1.2   | 20 - 40  |
| 100 ans                 | 5.4     | 4.6                           | 6.3 | 8 - 11  | 350 - 10      | 1 - 1.2   | 25 - 35  |
| SECTEUR 2 - [010° 070°] |         |                               |     |         |               |           |          |
| Loi                     | GAMMA   |                               |     |         |               | alpha =   | 1.38343  |
| Seuil (m)               | 2.3     |                               |     |         |               | lambda =  | 0.95043  |
| Tempêtes nb/an          | 123     |                               |     |         |               |           |          |
|                         | 5.1     |                               |     |         |               |           |          |
| Période de retour       | Hm0 (m) |                               |     | Tp (s)  | Dirp (°/Nord) | Gamma     | s        |
|                         | Modal   | Intervalle de confiance à 90% |     | min-max | min-max       | min-max   | min-max  |
|                         |         | min                           | max |         |               |           |          |
| 1 an                    | 3.4     | 3.2                           | 3.6 | 7 - 8   | 10 - 70       | 1 - 1.8   | 1 - 10   |
| 5 ans                   | 4.3     | 4.1                           | 4.6 | 7 - 8   | 10 - 70       | 1 - 1.8   | 1 - 8    |
| 10 ans                  | 5.1     | 4.5                           | 5.6 | 8 - 9   | 10 - 70       | 1 - 1.8   | 1 - 8    |
| 20 ans                  | 5.6     | 4.9                           | 6.3 | 8 - 10  | 20 - 70       | 1 - 1.8   | 1 - 8    |
| 50 ans                  | 6.2     | 5.3                           | 7.1 | 8 - 10  | 20 - 60       | 1 - 1.6   | 2 - 6    |
| 100 ans                 | 6.7     | 5.7                           | 7.9 | 8 - 10  | 20 - 50       | 1.2 - 1.6 | 2 - 6    |
| SECTEUR 3 - [070° 120°] |         |                               |     |         |               |           |          |
| Loi                     | WEIBULL |                               |     |         |               | alpha =   | 0.426389 |
| Seuil (m)               | 1.9     |                               |     |         |               | c =       | 0.804868 |
| Tempêtes nb/an          | 76      |                               |     |         |               |           |          |
|                         | 3.2     |                               |     |         |               |           |          |
| Période de retour       | Hm0 (m) |                               |     | Tp (s)  | Dirp (°/Nord) | Gamma     | s        |
|                         | Modal   | Intervalle de confiance à 90% |     | min-max | min-max       | min-max   | min-max  |
|                         |         | min                           | max |         |               |           |          |
| 1 an                    | 2.4     | 2.3                           | 2.5 | 5 - 7   | 70 - 120      | 1 - 1.8   | 1 - 10   |
| 5 ans                   | 3.4     | 3.1                           | 3.7 | 6 - 8   | 70 - 120      | 1 - 1.8   | 1 - 7    |
| 10 ans                  | 3.9     | 3.4                           | 4.3 | 7 - 8   | 70 - 120      | 1 - 1.8   | 1 - 5    |
| 20 ans                  | 4.4     | 3.8                           | 5.0 | 7 - 8   | 70 - 120      | 1 - 1.8   | 1 - 4    |
| 50 ans                  | 5.1     | 4.3                           | 5.8 | 7 - 9   | 70 - 120      | 1 - 1.8   | 1 - 4    |
| 100 ans                 | 5.6     | 4.7                           | 6.6 | 8 - 10  | 70 - 120      | 1.1 - 1.6 | 1 - 3    |
| SECTEUR 4 - [120° 160°] |         |                               |     |         |               |           |          |
| Loi                     | GAMMA   |                               |     |         |               | alpha =   | 1.20293  |
| Seuil (m)               | 2.4     |                               |     |         |               | lambda =  | 0.775489 |
| Tempêtes nb/an          | 127     |                               |     |         |               |           |          |
|                         | 5.3     |                               |     |         |               |           |          |
| Période de retour       | Hm0 (m) |                               |     | Tp (s)  | Dirp (°/Nord) | Gamma     | s        |
|                         | Modal   | Intervalle de confiance à 90% |     | min-max | min-max       | min-max   | min-max  |
|                         |         | min                           | max |         |               |           |          |
| 1 an                    | 3.5     | 3.3                           | 3.7 | 7 - 12  | 120 - 160     | 1 - 1.6   | 5 - 50   |
| 5 ans                   | 4.7     | 4.2                           | 5.2 | 8 - 12  | 120 - 160     | 1 - 1.6   | 5 - 40   |
| 10 ans                  | 5.3     | 4.6                           | 5.9 | 8 - 12  | 120 - 160     | 1 - 1.6   | 5 - 30   |
| 20 ans                  | 5.8     | 5.0                           | 6.8 | 8 - 12  | 120 - 160     | 1 - 1.6   | 5 - 25   |
| 50 ans                  | 6.6     | 5.5                           | 7.6 | 8 - 13  | 120 - 160     | 1.1 - 1.6 | 5 - 20   |
| 100 ans                 | 7.1     | 5.9                           | 8.3 | 9 - 13  | 130 - 150     | 1.2 - 1.5 | 5 - 20   |

Table : Statistiques extrêmes par secteurs directionnels des états de mer au point PL1



# CAMPAGNE DE MESURES OCEANOGRAPHIQUES



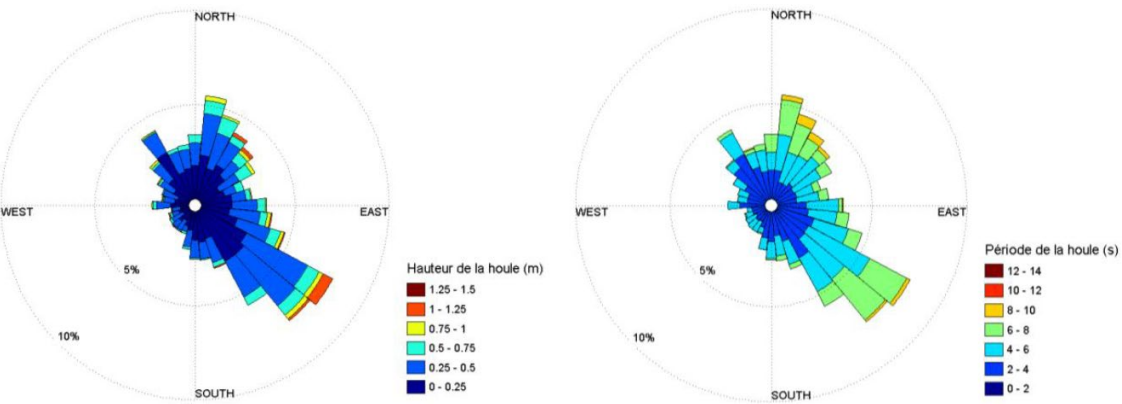
Campagne de mesure par NORTEKMED : mesures en 2 points du profil de courant sur la colonne d'eau, le niveau d'eau et la houle directionnelle. 2 campagnes : Du 30 mai au 5 juillet 2017 et du 25 septembre 28 octobre 2017

Figure 41 : Roses directionnelles du courant au milieu de la colonne d'eau sur les points 1 et 2



| Point de mesure | Latitude WGS84 | Longitude WGS84 |
|-----------------|----------------|-----------------|
| Point 1         | 42°38.595'N    | 9°28.043'E      |
| Point 2         | 42°38.984'N    | 9°29.202'E      |

Figure 59 : Point 2 - Roses directionnelles de la houle



**Les courants** sont influencés par la marée locale ainsi que par les variations diurnes du vent. Il est souvent difficile de dissocier l'influence respective de chacun des forçages car leurs fréquences d'apparition sont proches. Au niveau des directions de propagation des courants, les directions suivent globalement un alignement SSE / NNW pour le site 1 (faibles fonds: -10 m) et SE / NW pour le site 2 (plus au large: -45 m).



Awac 600 kHz: monté sur tripode avec rope caustique (Point 2)



Awac 1 MHz: monté sur tripode (Point 1)

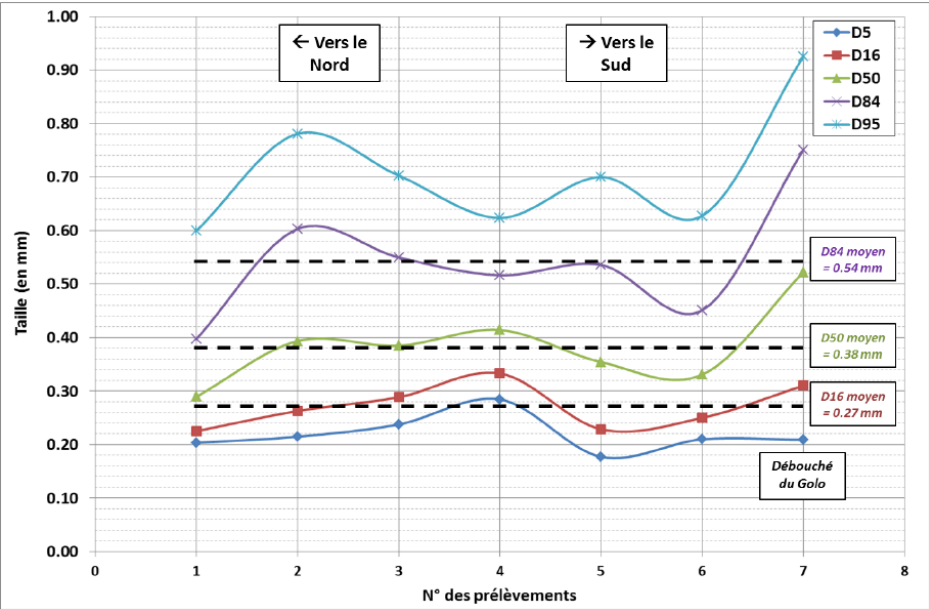
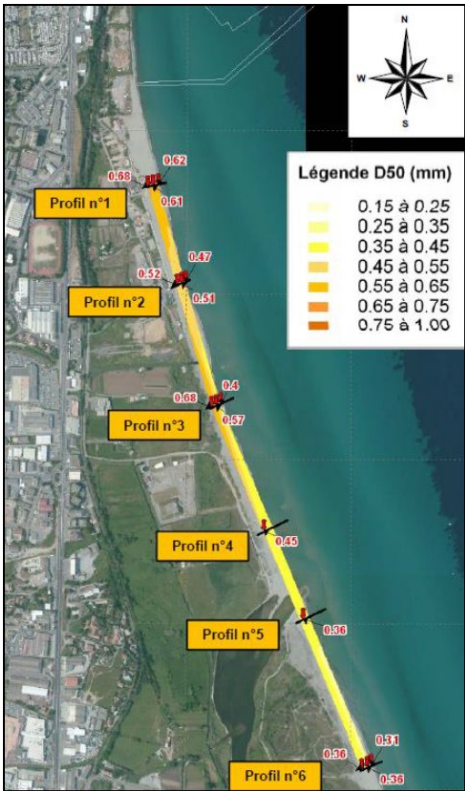




**DYNAMIQUE SÉDIMENTAIRE ACTUELLE**

**03.**

# SÉDIMENTOLOGIE



| Profil de<br>prélèvement | Distance par rapport<br>au pied dune ( m )                          | Caractéristiques granulométriques ( mm ) |      |      |      |      |
|--------------------------|---|--|------|------|------|------|
|                          |   | D5                                       | D16  | D50  | D84  | D95  |
| P1                       | Prélèvements sur la<br>plage sèche au-dessus<br>de la laisse de mer | 0.20                                     | 0.23 | 0.29 | 0.40 | 0.60 |
| P2                       |   | 0.21                                     | 0.26 | 0.39 | 0.60 | 0.78 |
| P3                       |   | 0.24                                     | 0.29 | 0.38 | 0.55 | 0.70 |
| P4                       |   | 0.28                                     | 0.33 | 0.41 | 0.52 | 0.62 |
| P5                       |   | 0.18                                     | 0.23 | 0.35 | 0.54 | 0.70 |
| P6                       |   | 0.21                                     | 0.25 | 0.33 | 0.45 | 0.63 |
| P7                       |   | 0.21                                     | 0.31 | 0.52 | 0.75 | 0.93 |
|                          | Moyenne   | 0.22                                     | 0.27 | 0.38 | 0.54 | 0.71 |

Le D50 moyen considéré pour le littoral est de 0,4 mm.  
Il y a un tri granulométrique transversal dans le profil de plage avec un sable de plus en plus grossier du bas vers le haut de la plage.  
Sur l'ensemble des 20 km de linéaire, il n'y a pas de tri granulométrique longitudinal marqué du Nord au Sud.

# DYNAMIQUE HYDROSÉDIMENTAIRE

La profondeur limite d'action de la houle est de -5.5 m.

L'orientation du débouché de l'étang de Biguglia au Nord indique un transit littoral résultant Sud-Nord et l'orientation du débouché de la rivière du Golo au Sud indique un transit littoral plus équilibré entre Sud-Nord et Nord-Sud.

Lors des tempêtes exceptionnelles, le transit dans le profil est responsable des évolutions les plus significatives des plages.

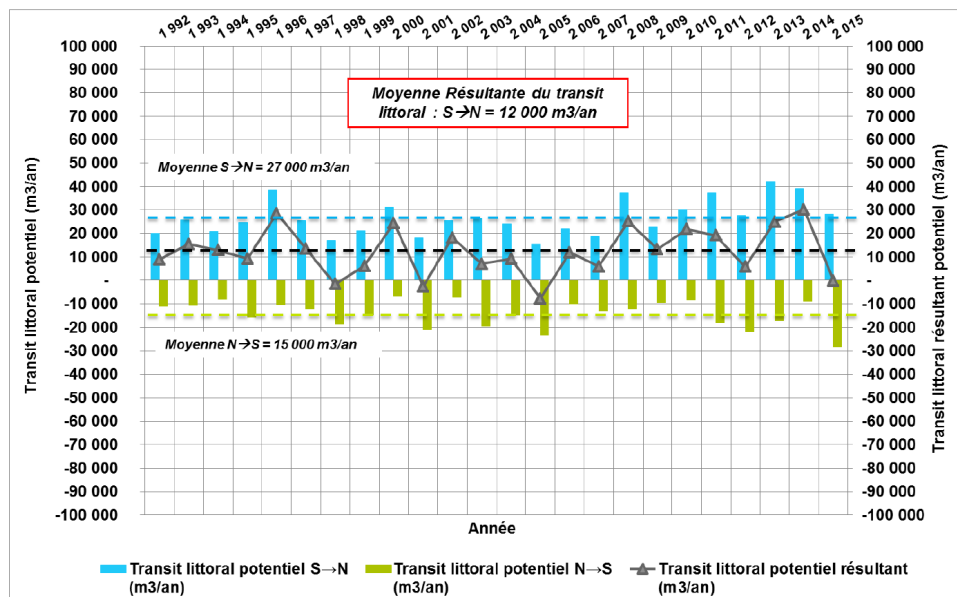
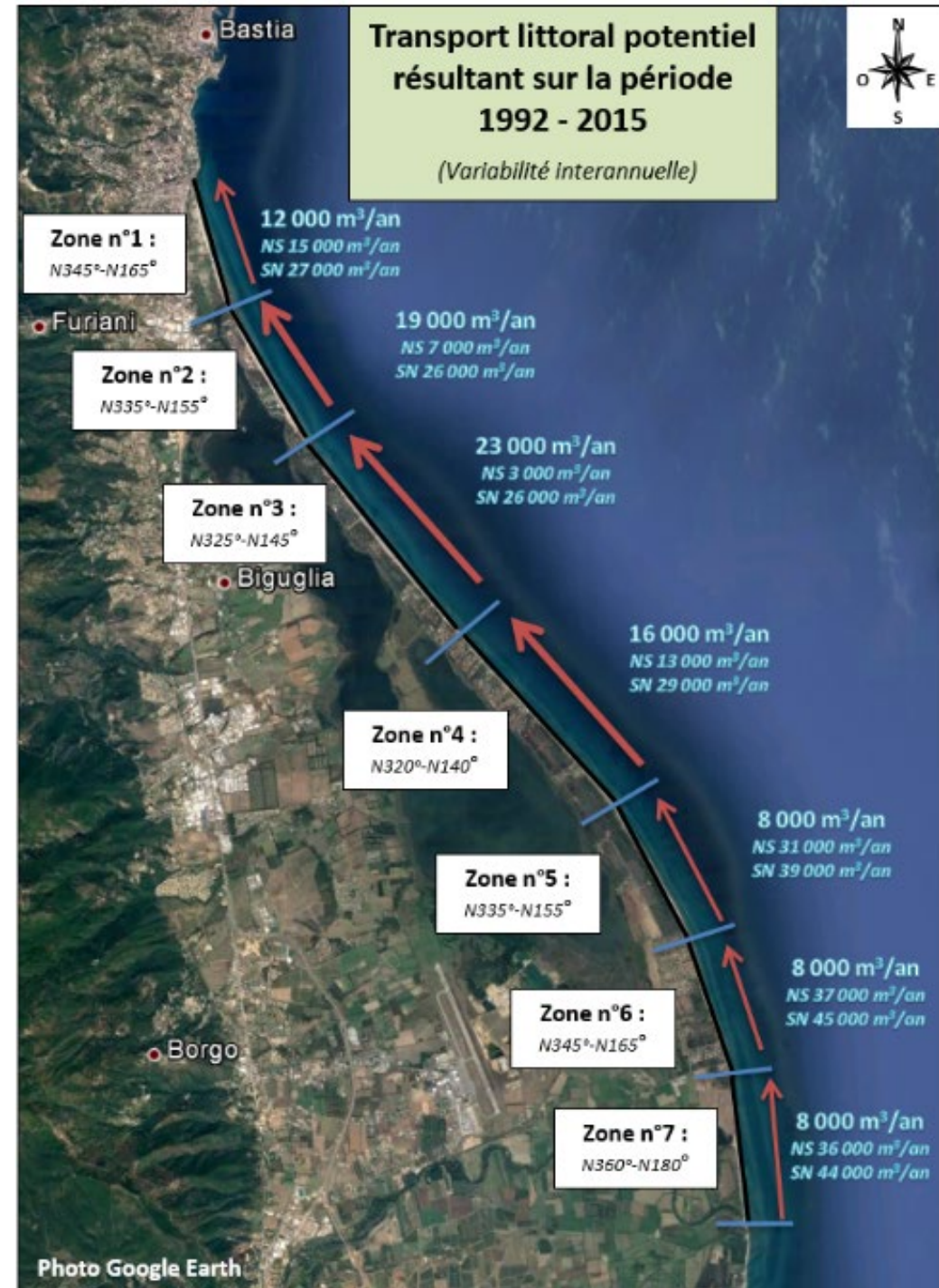


Figure – Exemple : variabilité inter annuelle du transit littoral dans la zone 1

Malgré la dominante globale du transit littoral Sud-Nord, il existe une variabilité interannuelle du transit littoral potentiel résultant avec certaines années où la résultante du transit littoral est orientée Nord-Sud.

Ainsi, les années suivantes ont eu un transit littoral résultant orienté majoritairement Nord-Sud donc avec un régime de houles dominant pour les houles de Nord à Nord-Est vis-à-vis des houles de Sud-Est : 2005, 2012, 1998, etc...





# EVOLUTION PASSÉE DU TRAIT DE COTE

| N° secteur | Nom du secteur  | N° des profils concernés | Evolution moyenne du trait de côte (en m/an) |                                     |                   |                                     |                   |                                     |
|------------|---|--------------------------|--|-------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|
|            |   |                          | 1937 à 2017                                  |                                     | 1977 à 2017       |                                     | 1990 à 2017       |                                     |
|            |   |                          | Evolution en m/an                            | Fourchette liée à la marge d'erreur | Evolution en m/an | Fourchette liée à la marge d'erreur | Evolution en m/an | Fourchette liée à la marge d'erreur |
| 1          | Plage de l'Arinella jusqu'au Grau de l'étang de Biguglia                  | P1 à P12                 | 0.39   | -0.1 à +0.9 m/an                    | 0.64              | +0.1 à +1.1 m/an                    | 0.16              | -0.3 à +0.7 m/an                    |
| 2          | Du grau de l'étang de Biguglia jusqu'au club IGESA de la Marana           | P13 à P22                | 0.23   | -0.3 à +0.8 m/an                    | 0.40              | -0.1 à +0.9 m/an                    | -0.06             | -0.6 à +0.4 m/an                    |
| 3          | Du Club IGESA de la Marana jusqu'au Nord de Pineto                        | P23 à P37                | -0.04  | -0.5 à +0.5 m/an                    | -0.10             | -0.6 à -1.1 m/an                    | -0.25             | -0.8 à +0.2 m/an                    |
| 4          | Pineto  | P38 à P45                | -0.04  | -0.5 à +0.5 m/an                    | -0.02             | -0.5 à +0.5 m/an                    | -0.06             | -0.6 à +0.4 m/an                    |
| 5          | Du Sud de Pineto jusqu'au Nord du lotissement plage de la Marana (Pineto) | P46 à P60                | 0.09   | -0.4 à +0.6 m/an                    | -0.21             | -0.7 à +0.3 m/an                    | -0.31             | -0.8 à +0.2 m/an                    |
| 6          | Lotissement plage de la Marana jusqu'au lotissement California            | P61 à P70                | -0.03  | -0.5 à +0.5 m/an                    | -0.04             | -0.5 à +0.5 m/an                    | 0.00              | -0.5 à +0.5 m/an                    |
| 7          | Zone naturelle non habitée jusqu'à l'embouchure du Golo                   | P71 à P82                | -1.08  | -1.6 à -0.6 m/an                    | -0.79             | -1.3 à -0.3 m/an                    | -0.74             | -1.2 à -0.2 m/an                    |

# LE GOLO ET SON FONCTIONNEMENT

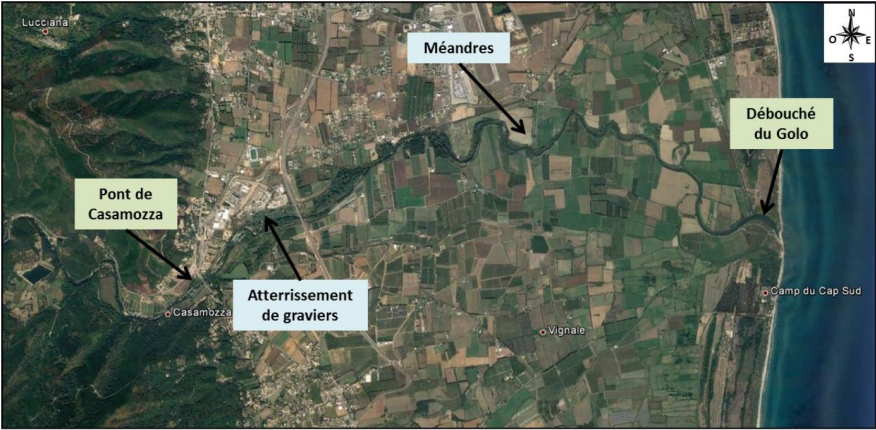


Photo Google Earth

Tableau 19 – Diamètre des grains charriés par le Golo

| Diamètre des grains<br>(% de refus au tamis) | Golo   |
|--|--------|
| 10%  | 80 mm  |
| 30%  | 50 mm  |
| 50%  | 5 mm   |
| 70%  | 0.5 mm |
| 90%  | 0.2 mm |

Si on traduit les tonnes en m<sup>3</sup> en prenant une densité de 2 on arrive à un apport annuel entre 28 500 et 36 000 m<sup>3</sup>.  
Cet apport se répartit entre les deux transits : le Sud→Nord qui nous intéresse et Nord→ Sud.

Le Transport littoral potentiel annuel résultant calculé sur la période 1992-2015 sur la zone 7 montre que ces deux transit sont quasiment équivalents, légèrement favorables vers le nord.

L'apport potentiel du Golo aux plages au Nord de son débouché est donc de l'ordre de 15 000 à 20 000m<sup>3</sup> par an. Cet apport est à minimiser en intégrant les prélèvements dans le lit du fleuve.

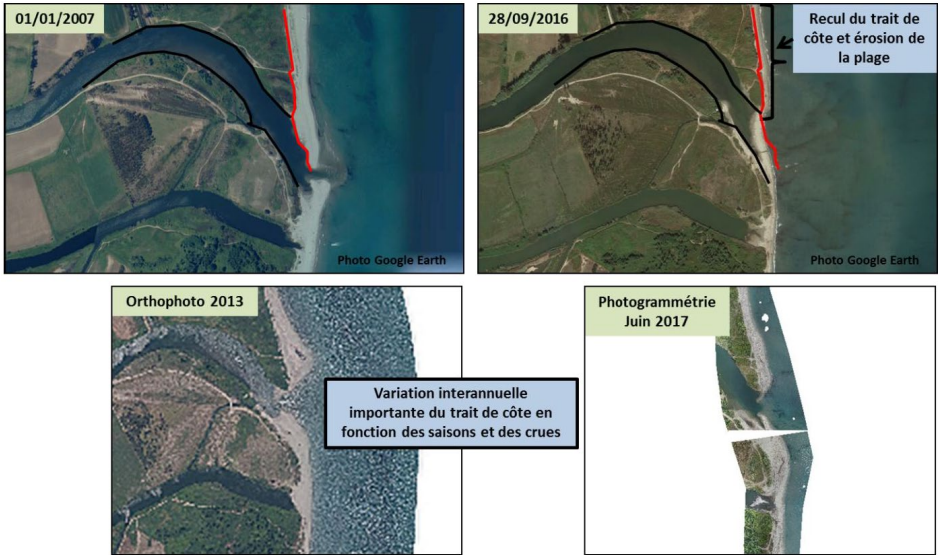
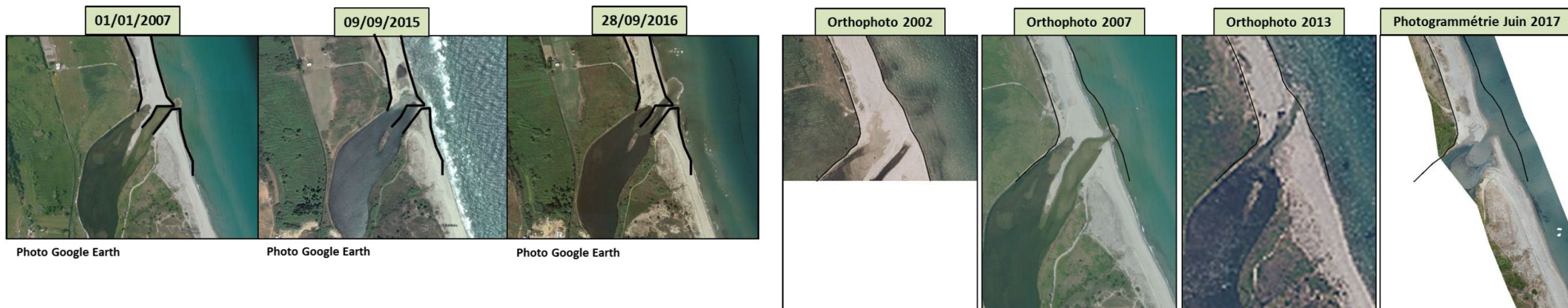


Figure 63 – Evolution de l'embouchure du Golo entre 2007 et 2017

Tableau 20 – Flux moyens annuels de sédiments transportés – Golo et Bevinco

| Cours d'eau    | Estimations des transports solides moyens annuels |                  |                        |
|----------------|---|------------------|------------------------|
|                | Matières en suspension (t/an)                     | Charriage (t/an) | Transport total (t/an) |
| Bévinco 75 km² | 750 – 3 000                                       | 2 250            | 3 000 – 5 250          |
| Golo 1036 km²  | 30 000 – 45 000                                   | 27 000           | 57 000 – 72 000        |

# LE GRAU DE L'ÉTANG DE BIGUGLIA



On constate une variabilité interannuelle du grau en fonction des saisons et des crues. Le débouché est toujours orienté vers le Nord. La position actuelle du grau est en équilibre avec les facteurs environnementaux du site.

## Le débouché en mer de l'étang de Biguglia n'est pas ouvert naturellement.

Depuis plusieurs années, le Conseil Départemental pour le compte de la Réserve (depuis le 16 août 2000) assure en temps utile l'ouverture artificielle du grau au moyen d'une pelle hydraulique pour favoriser le renouvellement des eaux et l'alevinage dans l'étang. Ouverture d'un chenal d'environ 1 m de profondeur.

Nombre d'ouvertures :

- 2017 = 84 ;
- 2018 = 20 ;
- 2019 = 49 à ce jour.

Nous retiendrons dans le cadre de notre étude que les apports de sédiments à la plage par le grau de l'étang de Biguglia sont négligeables.

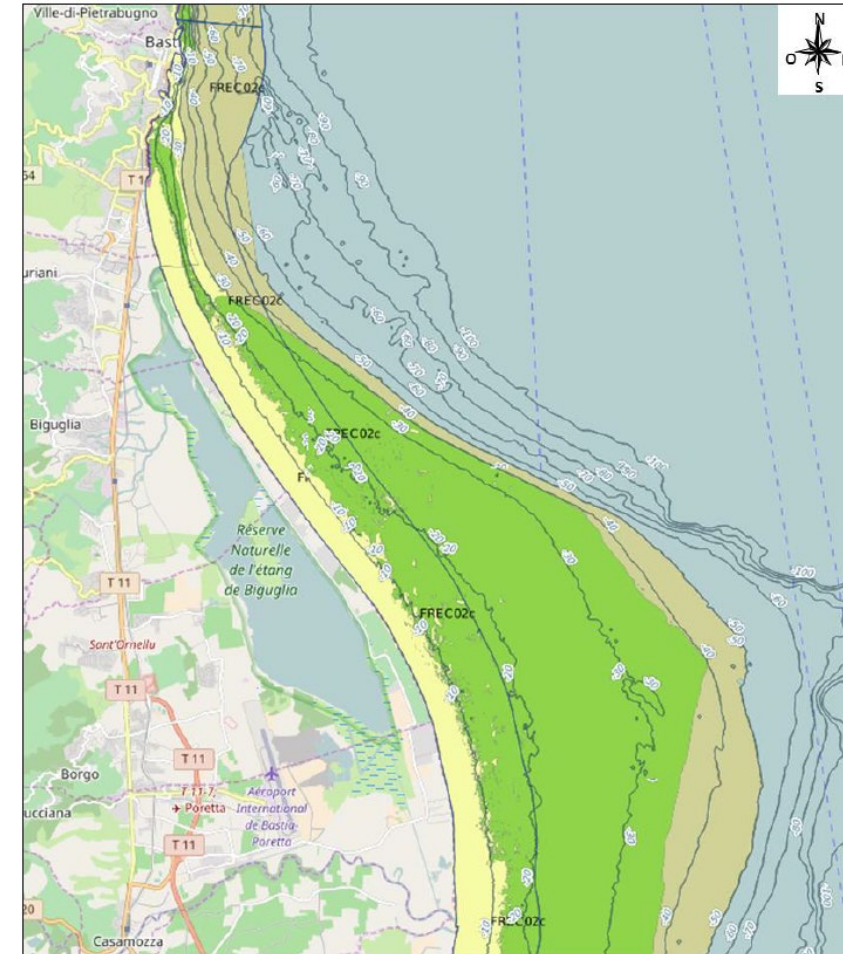


# GRAND HERBIER DE POSIDONIES

La zone Natura 2000 « Grand herbier de posidonie de la côte orientale » est présente au sein de la zone d'étude. Cette zone protégée s'étend sur une superficie de 43 079 ha. On constate que les herbiers sont omniprésents tout le long du littoral d'étude et leur présence s'étend d'environ -10 m à -35/-40 m de profondeur.

L'herbier de Posidonie joue aussi un rôle de protection du littoral:

- Il piège et fixe les sédiments, à la manière des Oyats sur les dunes. Il limite donc leur déplacement, lors des tempêtes.
- Grâce au laci de ses feuilles, **réduit l'hydrodynamisme (houle, courant)**, non seulement sous le couvert des feuilles, ce qui est facile à comprendre, mais aussi dans la colonne d'eau. **C'est la raison pour laquelle il amortit la puissance des vagues à la côte, et protège les plages de l'érosion.** En protégeant l'herbier, on protège donc les plages.
- Avant de rejoindre les grands fonds, les feuilles mortes de Posidonies s'accumulent souvent sur les plages, sous forme de banquettes. **Ces banquettes protègent également les plages contre l'érosion, lors des tempêtes d'automne et d'hiver.**



Source: [www.medrix.fr](http://www.medrix.fr)



**MODÉLISATIONS NUMÉRIQUES.**

**04.**

# DEUX TYPES DE MODÉLISATIONS NUMÉRIQUES

## ➤ **Modèle courantologique / couplage houle-courants:**

- Permet de simuler les courants marins et notamment les courants de déferlement, en configuration actuelle et en configuration aménagée (c'est-à-dire avec incorporation du futur port).
- Objectif: Evaluer l'impact du port sur les courants marins et ainsi appuyer et conforter les résultats obtenus avec les modèles d'évolution à long terme du trait de côte.

## ➤ **Modèle d'évolution à long terme du trait de côte:**

- Permet, à partir des séries chronologiques de houles au large, de calculer les évolutions de la ligne de rivage sur une longue durée (plusieurs années), dans la configuration actuelle et aménagée.
- Objectif: comparer les positions du trait de côte obtenues pour chacune de ces configurations et ainsi, évaluer les impacts à long terme du port sur la forme du littoral

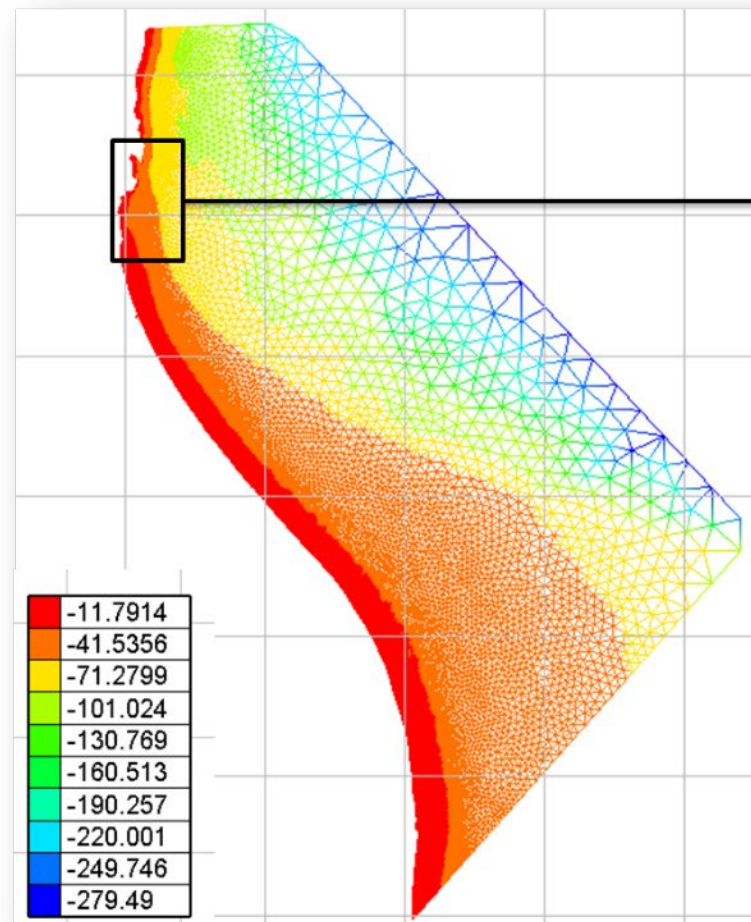
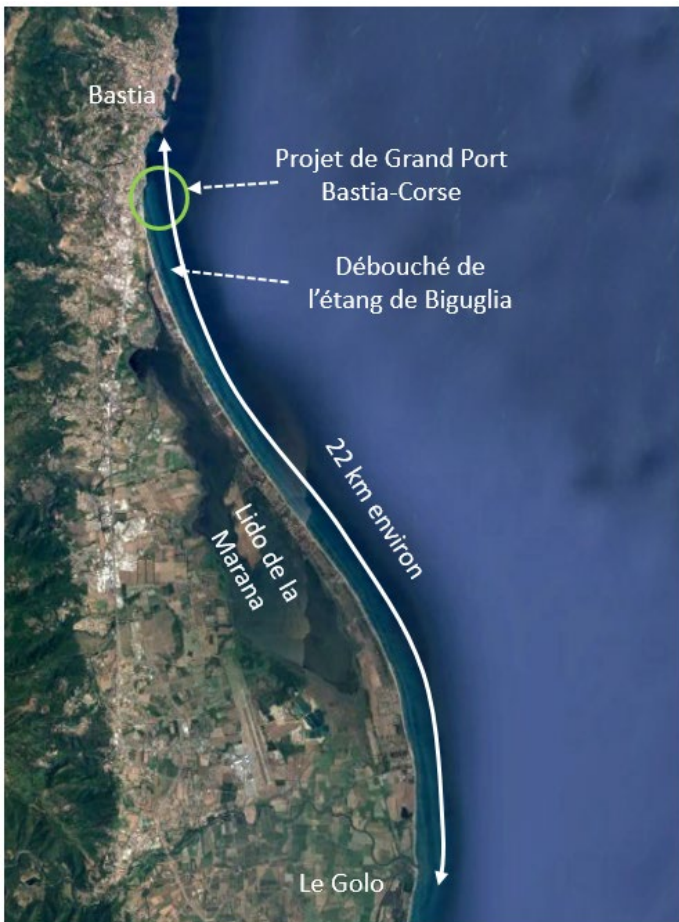
# MODÉLISATION DES COURANTS

- TOMAWAC (propagation des houles) + TELEMAC2D (courantologie)
  - Objectif : Etude de l'impact du futur port sur les courants
  - Représentation des courants littoraux
- Calage / validation
  - Avec campagne de mesures de houle/courant et niveaux d'eau
- 2 configurations & 69 cas de calculs par configuration
  - Etat actuel + Etat projet
  - 49 cas de calcul de base issues de l'analyse des données de houles / états de mer
    - 7 directions au large N00°; N040°; N055°; N090°; N135°; N150°; N165°
    - 7 « périodes de retour »: 1% annuel ; 1 an ; 5 ans ; 10 ans ; 20 ans ; 50 ans ; 100 ans
  - 20 cas « réchauffement climatique »
    - 5 directions au large N00°; N055°; N090°; N150°; N165°
    - 2 « période de retour »: 50 ans ; 100 ans
    - Hausse de 20% et baisse de 20% des hauteurs de houle
    - Élévation niveau mer = +0,55 m
- Hypothèses de calcul
  - Simulations en mode stationnaire (Hs, Tp, Dir, Zw constant)
  - Courants généraux et des courants de marée négligeables et sans influence sur le transport sédimentaire
  - Sensibilité sur la prise en compte du vent



# MODÉLISATION DES COURANTS

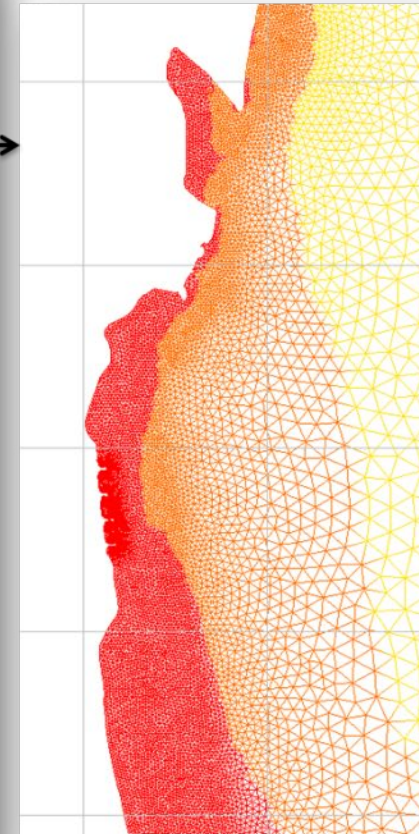
## Emprise, maillage et bathymétrie



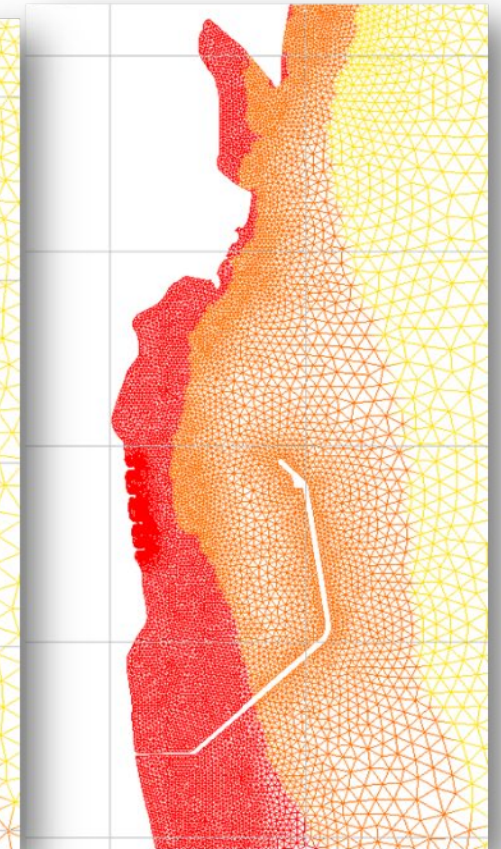
Tailles de maille :

- 1 km au large
- 350 m à Zf=-40mCM
- 15 m à la côte

Etat actuel



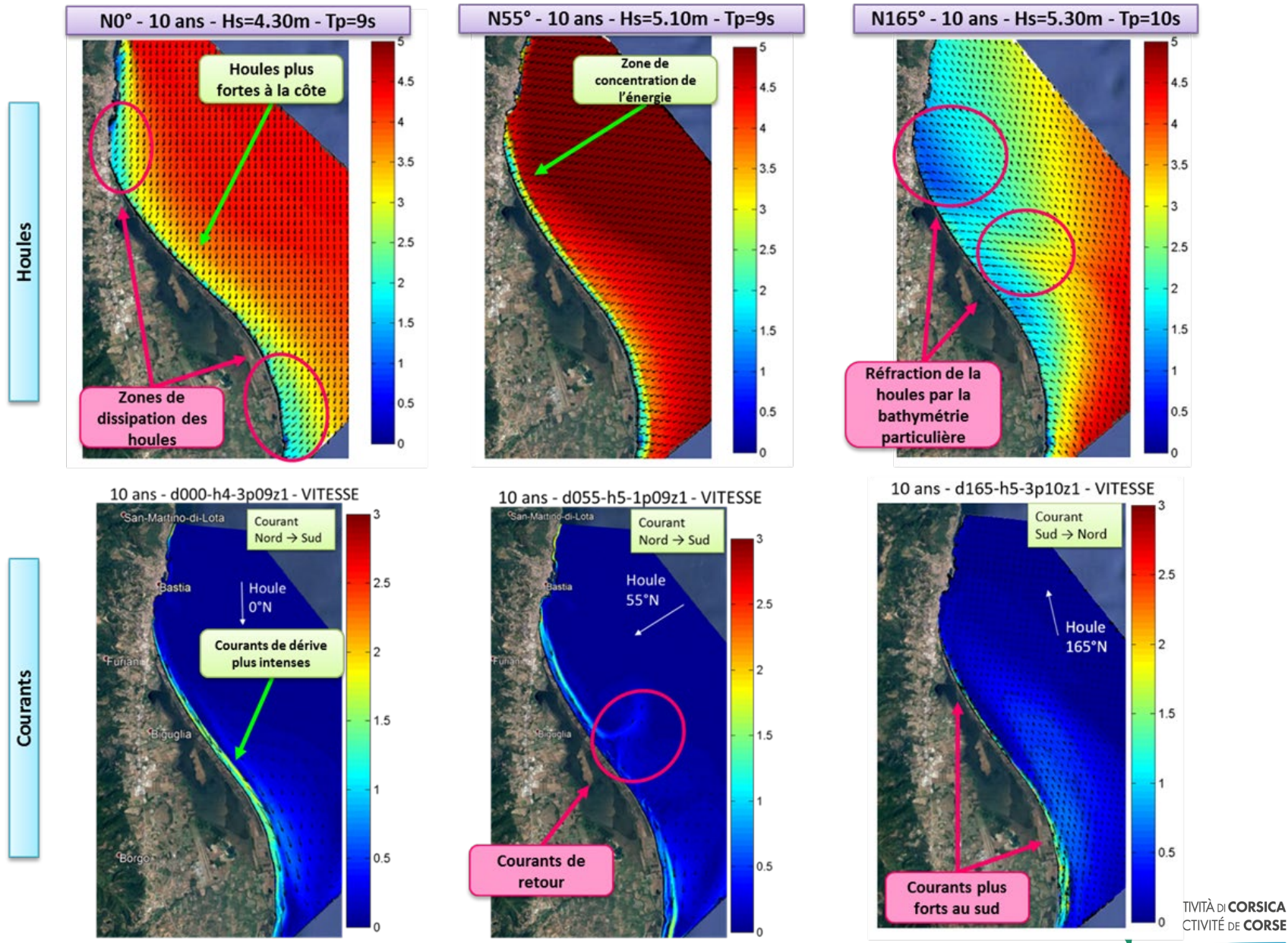
Etat projet





# MODÉLISATION DES COURANTS DE DÉFERLEMENT

## Résultats état actuel

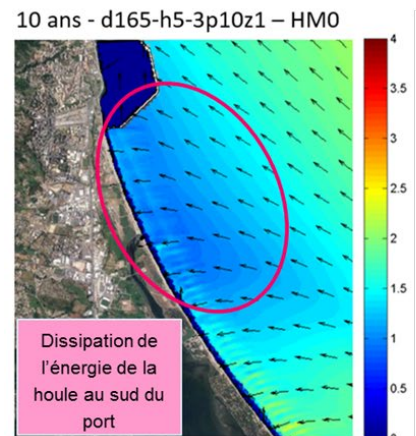
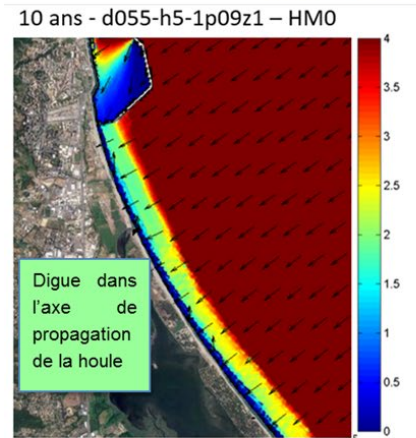
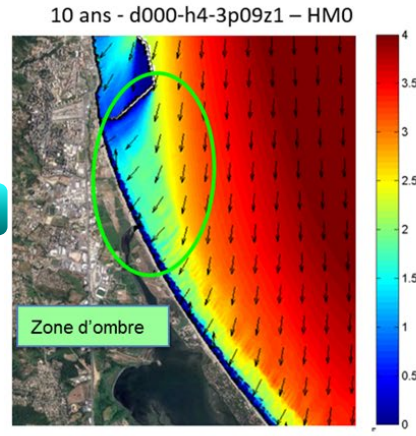




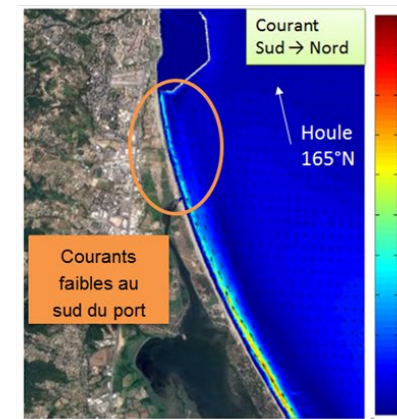
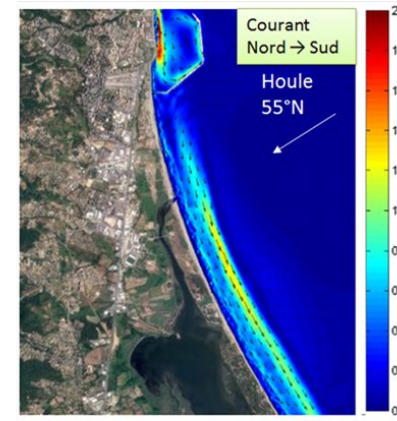
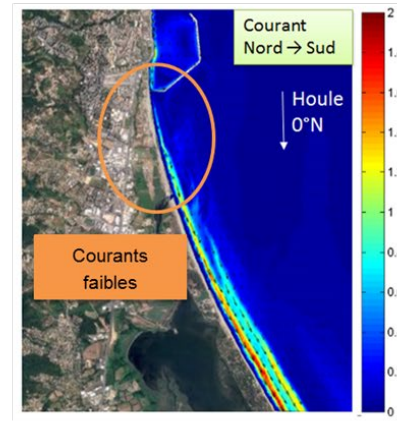
# MODÉLISATION DES COURANTS DE DÉFERLEMENT

Résultats état futur

Houles

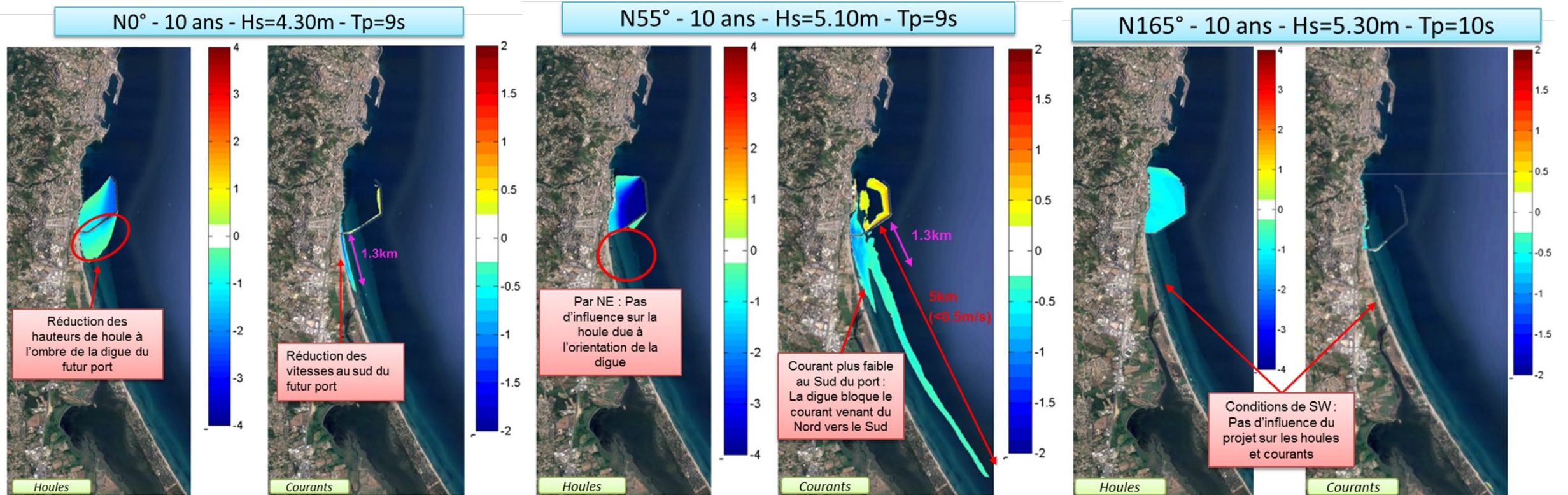


Courants



# MODÉLISATION DES COURANTS DE DÉFERLEMENT

Résultats: différentiel état actuel - état futur





# MODÉLISATION DES COURANTS

## Conclusions de l'impact du port sur l'hydrodynamique littorale

- **Impact le plus important** → houles provenant du Nord et Nord-Est (0°N, 40°N et 55°N).
- **Houles de secteurs N à NE**
  - Création d'une **zone d'ombre** : Les vitesses de courant diminuent de l'enracinement de la future digue (0.75 à 1.5 m/s) sur une zone **s'étendant sur 1.5 km** et de l'ordre de 0.5 m/s sur une zone **jusqu'à 8 km au sud du port**.
  - La zone d'ombre est une zone où l'hydrodynamisme sera plus faible en état futur qu'en état actuel → tendance à créer une **accrétion au sud du port** car les courants du Nord vers le Sud seront plus faibles et les sédiments seront toujours apportés par les houles venant du Sud.
- **Houles de secteurs E (90°N) à SE (135°N) : impact limité du projet** sur la propagation des houles. L'impact du nouveau port est également limité sur la courantologie le long du littoral au sud, **sur une zone de 0.3 km à 0.5 km**, où les vitesses de courant diminuent d'environ 0.5m/s.
- **Houles de secteurs 150°N et 165°N: aucun impact hydrodynamique** sur le littoral n'est observé

## Conclusions de l'impact du réchauffement climatique

- **Conditions de Nord et Nord-Est** : Si augmentation des houles → Linéaire de littoral impacté plus important / Si réduction des houles → Linéaire de littoral impacté plus faible
- **Conditions de secteurs Est et Sud** : Peu d'impact du port sur les courants de dérive littorale

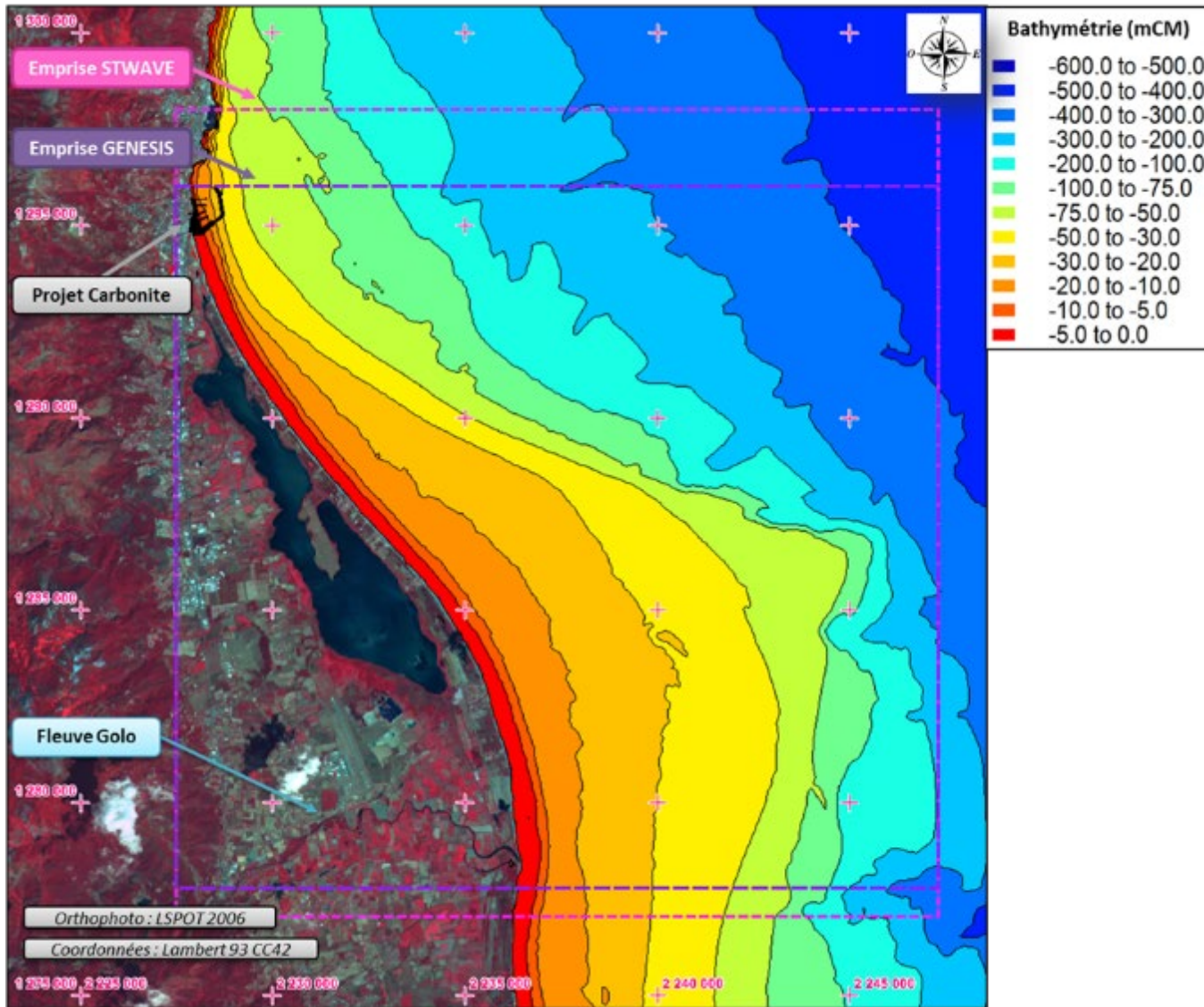
**Nota** : La distance de l'impact du port sur l'hydrodynamique côtière varie peu avec la période de retour de la tempête, notamment pour des événements avec périodes de retours supérieurs à 5 ans

# MODÉLISATION DE L'ÉVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE

## Mise en œuvre du modèle

### Méthodologie

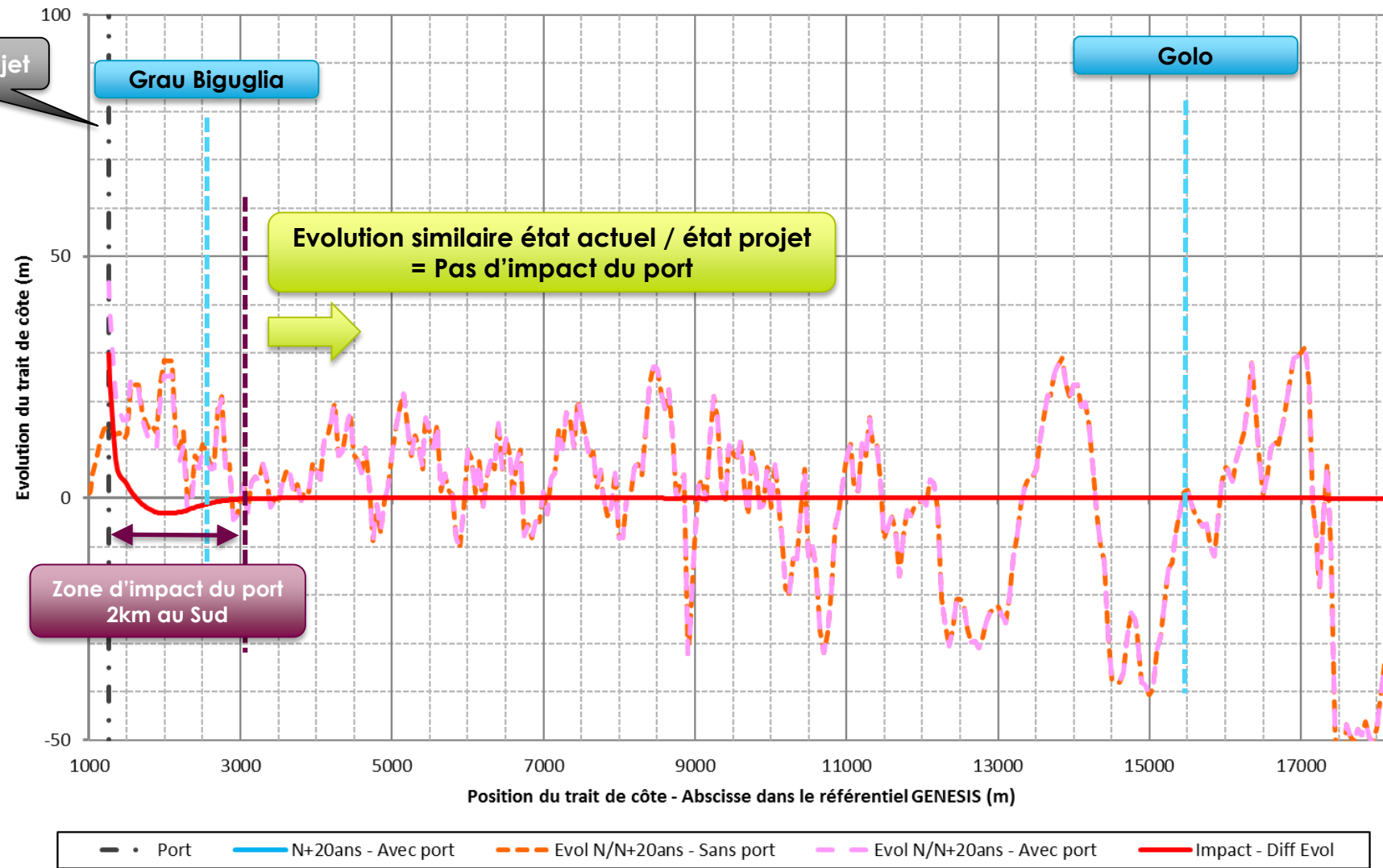
- Modèles :
  - Propagation des houles : modèle STWAVE
  - Evolution du trait de côte : modèle GENESIS
- Houles au large :
  - Série chronologique Point 1 GlobOcean
- Calage du modèle sur les évolutions antérieures (trait de côte): Période du 13/06/1996 au 13/06/2013 pour cadrer avec les données de trait de côte
- Configurations testées :
  - Etat actuel (ou état de référence)
  - Etat projet
- Durée modélisée : 20 ans (moyen termes)
- Tests de sensibilité sur les évolutions liées au réchauffement climatique



# MODÉLISATION DE L'ÉVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE

Résultats → Cas de base – jusqu'au débouché du GOLO

N / N+20 ans - Evolutions & impact

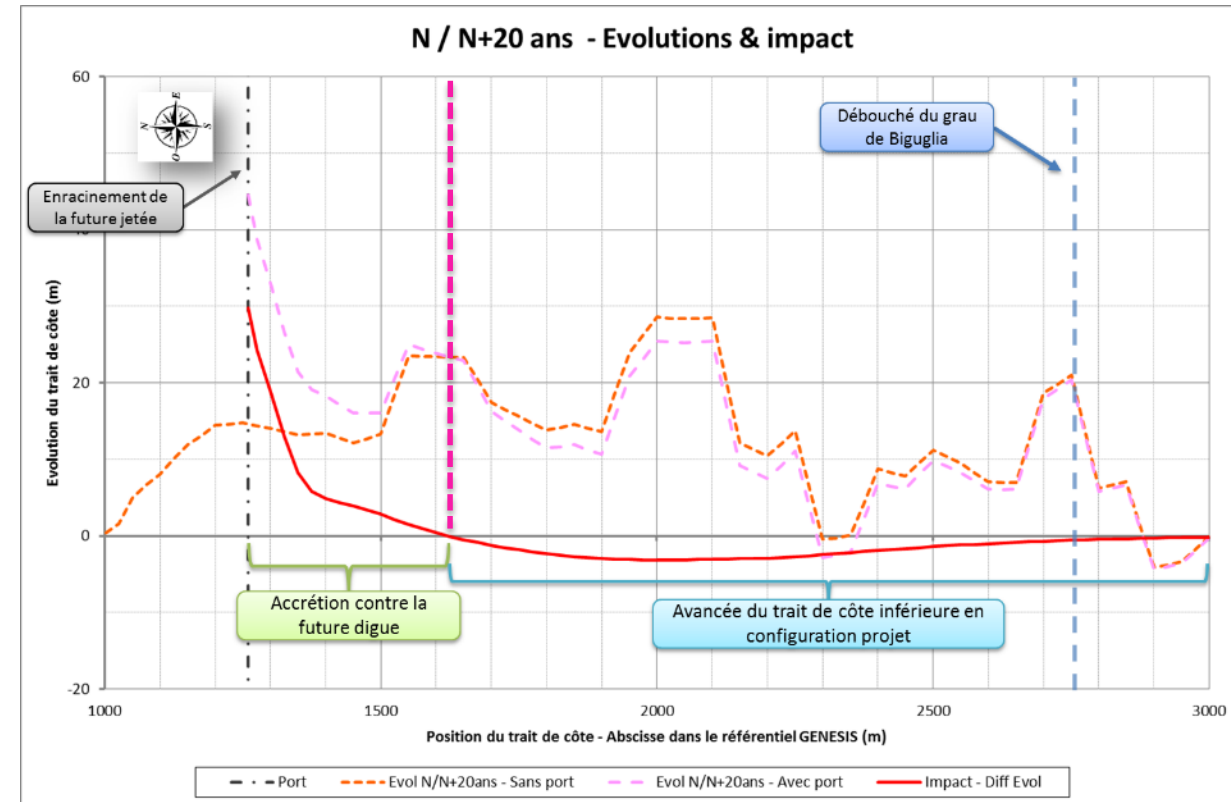
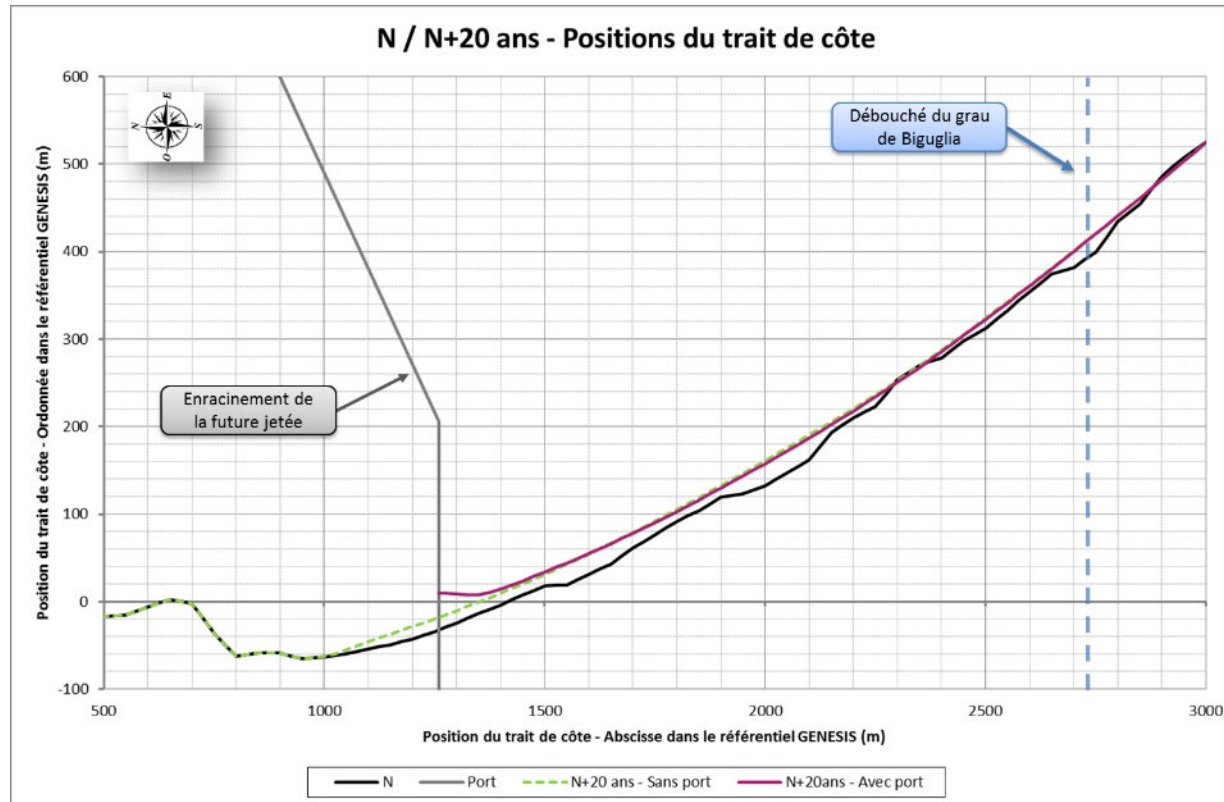


Nota: le point origine du (« 0 ») modèle GENESIS se situe à 1260m au nord de la digue principale



# MODÉLISATION DE L'ÉVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE

Résultats → Cas de base – Zoom jusqu'au sud du grau de l'étang de Biguglia

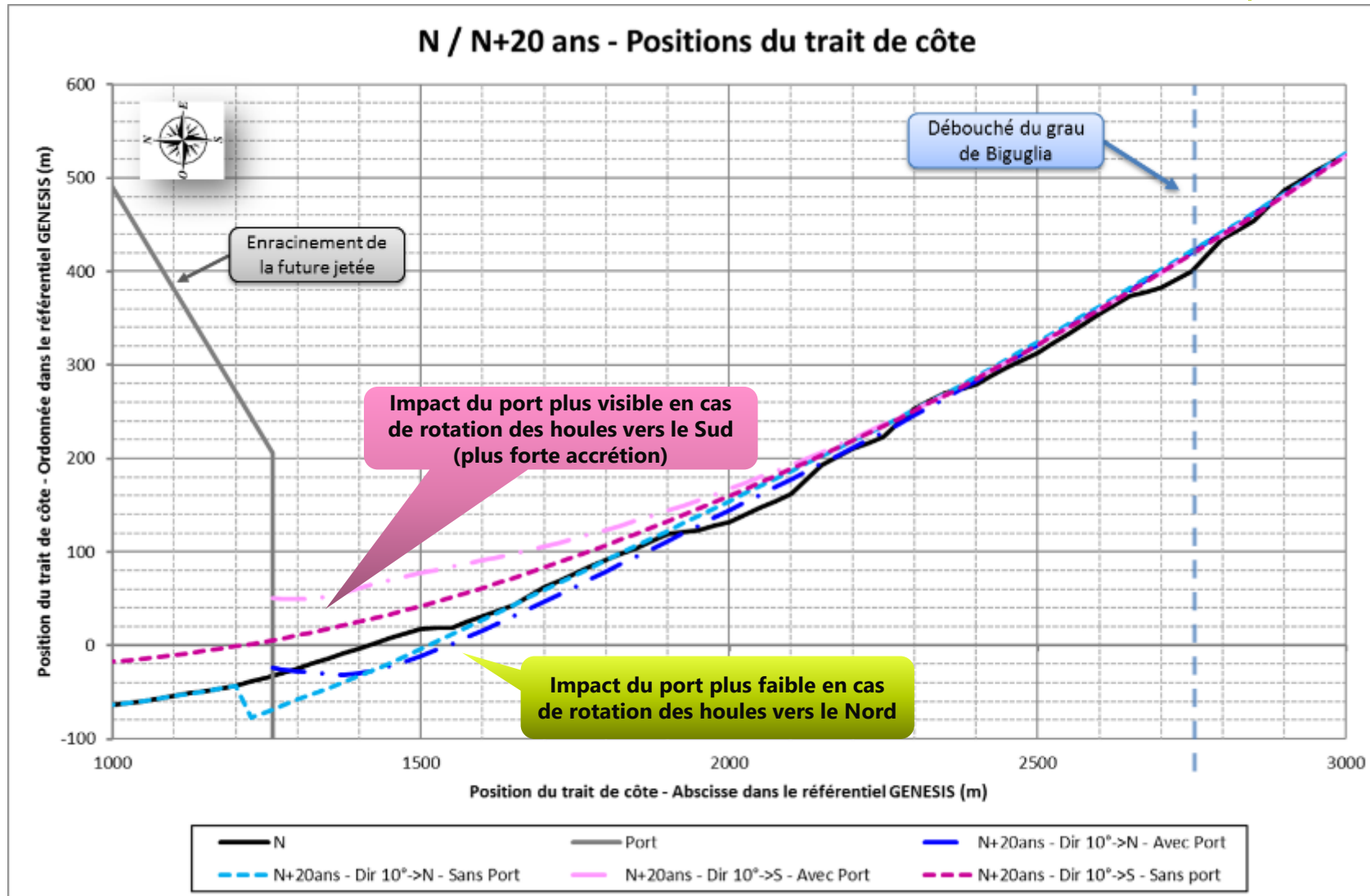


Nota: le point origine (« 0 ») du modèle GENESIS se situe à 1260m au nord de la digue principale

**Le port a un impact jusqu'au grau de l'étang de Biguglia. Par rapport à l'état non aménagé les différences sont sensibles uniquement sur quelques centaines de mètres au sud du port (accrétion plus importante. Par rapport à l'état actuel, les accrétions sont de l'ordre de 5 à 25/30 m sauf au sud immédiat de la digue (40-45m)**

# MODÉLISATION DE L'ÉVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE

Résultats → Tests de sensibilité - Influence des directions de provenance – **Impact du port**

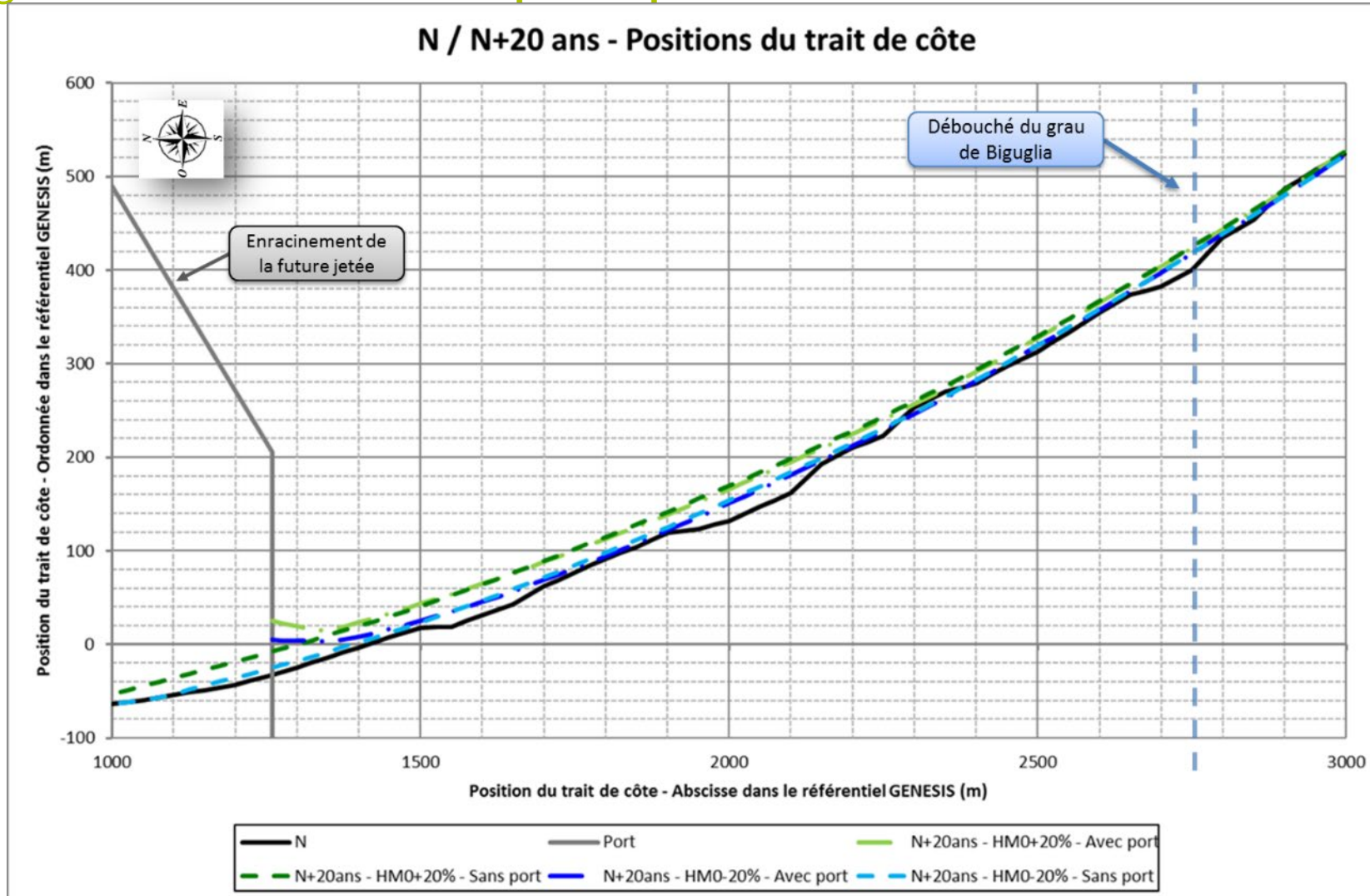


**Sensibilité aux directions de provenance**  
(décalage des états de mer au large de 10° vers le nord et vers le sud)  
Différentiel avec et sans port  
**Conclusion:** Influence prépondérante aux abords du port (2 km environ)  
impact plus fort si la rotation des états de mers est vers le Sud

Nota: le point origine du (« 0 ») modèle GENESIS se situe à 1260m au nord de la digue principale

# MODÉLISATION DE L'ÉVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE

Résultats → Tests de sensibilité Influence de l'accroissement / réduction des hauteurs significatives des houles – **Impact du port**

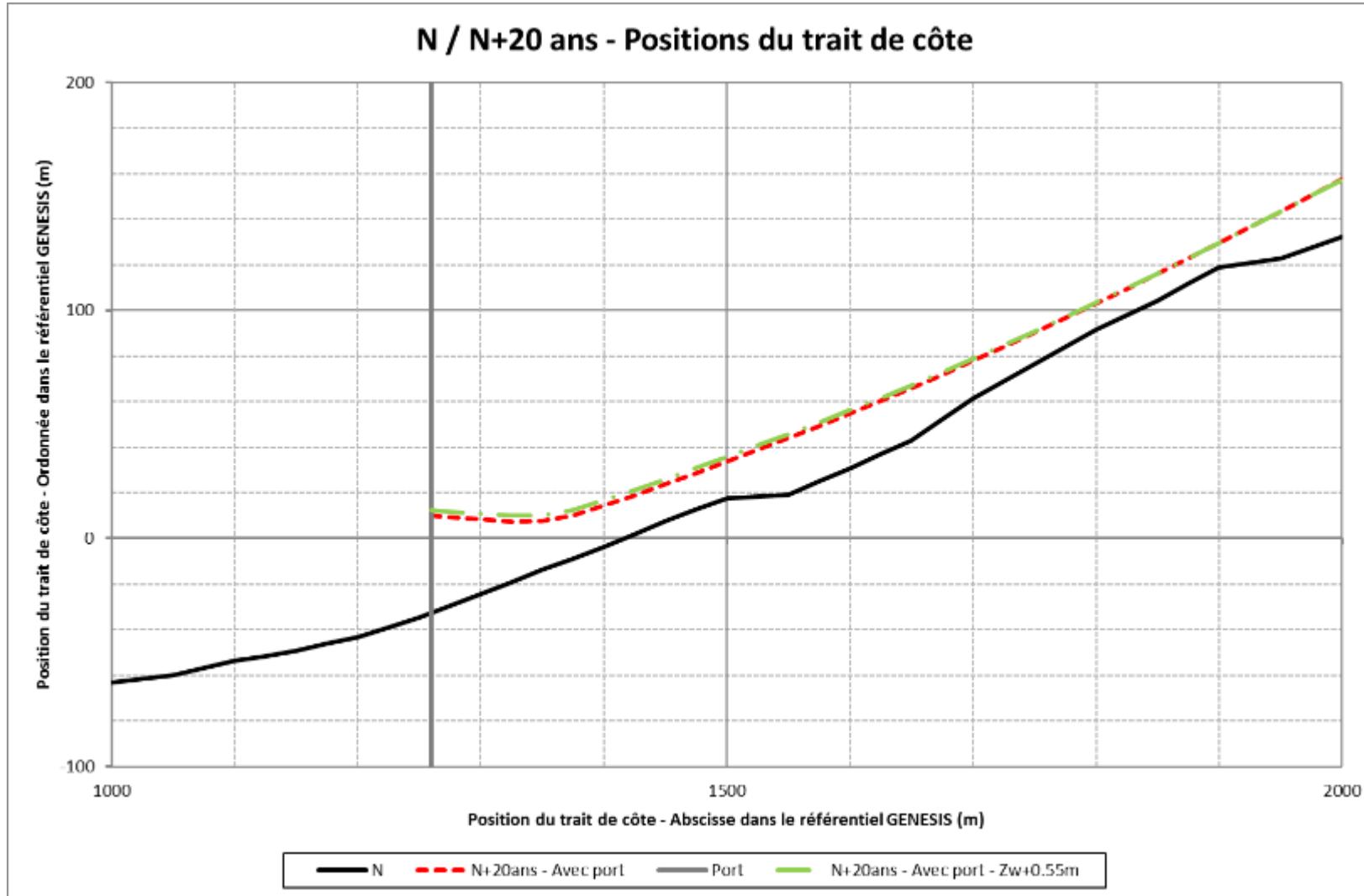


**Le port a un impact qui reste faible et se fait sentir jusqu'au sud du grau de l'étang de Biguglia.**

Nota: le point origine du (« 0 ») modèle GENESIS se situe à 1260m au nord de la digue principale

# MODÉLISATION DE L'ÉVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE

Résultats → Tests de sensibilité: **Influence de la remontée du niveau marin avec port**



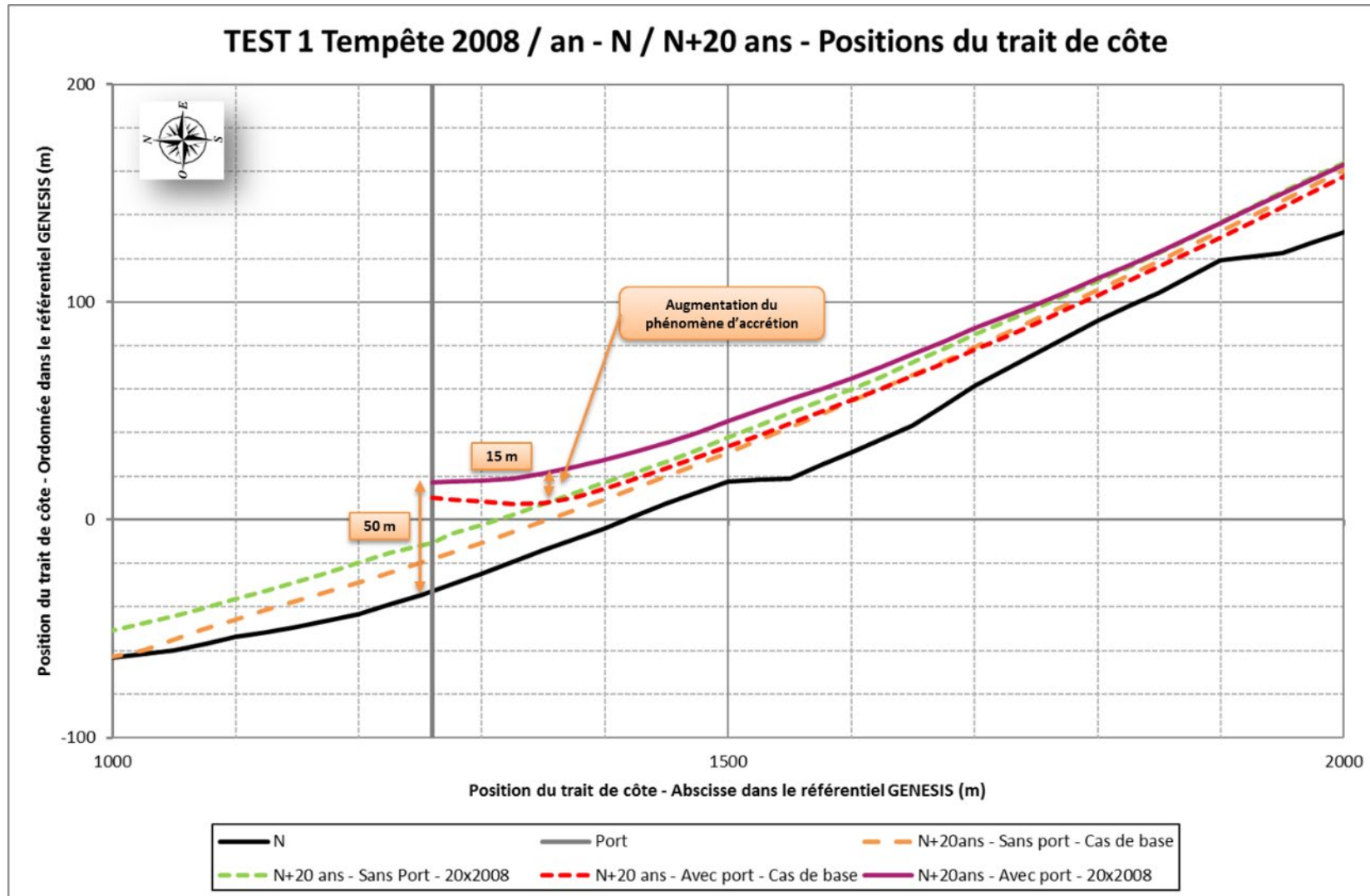
La sensibilité (impact du port) à la remontée du niveau des mers est faible (1 à 2m)

Nota: le point origine du (« 0 ») modèle GENESIS se situe à 1260m au nord de la digue principale



# MODÉLISATION DE L'ÉVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE

Résultats → Tests de sensibilité: **Influence de la multiplication des tempêtes**



La multiplication des tempêtes (répétition annuelle de la tempête de 2008) entraîne une augmentation de l'accrétion de 15m en 20 ans au maximum en configuration avec le port contre 5 m en 20 ans sans le port.

Nota: le point origine du (« 0 ») modèle GENESIS se situe à 1260m au nord de la digue principale



# MODÉLISATION DE L'ÉVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE (À 20 ANS)

## ■ Situation actuelle

- Résultante du transit sédimentaire orientée Sud → Nord :

- ▶ Avancée du trait de côte au Nord de la zone d'étude,
- ▶ Recul du trait de côte au Sud,

## ■ Situation projet

- Le projet de Grand Port Bastia-Corse est situé à l'extrémité Nord de la cellule hydrosédimentaire → Pas de rupture du transit sédimentaire le long du littoral sableux
- La digue crée un obstacle physique au transit → Accumulation de sédiments au Sud du port contre la future digue

## ■ Impacts du projet

- Les impacts du projet se font sentir sur une distance d'environ 2 km au sud de la digue principale du port,
- Remodelage de la forme en équilibre de la plage
- Par rapport à l'état actuel, les accrétions diminuent du nord vers le sud du port de 25/30 m jusqu'à 0 m au sud du grau de l'étang de Biguglia (à environ 2 km au sud de la digue), excepté au sud immédiat de la digue (accrétion potentielle de 40-45m)

# MODÉLISATION DE L'ÉVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE

## Conclusions – Tests de sensibilité au réchauffement climatique

- Plusieurs « effets » possibles testés
  - Modification de la direction de provenance des houles,
  - Augmentation / réduction des hauteurs significatives de houles,
  - Remontée du niveau marin,
  - Multiplication des tempêtes exceptionnelles.
  
- Prépondérance de certains facteurs par rapport à d'autres
  - La modification de la direction des houles impacte le plus l'évolution calculée du trait de côte à long terme,
    - ▶ Accroissement de l'accrétion pour une rotation du climat de houles vers le Sud,
    - ▶ Erosion du trait de côte au sud du port pour une rotation vers le Nord.
    - ▶ Plus le changement de direction des états de mer au large est fort, plus les effets ci-dessus sont marqués
  - La multiplication des tempêtes exceptionnelles de SE a un impact notable sur l'évolution du trait de côte
    - ▶ Accroissement de l'engraissement contre la jetée.
  - La variation des hauteurs de houles de  $\pm 20 \%$  ainsi que la remontée du niveau marin ont un impact plus limité sur l'évolution du trait de côte que le changement de direction des « états de mer » .

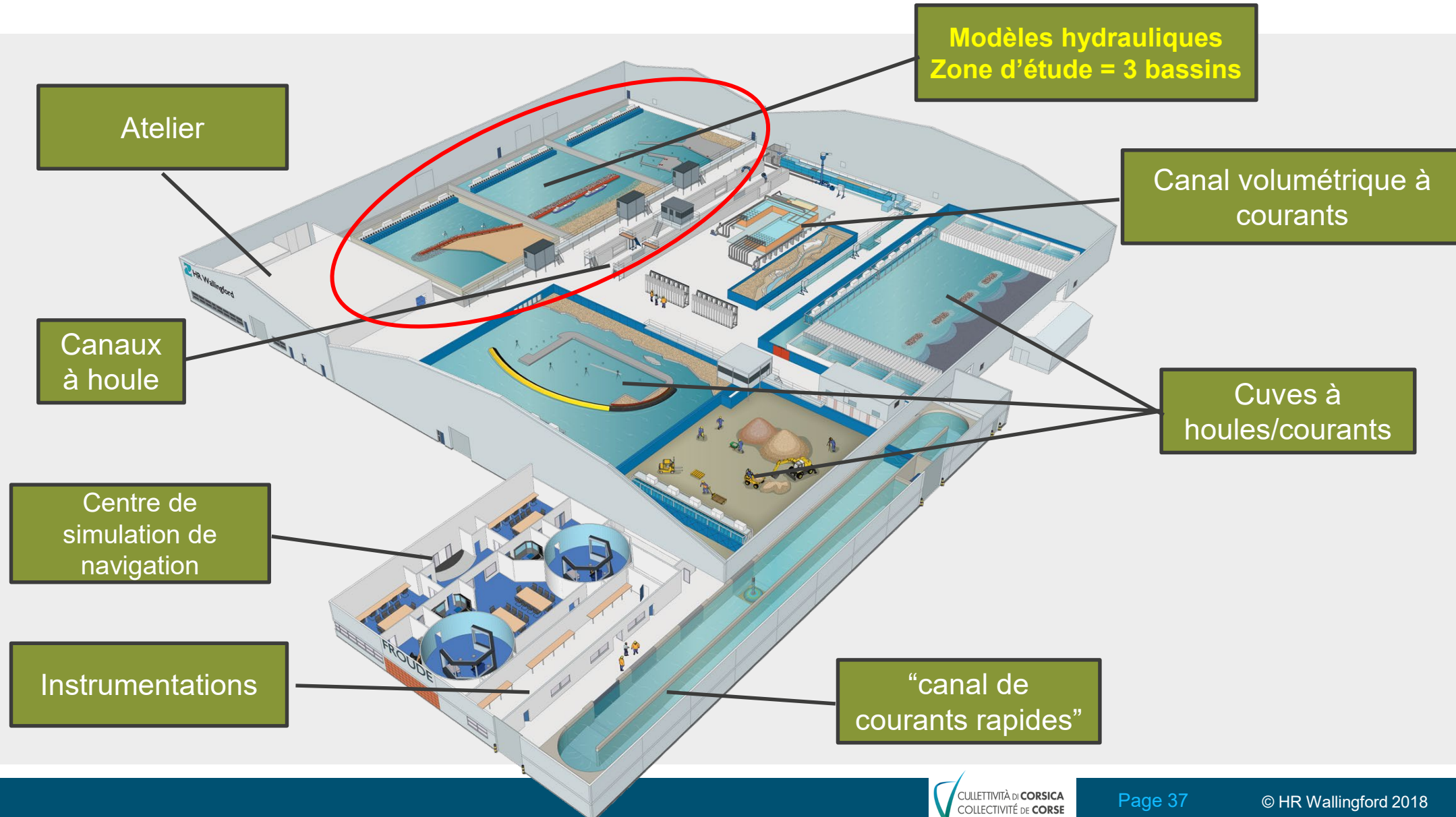


**MODÉLISATIONS PHYSIQUES DE  
L'ÉVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE.**

**06.**

- Les modèles physiques à échelle réduite simulent les processus d'hydraulique réels dans un environnement contrôlé de laboratoire.
- Ils permettent de tester la performance et d'optimiser la conception d'ouvrages côtiers / projets de protection côtière dans leurs conditions environnementales de conception.
- Ils permettent un aperçu de phénomènes parfois pas encore compris ou encore trop compliqués pour être intégrés dans les modèles numériques.
- Ils fournissent une impression qualitative immédiate des processus physiques dans le modèle, ce qui peut permettre de recentrer les objectifs de l'étude et le programme d'essais.
- Dans le cas de cette étude, les essais en modèle physique accompagnent la modélisation numérique:
  - Modèle physique calibré indépendamment des résultats du modèle numérique sédimentaire, en utilisant les données historiques.
  - Modélisation de processus complexes de réflexion / diffraction de la houle et interaction avec les ouvrages qui ne sont pas toujours bien pris en compte par les modèles numériques sédimentaires.
  - Permettent la comparaison des résultats obtenus par les deux méthodes complémentaires

# L'un des 4 plus grands laboratoires hydrauliques d'Europe





# Construction de la bathymétrie



- Fond 'solide' de -20mCM à -8mCM
- Sédiments mobiles à partir de -8mCM (profondeur de fermeture de la plage)



# Mise en place des sédiments mobiles



L'antracite, un matériau de faible densité, donc très mobile dans le modèle, a été sélectionné pour représenter le sable de la plage (30 tonnes d'antracite sur le modèle!).

L'objectif principal des essais étant de reproduire le profil en plan de la plage, il était important que les sédiments du modèle soient mobilisés sous les conditions de houle testées.





# Calage hydraulique et sédimentologique

- Calage de la houle avant les essais, afin d'obtenir les paramètres de houles spécifiées au point de calage
- Calage sédimentaire du modèle, afin d'obtenir l'échelle des temps du transport sédimentaire dans le modèle.
  - Utilisation des données historiques d'évolution du trait de côte

| Temps dans le modèle | Intervalle de temps correspondant en réalité<br>(temps nature) |
|----------------------|--|
| 1 heure              | 1-4 ans  |
| 2 heures             | 3-7 ans  |
| 4 heures             | 7-14 ans   |
| 6 heures             | 11-21 ans  |
| 8 heures             | 14-28 ans  |

| Etat de mer  | Direction sur le modèle (-25m) (°N) | Niveau d'eau (m CM) | H <sub>m0</sub> /Hs(m) | T <sub>p</sub> (s) |
|--|-------------------------------------|---------------------|------------------------|--------------------|
| Morphologique*                                     | 90                                  | + 0.90              | 3.0                    | 8.0                |
| Tempête de Nord centennale                         | 60                                  | + 1.40              | 5.5                    | 10.0               |
| Tempête de Nord centennale + changement climatique | 60                                  | + 1.95              | 6.6                    | 11.0               |
| Tempête de 2008**                                  | 90                                  | + 1.40              | 4.2                    | 10.0               |
| Tempête de 2008**<br>+ changement climatique       | 90                                  | + 1.95              | 5.1                    | 11.0               |

\* Houle 'fréquente' utilisée pour l'étude de l'évolution à long terme de la plage. La hauteur de houle est amplifiée dans le modèle pour accélérer les changements morphologiques et réduire la durée des essais.

\*\* Direction à la côte, mais de direction sud-sud-est au large.

| Série No. | Essai No. | Description  | Configuration | Durée réelle totale (temps nature) | Configuration de départ |
|-----------|-----------|--|---------------|------------------------------------|-------------------------|
| A         | 01        | Condition morphologique                            | Actuelle      | '20 ans'                           | Aujourd'hui             |
| A         | 02        | Tempête de Nord centennale                         | Actuelle      | 6 heures*                          | Post-01                 |
| A         | 03        | Tempête de Nord centennale + changement climatique | Actuelle      | 6 heures*                          | Post-01                 |
| A         | 04        | Tempête de 2008                                    | Actuelle      | 6 heures*                          | Post-01                 |
| A         | 05        | Tempête de 2008 + changement climatique            | Actuelle      | 6 heures*                          | Post-04                 |
| A         | 06        | Tempête de 2008 + changement climatique            | Actuelle      | 6 heures*                          | Post-05                 |
| B         | 07        | Condition morphologique                            | Nouveau port  | '20 ans'                           | Aujourd'hui             |
| B         | 08        | Tempête de Nord centennale                         | Nouveau port  | 6 heures*                          | Post-07                 |
| B         | 09        | Tempête de Nord centennale + changement climatique | Nouveau port  | 6 heures*                          | Post-07                 |
| B         | 10        | Tempête de 2008                                    | Nouveau port  | 6 heures*                          | Post-07                 |
| B         | 11        | Tempête de 2008 + changement climatique            | Nouveau port  | 6 heures*                          | Post-10                 |
| B         | 12        | Tempête de 2008 + changement climatique            | Nouveau port  | 6 heures*                          | Post-11                 |
| B         | 13        | Tempête de 2008 + changement climatique            | Nouveau port  | 6 heures*                          | Post-12                 |
| B         | 14        | Tempête de 2008 + changement climatique            | Nouveau port  | 6 heures*                          | Post-13                 |

\* Il convient de noter que les échelles de temps sont différentes pour le transport de sédiments et la houle. Les 6 heures indiquées ici sont la durée réelle des tempêtes (temps nature).



# Résultats – évolution de la plage à 20 ans

## Legend

Location profiles

Post 20 years current  
configuration

Post 20 years port  
configuration



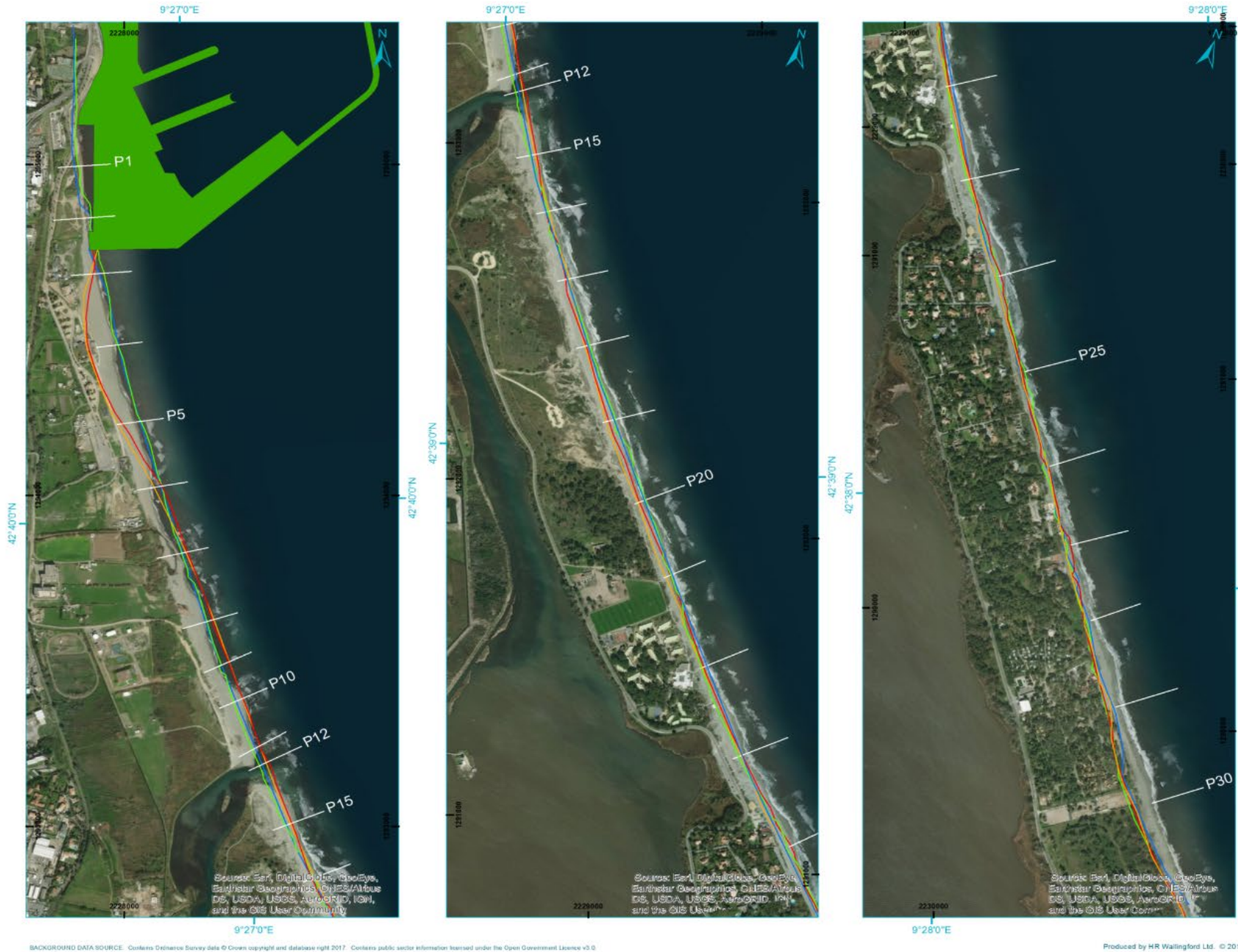
BACKGROUND DATA SOURCE: Contains Ordnance Survey data © Crown copyright and database right 2017. Contains public sector information licensed under the Open Government Licence v3.0.

Produced by HR Wallingford Ltd. © 2018

- Différences principales observées entre la configuration actuelle et future
  - Concentrées sur la partie Nord de la plage (jusqu'à 2 km au sud de la nouvelle digue dans sa configuration actuelle proposée).
  - Formation d'une baie incurvée d'environ 700 mètres de long adjacente à la digue pour la configuration avec port, dont le recul (20 m maxi) n'a pas d'impact sur les infrastructures existantes (projetées)
  - Accumulation des sédiments transportés vers le Nord au sud de la nouvelle baie, nouvelle zone d'accrétion entre 0,8 - 2km au sud de la digue.



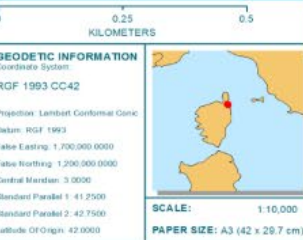
## Résultats – Tempêtes de secteur Nord



### Legend

#### Location profiles

- Post 1:100 year north storm current configuration
- Post 1:100 year north storm + climate change current configuration
- Post 1:100 year north storm port configuration
- Post 1:100 year north storm + climate change port configuration
- Proposed harbour layout



### GRAND PORT BASTIA-CORSE

#### Model Results

|  |            |              |
|--|------------|--------------|
|  |            |              |
| DATE: 13/04/2018                                 | DRAWN: MDV | CHECKED: TRI |
| PROJECT REF: CAR5781                             |            |              |
| DRAWING: CAR5781_ModelResults_TS06_TS03_Figure52 |            |              |

BACKGROUND DATA SOURCE: Contains Ordnance Survey data © Crown copyright and database right 2017. Contains public sector information licensed under the Open Government Licence v3.0

Produced by HR Wallingford Ltd. © 2018

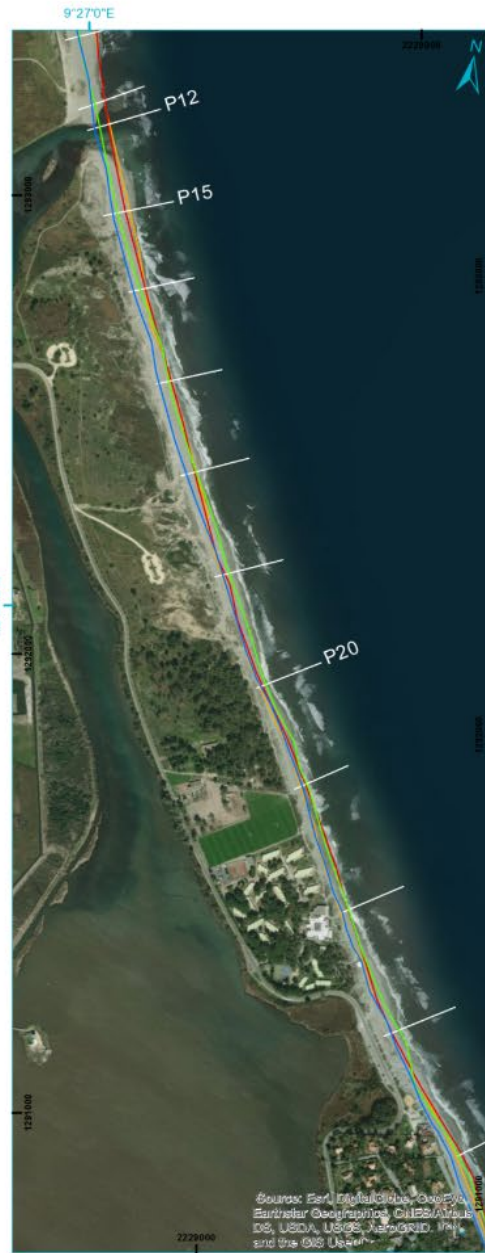
- Différences principales observées entre la configuration actuelle et future:
  - La baie érodée est plus reculée dans les tempêtes de Nord avec la digue en place.
  - L'accrétion au sud de la baie est réduite, puisque les houles de secteur Nord ont tendance à inverser le transport sédimentaire du Nord vers le Sud, et donc déplacent les sédiments accumulés aux profils 6 à 10 vers le sud de la plage.
  - A partir 2 km au sud de la digue, l'impact du port n'est plus significatif et le positionnement de la ligne d'eau après les deux tempêtes de secteur nord, pour les deux configurations, est très proche.



# Résultats – Tempêtes de secteur Sud-Est



BACKGROUND DATA SOURCE: Contains Ordnance Survey data © Crown copyright and database right 2017. Contains public sector information licensed under the Open Government Licence v3.0.



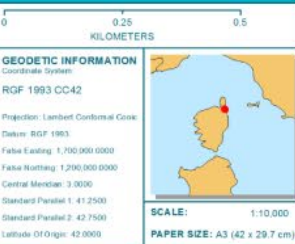
Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community



Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

## Legend

- Location profiles
- Post 2008 south storm current configuration
  - Post 2008 south storm + climate change current configuration
  - Post 2008 south storm port configuration
  - Post 2008 south storm + climate change port configuration
  - Proposed harbour layout



## GRAND PORT BASTIA-CORSE

### Model Results

|   |            |              |
|---|------------|--------------|
|  <b>HR Wallingford</b><br>Working with water |            |              |
| DATE: 13/04/2018  | DRAWN: MDV | CHECKED: TRI |
| PROJECT REF: CAR5781  |            |              |
| DRAWING: CAR5781_ModelResults_TS06_TS04_Figure53  |            |              |

Produced by HR Wallingford Ltd. © 2018



- Différences principales observées entre la configuration actuelle et future:
  - La comparaison des résultats après les tempêtes de secteur Sud-Est suit les mêmes conclusions que pour les essais morphologiques.
  - De nouveau, l'impact du port n'est plus ressenti au sud de la plage à partir de ~ 2km au sud de la digue.

Pour prendre en compte les effets du changement climatique, des essais spécifiques ont été effectués.

- Sur la tempête de 2008 (secteur Sud Est)
- Sur une tempête de secteur nord
- Avec une augmentation des hauteurs de houle de 20% en partant de la tempête de 2008, associées à une augmentation de 55 cm (échelle réelle) de la hauteur d'heure.
- Les deux tempêtes (2008 + 2008 augmentée de 20%) ont été simulées sans rendre à la plage son aspect initial entre les tempêtes, pour reproduire les effets d'une succession rapide des tempêtes. Il convient de signaler que cette série d'événements a été simulée dans l'optique d'une rigueur scientifique, mais qu'elle est hautement improbable et extrême.

**Les conclusions de l'étude sont partiellement qualitatives et le déplacement de la ligne d'eau (intersection terre/mer) après un certain intervalle de temps, pour chaque scenario, doit être analysé en gardant des marges de mouvement à l'esprit.**

- L'inclusion du port change la dynamique et le comportement de la plage de manière significative ( entre-20m et +20m par rapport à la configuration sans port) au Nord du trait de côte étudié. La conception actuelle de la digue du port est très réfléchissant, et de fait, l'énergie de la houle réfléchi sur la digue verticale bloque le transport des sédiments vers le nord à environ 700-800 mètres au sud du nouveau port.
- Un recul (érosion de la plage a été observé près de la digue, avec la formation d'une anse qui se forme rapidement (dans les 5 premières années après la construction de la digue). La baie se stabilise rapidement, après un recul de la ligne d'eau d'environ 20 mètres.
- Ce phénomène cause également une accumulation de matériaux au sud de la nouvelle baie, puisque le transport sédimentaire provenant du sud est arrêté par les houles réfléchies sur la digue verticale. La zone d'accrétion s'étend jusqu'à environ 2km au sud de la nouvelle digue.
- Au-delà d'environ 2 km au sud de la digue, l'effet du nouveau port n'est pas ressenti sur la plage.



**CONCLUSIONS GÉNÉRALES.**

**06.**

# CONCLUSIONS

## ■ Analyse des données

- Orientation du trait de côte + climat de houles → Transit résultant : Sud – Nord,
- Evolution passée du trait de côte montre une tendance à l'accrétion au Nord du secteur d'étude, une tendance à l'érosion au Sud; la tendance est faible, de l'ordre de quelques cm à dizaines de cm par an,
- Modifications des paramètres naturels liés aux changements climatiques : Pas de prévision certaine sur l'évolution des régimes de tempêtes et de de vagues (intensité / fréquence)

## ■ Modélisations numériques et physiques :

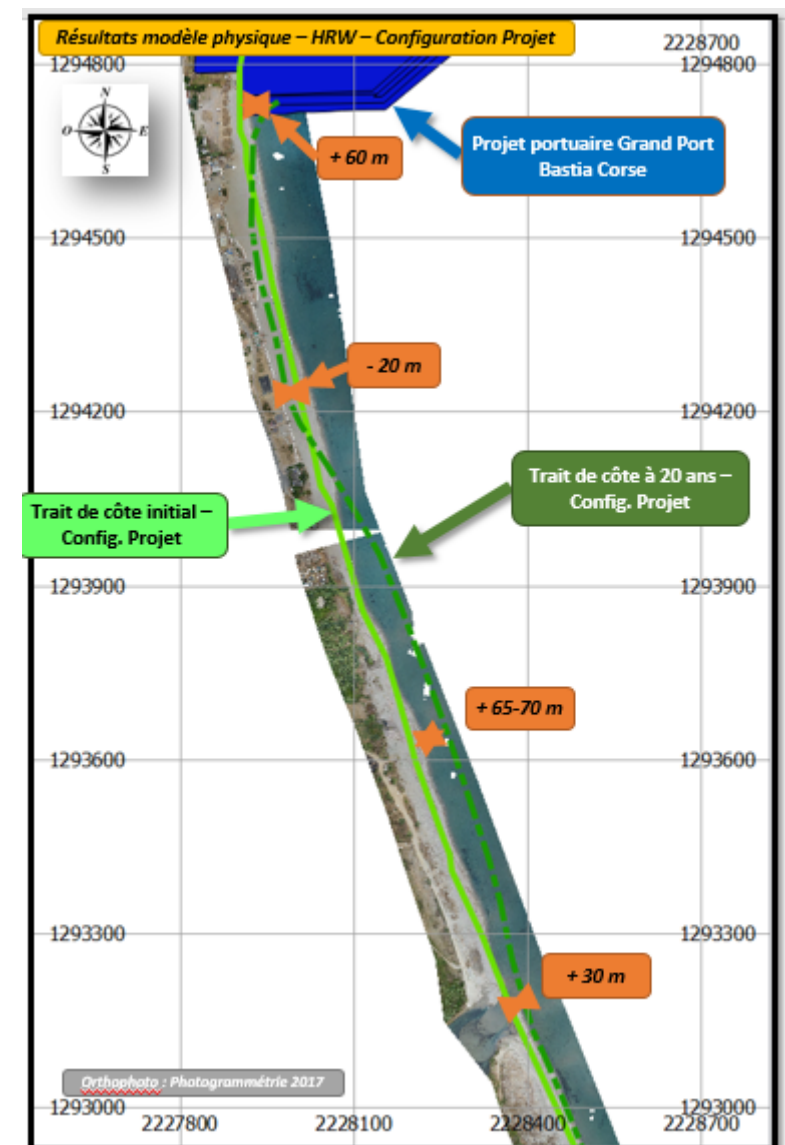
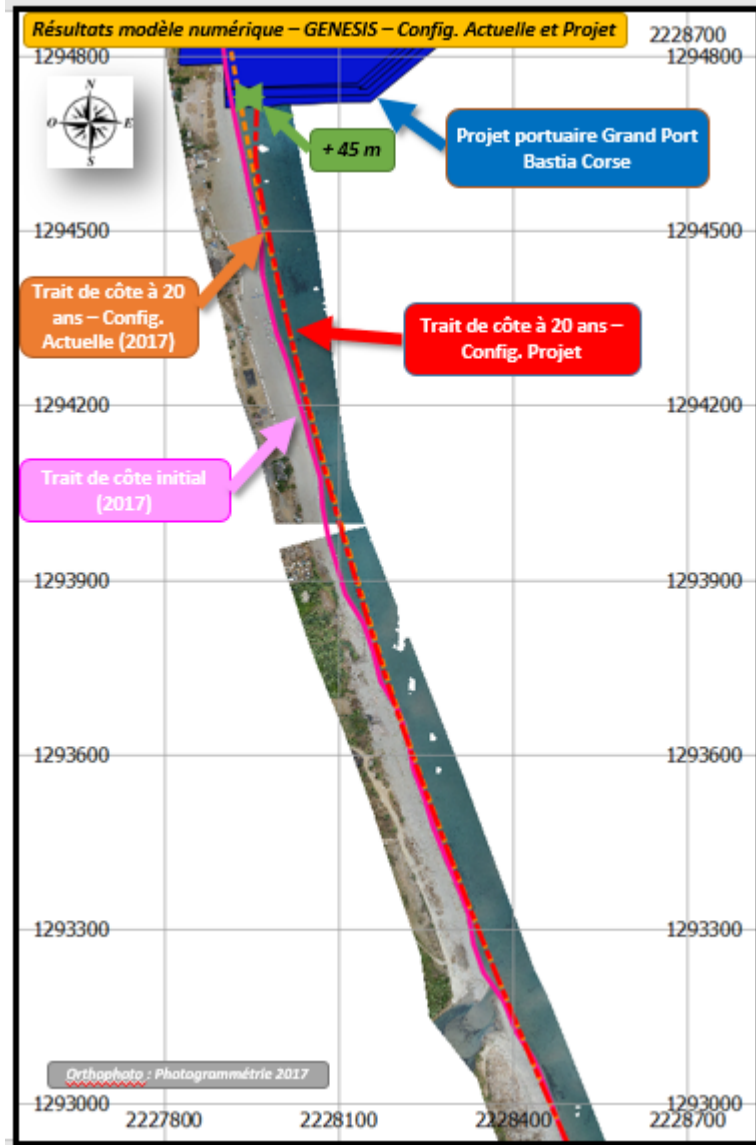
- Impact du projet portuaire sur une distance limitée à environ 2 km au Sud du port / pas d'impact du projet au-delà (plus au sud),
- Tendance à l'accrétion accrue sur cette zone par blocage des sédiments venus du sud,
- Modèles physiques : « poche d'érosion » (recul maximal de 20 m) sur une distance de 600 m environ générée par la réflexion sur la digue,
- Le débouché de l'étang de Biguglia est concerné par une légère avancée du trait de côte.

## ■ Effet des changements climatiques :

- Influence prépondérante de certains paramètres (directions de provenance des houles notamment).



# CONCLUSIONS



# CONCLUSIONS

## Points de vigilance par rapport aux impacts sur le littoral du Grand Port Bastia-Corse

- Encoche d'érosion (recul maximal de 20 m) au Sud de la future digue
  - ▶ Rendre la nouvelle digue moins réfléchissante (études à programmer)
  - ▶ Suivi du littoral, transfert de sable entre la zone en accrétion et l'encoche d'érosion
  
- Accrétion au niveau du grau de l'étang de Biguglia
  - ▶ Les périodes de fermetures naturelles du grau par le transit sédimentaire peuvent être accentuées par l'implantation du projet, puisque son impact est sensible jusqu'au Sud immédiat du grau.
  - ▶ Suivi et transfert de sable
  - ▶ Ouvertures du grau à la demande comme aujourd'hui

**MARCHE PUBLIC (Prestations Intellectuelles)**

**EXE10**

**AVENANT N° 1**

**A - Identification de l'entité adjudicatrice**

**Cullettività di Corsica**  
*Collectivité de Corse*  
**Direzione Aghjunta Porti è Aeroporti**  
*Direction Adjointe des Ports et Aéroports*  
22 corsu Grandval  
BP 215  
20 187 AIACCIU CEDEX

**B - Identification du titulaire du marché public**

**Groupement ARTELIA / POZZO DI BORGIO**

Mandataire : ARTELIA EAU & ENVIRONNEMENT

N°6, rue de Lorraine  
38 130 ECHIROLLES  
Courriel : [maritime@arteliagroup.com](mailto:maritime@arteliagroup.com)  
Tél. : 04.76.33.40.00  
Signataire : DEFORCHE Alain

**C - Objet du marché public**

■ **Objet du marché public :**

**Mission d'étude pour le projet de port de commerce  
sur le site de la Carbonite**

■ **Date de la notification du marché public :**

**24 septembre 2015 (Marché n°15 PEA MA 04)**

■ **Durée d'exécution du marché public ou de l'accord-cadre :**

**OS de démarrage : le 24 mars 2015  
Durée globale : 22 mois**

■ **Montant initial du marché public ou de l'accord-cadre :**

- Taux de la TVA : 20 %
- Montant total HT : 1 946 458.00 € décomposé comme suit
  - TF : 1 412 558.00 €
  - TC1 : 37 665.00 €
  - TC2 : 228 880.00 €
  - TC3 : 214 505.00 €
  - TC4 : 52 850.00 €



■ Montant du marché public après avenant n°1 :

- Taux de la TVA : 20%
- Montant total HT : 2 158 208.00 €
  - TF : 1 412 558.00 € + 211 750.00 € = 1 624 308.00 € (objet du présent avenant n°1)
  - TC1 : 37 665.00 €
  - TC2 : 228 880.00 €
  - TC3 : 214 505.00 €
  - TC4 : 52 850.00 €

■ Avancement des études :

Le marché se décompose comme suit :

- Tranche ferme - Etudes techniques, économiques, organisationnelles
  - Mission n°1 Etablissement pré-rapport de présentation du projet
  - Mission n°2 Dossier de présentation du projet
  - Mission n°3 Réservation des emprises
  - Mission n°4 Premières études géotechniques
  - Mission n°5 Etudes préliminaires
  - Mission n°6 Relevés faunes et flores
  - Mission n°7 Etude et recherche des matériaux
  - Mission n°8 Procédures liées à l'archéologie préventive
  - Mission n°9 Concertation publique
- Tranche conditionnelle n°1 - Pilotage des études géotechniques
- Tranche conditionnelle n°2 - Etudes d'AVP des infrastructures portuaires
- Tranche conditionnelle n°3 - Etudes d'AVP des infrastructures routières
- Tranche conditionnelle n°4- Programme des bâtiments et études d'esquisses

Par Ordres de Services, à la date de passation du présent avenant, les missions 1 à 8 de la Tranche Ferme ont été exécutées et la Tranche Conditionnelle n°3 a été affermée et réalisée.

## D - Objet de l'avenant

■ Modifications introduites par le présent avenant :

Les modifications portent sur la conduite d'études complémentaires et supplémentaires demandées par le maître d'ouvrage pour prendre en compte les évolutions constatées des trafics et des réductions de l'impact environnemental :

- réduction de la taille du projet en surface et nombre de poste à quai,
- préservation des espaces balnéaires par un positionnement plus au Nord de l'enracinement des ouvrages,
- l'étude d'un nouveau « design » de la digue au large adapté pour réduire les impacts notamment sur le grand herbier de posidonie,
- amélioré la sécurité des accès nautiques.

Ces modifications font de fait l'objet d'une nouvelle mission de la Tranche Ferme à savoir :

**Tranche Ferme/Mission n°10 « Portu Novu »**

■ Incidence de l'avenant n°1 sur les délais :

Le complément d'études introduit par le présent avenant fait l'objet d'un délai distinct « TF/Mission n°10 » de **4 mois**.

Le délai global de l'Acte d'Engagement du marché initialement de 22 mois est porté à **26 mois**.

■ Incidence financière de l'avenant :

L'avenant a une incidence financière sur le montant du marché public ou de l'accord-cadre :

☐ NON ☒ OUI

Montant de l'avenant :

- Taux de la TVA : 20%
- Montant HT : 211 750.00 €
- % d'écart introduit par l'avenant : + 14.99 % sur la Tranche Ferme  
soit + 10.88 % sur la totalité du marché

Nouveau montant du marché public :

- Taux de la TVA : 20%
- Montant HT : 2 158 208.00 €


■ Notification de l'avenant n°1

La présente modification prend effet à compter de sa réception par le cocontractant.

Les parties renoncent à tout recours contentieux pour l'objet du présent avenant.

Les autres clauses du marché, non concernées par la présente modification, restent inchangées et demeurent applicables.

**E - Signature du titulaire du marché public**

| Nom, prénom et qualité du signataire  | Lieu et date de signature | Signature  |
|---|---------------------------|--|
| Christophe PERONNARD<br>Directeur Opérationnel Adjoint<br>Activité Maritime & Ports | Echirolles, le 27/08/2019 |    |
|   |                           | <b>ARTELIA</b><br>Eau et Environnement<br>SAS au capital de 7 883 370 €<br>SIREN 503 646 572<br>6, rue de Lorraine<br>38130 Echirolles |

**F - Signature de l'entité adjudicatrice**

Pour la Collectivité de Corse :

(Visa ou avis de l'autorité chargée du contrôle financier.)

**ACCIO**

A : ..... , le **11 SEP. 2019**

Signature de **Le Président du Conseil Exécutif**  
(Représentant de l'entité adjudicatrice) **Délégation**

Le Directeur Général des Services  
**Jean-Louis SANTOI**



## G - Notification de l'avenant au titulaire du marché public

### ■ En cas de remise contre récépissé :

Le titulaire signera la formule ci-dessous :

« Reçue à titre de notification copie du présent avenant »

A ....., le .....

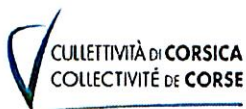
Signature du titulaire,

### ■ En cas d'envoi en lettre recommandée avec accusé de réception :

(Coller dans ce cadre l'avis de réception postal, daté et signé par le titulaire du marché public)

### ■ En cas de notification par voie électronique :

(Indiquer la date et l'heure d'accusé de réception de la présente notification par le titulaire du marché public)



Cullettività di Corsica  
Collectivité de Corse  
Direzzione Aghjunta Porti è Aeroporti  
Direction Adjointe Ports et Aéroports



MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE ET DES FINANCES  
Direction des Affaires Juridiques

**DECOMPOSITION DE LA MISSION**  
**N°10 « PORTU NOVU »**

## 1/ ECHANGES TECHNIQUES

- Analyses du plan de masse portuaire d'un point de vue « agitations » : ARTELIA Eau et Environnement

Dans un premier temps, la nouvelle configuration proposée sera expertisée, en relation avec l'ancienne proposition de nouveau port. Il s'agira, préalablement aux études techniques décrites ci-après, de faire ressortir les avantages et les inconvénients de la nouvelle configuration, dans un échange technique avec le Client. Cet échange pourra ainsi aboutir à des ajustements de la configuration proposée.

- Analyses du plan de masse portuaire d'un point de vue « accès nautiques » : ARTELIA Eau et Environnement

Le nouveau plan de masse du port (projet Portu Novu) fera l'objet d'une analyse critique du point de vue des accès nautiques. Pour cela, l'analyse d'ARTELIA s'appuiera notamment sur l'expertise d'un des pilotes de notre centre d'entraînement à la manœuvre des navires de Port Revel. Si nécessaire, il sera également fait référence aux recommandations issues de standards internationaux (tel que le PIANC).

La prestation consistera à donner un avis (sur la base de la vue en plan des aménagements portuaires envisagés) concernant les principales dimensions du plan d'eau ainsi que sur la disposition générale des ouvrages portuaires d'un point de vue accessibilité nautique. Par exemple, un avis pourra être donné sur la distance d'arrêt de ce nouveau plan de masse. Les remarques qui seront formulées seront faites à « dire d'expert ». Le rendu de cette analyse fera l'objet d'une note technique.

- Analyses de l'insertion routière et du pôle multimodal : ARTELIA Villes et Territoires

L'analyse proposée couvre les items suivants :

- Accessibilité du port et du pôle multimodal pour les usagers : schéma de circulation plus larges pour comprendre les itinéraires,
- Capacité d'écoulement du trafic des giratoires en fonction des données de la zone portuaire et des données trafic voiries,
- Analyse critique de la géométrie des ouvrages et faisabilité technique. Le tunnel sous le giratoire nous semble de prime abord assez complexe en terme de réalisation et son dimensionnement à confirmer,
- Listing des études complémentaires à mener,
- Analyse financière sous forme de ratio.

**DELAIS DE REALISATION : 3 SEMAINES**



## 2/ ETUDE HYDRAULIQUE DE LA SECTION CAISSON SUR PIEUX

L'objectif de ce volet est de réaliser un dimensionnement hydraulique de la section en caissons sur pieux.

Il s'agira ainsi de déterminer les dimensions du caisson (largeur, profondeur, franc bord) nécessaires pour obtenir une transmission négligeable de l'énergie de la houle, tout en évitant l'emprise au sol d'une solution de type digue à talus.

Le dimensionnement hydraulique sera ainsi limité à ce critère de coefficient de transmission.



Figure 1. Schéma de principe du caisson sur pieux

Pour cela, différents dimensionnements du caisson sur pieux seront étudiés dans un canal à houle numérique, développé à l'aide du code de calcul IH2-VOF.

IH2VOF est un code de type « canal à houle numérique » développé par l'Institut d'Hydraulique de Cantabrie (IH Cantabria, Santander, Espagne) sur la base du code COBRAS de l'Université de Cornell (USA), lui-même basé sur code RIPPLE développé au Las Alamos Laboratory (USA).

Ce code permet de traiter les aspects hydrauliques de l'interaction houle/structure : run-up/run-down, franchissements, transmission à travers l'ouvrage, réflexion, pressions et efforts induits par la houle...

Il permet également de traiter les problématiques associées à la propagation des vagues sur une plage et en particulier dans la zone de déferlement.

Enfin, ce code a fait l'objet de nombreux travaux de validation, sur un vaste éventail de typologies d'ouvrage, ce qui en garantit la fiabilité.

Près de 12 ans de développements et travaux de validation ont été conduits à IH Cantabria sur la base de mesures en Laboratoire et nature, pour faire d'IH2VOF un outil d'ingénierie.

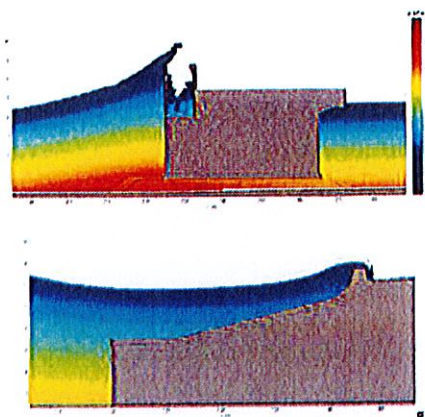


Figure 2. Exemple d'application du logiciel IH2-VOF

Les conditions de houle testées seront issues de l'étude météo-océanique réalisée lors des études préliminaires du bassin de la Carbonite, et en particulier des conditions de sud-est, secteur prédominant en fréquence d'apparition et en hauteurs extrêmes, et qui intéresse particulièrement la section concernée elle aussi orientée au Sud-Est.

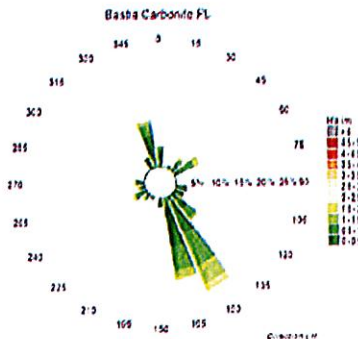


Figure 3. Rose des houles au droit de la Carbonite (ARTELIA, 2016)

Le résultat de cette partie sera une géométrie de caisson (largeur, profondeur, franc-bord) satisfaisant au critère de transmission.

**DELAIS DE REALISATION : 3 SEMAINES**



### 3/ ETUDE D'AGITATION

Le modèle d'agitation mis en œuvre pour l'étude du bassin de la Carbonite sera repris et modifié pour étudier la nouvelle configuration proposée (plan-masse).

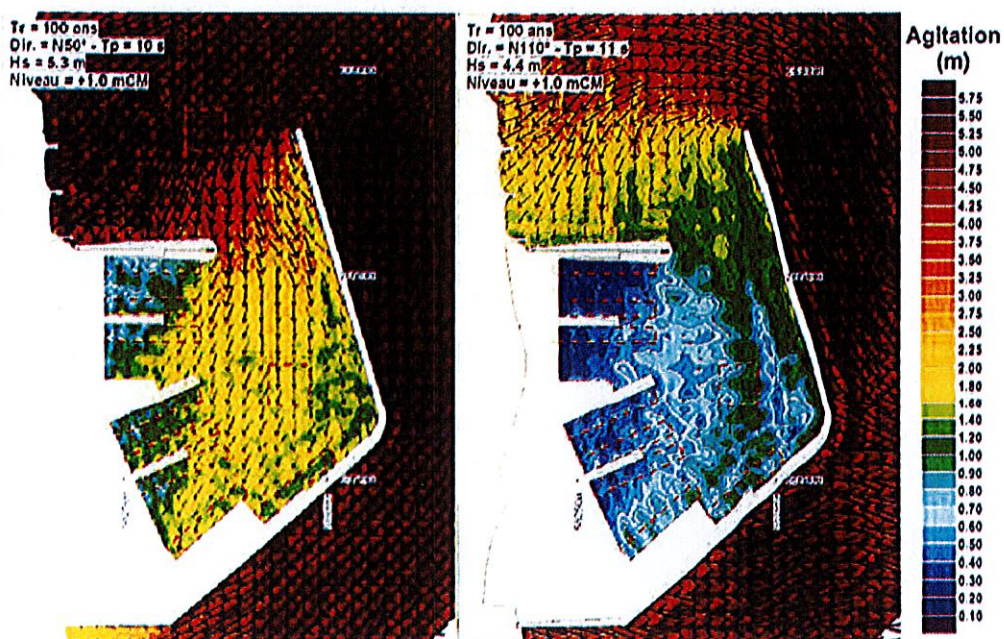


Figure 4. Epures d'agitation portuaire pour le bassin de la Carbonite – condition 100 ans – pour une houle de Nord Est à gauche et de Sud Est à droite (ARTELIA 2016)

Les hypothèses du modèle seront inchangées, notamment les conditions de houle en entrée du modèle :

- Conditions extrêmes : houles extrêmes de secteurs nord-est et sud-est pour la houle 1% et des tempêtes de période de retour de 1, 10, 50 et 100 ans ;
- Conditions opérationnelles : transfert de la série temporelle complète depuis l'entrée du port jusqu'au poste par l'emploi d'une matrice de transfert.

Ainsi, la reprise de cette étude permettra d'obtenir :

- Les valeurs extrêmes pour le dimensionnement des ouvrages ;
- Les valeurs fréquentes pour l'estimation du taux de disponibilité des postes.

Notre offre couvre l'étude de 2 modèles :

- Modèle 1 : Plan de masse de base,
- Modèle 2 : Plan de masse variante visant à améliorer les résultats du modèle 1.

**DELAIS DE REALISATION : 3 SEMAINES**

**4/ ETUDE DE TRAJECTOGRAPHIE ET DE NAVIGABILITE PAR MODELE MATHEMATIQUE**

Les objectifs de l'étude de manœuvrabilité, sont de :

- Vérifier la faisabilité et la sécurité de la navigation pour le plan d'aménagements portuaires envisagé,
- Recommander des consignes de manœuvre au voisinage du port et des postes à quai, (notamment en présence d'autres navires aux postes situés à proximité) ;
- Déterminer les seuils de houle et de vent pour les manœuvres (limites d'opérabilité).

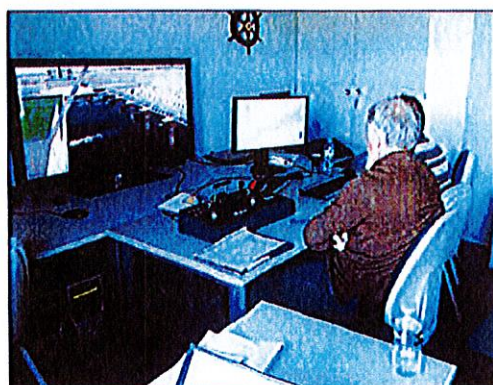
Les simulations seront réalisées dans les bureaux d'ARTELIA à Grenoble sur le plan de masse retenu (un seul plan de masse étudié).

Il est proposé que ces simulations soient réalisées en présence des représentants du Maître d'Ouvrage, des pilotes du port et autres acteurs portuaires que le Maître d'Ouvrage voudra associer.

**DESCRIPTION DU MODELE ET DES NAVIRES PROPOSES POUR LES SIMULATIONS**

- Le logiciel

Les simulations de navigation seront effectuées à l'aide du logiciel SIMFLEX, mis au point par FORCE TECHNOLOGY et dont ARTELIA exploite une licence.





Ce logiciel est opéré en propre par ARTELIA et a été utilisé et validé sur de nombreuses études similaires.

Il est important de noter que les simulations sont des simulations en temps réel, menées sous la conduite d'un des instructeurs de notre centre de Port Revel, anciens Pilotes professionnels qui apportent systématiquement leur expérience dans nos études de projets portuaires. Dans le cas présent, cette étude sera effectuée avec l'aide de M. Jean-Paul JEANJEAN, un pilote instructeur de Port Revel (ARTELIA), qui est un ancien pilote de Sète et qui a participé pour ARTELIA à différentes études antérieures relatives au port de Bastia. Ce Pilote professionnel interviendra sur l'étude et conduira les simulations de navigation.

- Description du modèle

Le logiciel SIMFLEX permet le calcul, en temps réel, de la trajectoire d'un navire en considérant, d'une part, les ordres du pilote (angle de barre, ordre machine, propulseurs d'étrave, remorqueurs) et d'autre part, les caractéristiques locales de l'environnement (courant, vent, houle, variation de la profondeur,)

En présence d'un champ de courant variable dans le plan horizontal, les caractéristiques du courant et les efforts qui en résultent tiennent compte des éventuelles variations sur l'ensemble de la zone occupée par le navire. En particulier, il est tenu compte d'un terme de rotation additionnel lorsque la distribution des vitesses de courant est non uniforme le long de la coque du navire. Le logiciel permet également de tenir compte notamment des effets suivants :

- Rafales de vent,
- Efforts dus à la houle,
- Utilisation des ancres et des remorqueurs.

Le modèle est piloté en interactif à partir d'une vue tridimensionnelle de la zone d'étude. Les manœuvres sont effectuées en temps réel. En plus de la position du navire, un certain nombre d'informations apparaissent au cours de la manœuvre (vitesses sur le fond et sur l'eau, angle de barre, position machine, vitesse du courant, force du vent, position des remorqueurs, etc.), permettant de réagir en temps voulu aux différentes sollicitations.

Les informations peuvent être sauvegardées après chaque essai et concernent notamment:

- Les vitesses sur le fond et sur l'eau,
- Le cap et l'angle de barre, la position machine,
- La vitesse du courant, la force du vent,
- La position des remorqueurs.



L'effet des remorqueurs est activé (ou non) au cours de la simulation. On peut agir sur l'angle, la puissance et le mode d'action (mode traction ou poussée du ou des remorqueurs). Par ailleurs, l'efficacité des remorqueurs se dégrade lorsqu'ils doivent travailler dans de la houle. Cela est pris en compte de manière interactive pendant les simulations en réduisant la capacité des remorqueurs, en fonction de l'agitation locale du plan d'eau.

- Reproduction de la zone d'étude

La reproduction de la zone d'étude comprendra les différentes zones suivantes:

- Le chenal d'accès jusqu'aux jetées d'entrée du port.,
- La zone où le navire ralentit, les zones d'évitage et d'accostage.
- Les fonds et les contours du port avec les configurations futures des aménagements,
- Les champs d'agitation qui auront été obtenus par les études dédiées ainsi que les champs de vent issus des études précédentes.

Les figures suivantes montrent des exemples de vues tridimensionnelles du simulateur lors de projets antérieurs (vue depuis la passerelle) :



- Navires proposés pour la réalisation des essais

Il est proposé que les modèles de navires suivants soient utilisés pour la réalisation des essais :

| Ship type      | Ship description | Loading condition | LOA m  | Lpp m  | Bmld m | Tf m  | Ta m  |
|----------------|------------------|-------------------|--------|--------|--------|-------|-------|
| Ferry          | 226 m LOA        | -                 | 223.7  | 202.7  | 35.0   | 6.8   | 6.8   |
| Cruise Ship    | 333m             | -                 | 333.3  | 296.0  | 37.9   | 8.4   | 8.2   |
| Container Ship | 2.500 TEU        | Loaded            | 245,00 | 231,00 | 32,20  | 12,00 | 12,00 |

Ces navires correspondent aux navires de projet tels que définis par la Collectivité de Corse, comme suit :

- ✓ Un ferry de 240m (pour tester l'accès au poste 5 du nouveau plan de masse)
- ✓ Un navire porte conteneur de 250m (pour tester l'accès au poste 6 du nouveau plan de masse)
- ✓ Un navire de croisière de 330m (pour tester l'accès au poste 8 du nouveau plan de masse)



- Conditions environnementales

Trois conditions caractéristiques de vent seront testées :

- ✓ Vents d'ouest
- ✓ Vent nord est
- ✓ Vent sud est

Plusieurs vitesses de vent seront testées pour chacune de ces directions.

En outre, pour les secteurs de vent de Nord-Est et de Sud-Est, des conditions d'agitation (issues des modélisations à réaliser sur le nouveau plan de masse) seront associés aux conditions de vent.

En revanche, les courants étant faibles dans la zone étudiée ils ne seront donc pas pris en considération pour les essais de navigation.

## SIMULATION DES MANŒUVRES ET PRESENTATION DES RESULTATS

- Simulation des manœuvres

Au cours de ces essais, différentes combinaisons de types de navires, de manœuvres (accostage, départ) et de conditions d'environnement (vents, houle) seront testées. Par expérience, on peut s'attendre à réaliser environ une dizaine d'essais par jour.

A ce stade, une session de 2 à 3 jours de simulation (donc la réalisation de 20 à 30 essais) au siège d'ARTELIA maritime (Grenoble) est envisagée.

Les simulations se dérouleront en plusieurs phases :

- Manœuvres de chenalage, d'évitage, d'accostage ou d'appareillage: ces manœuvres porteront sur la remontée ou la descente du chenal d'accès, l'évitage et l'accostage ou l'appareillage du poste,
- Manœuvres spécifiques d'avaries : Il s'agira de simuler des avaries de machine, de barre ou de remorqueurs. Ces manœuvres permettront d'identifier potentiellement un certain nombre de risques liés à des avaries éventuelles et d'aider à établir des mesures de réduction.

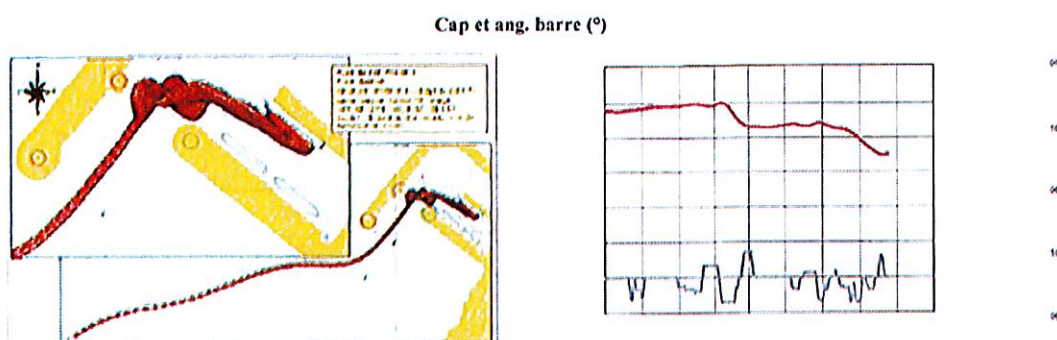
Les manœuvres seront effectuées en présence de navires aux autres postes à proximité afin de tester la faisabilité des manœuvres dans des conditions pénalisantes.

- Présentation des résultats

A l'issue des essais, un rapport final présentant l'ensemble des résultats sera établi. Les résultats seront décrits et analysés en distinguant les départs et les arrivées. Les contraintes de navigation et d'environnement seront définies, ainsi que les procédures de manœuvre les plus appropriées pour accoster ou quitter le quai. En outre, cette analyse pourra donner lieu à des recommandations sur des ajustements qui pourraient être éventuellement nécessaires concernant le plan de masse.



Ce rapport comprendra les figures nécessaires à sa compréhension : vues en plan des trajectoires ainsi que les graphiques des paramètres de la manœuvre en fonction du temps (voir exemples sur la figure ci-dessous issue de projets antérieurs)



Exemple d'enregistrement de trajectoires et de graphique représentant l'évolution du cap et de l'angle de barre lors d'un essai

#### DELAIS DE REALISATION : 9 SEMAINES

- Emission d'une note d'hypothèses (rassemblant les principales hypothèses et données d'entrée relatives aux simulations) : 2 semaines après le démarrage de l'étude
- Préparation du modèle: 3 à 4 semaines à réception de la validation de la note d'hypothèses
- Session d'essais de navigation: 2 à 3 jours
- Remise du rapport : 2 semaines à l'issue de la réalisation des essais

#### 5/ PRE-DIMENSIONNEMENT DE CAISSONS SUR PIEUX

Cette structure sera étudiée selon deux configurations :

- Caisson implanté sur des fonds bathymétriques situés à -25m, prévu d'accueillir un navire de projet de type ferries de 240m ;
- Caisson implanté sur des fonds bathymétriques situés à -35m, prévu d'accueillir un navire de projet de type croisière de 330m.

Cette étude comprendra plusieurs étapes, décrites ci-après, qui feront suite aux études hydrauliques décrites précédemment.

#### ANALYSE GEOTECHNIQUE

Suite à la campagne géotechnique actuellement en cours de réalisation, il est fait l'hypothèse qu'un rapport de synthèse factuel d'une dizaine de point d'essais sera fourni au démarrage des études, permettant de réaliser une analyse géotechnique spécifique au projet, en complément des données géotechniques existantes.

Cette analyse permettra d'élaborer un modèle géotechnique pour chacune des sections étudiées, modèles qui seront utilisés lors du pré dimensionnement des structures (pieux et des caissons).

## PREDIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES

Le dimensionnement d'un ouvrage repose sur différentes études de stabilité (grand glissement, externe et interne) vis-à-vis des sollicitations que l'ouvrage rencontrera au cours de sa vie.

A ce stade de l'étude, nous proposons d'étudier, pour les deux sections, les stabilités externe et interne des ouvrages, vis-à-vis des sollicitations rencontrées au cours de leur phase d'exploitation. Le grand glissement n'étant plus un enjeu dans cette configuration de fondation sur pieux, il ne sera pas étudié.

Ainsi les structures seront soumises principalement aux efforts hydrodynamiques issus de la houle sur le caisson et aux sollicitations des navires lors des phases d'amarrage et accostage.

- Détermination des efforts de houles

A ce stade de l'étude, il est fait l'hypothèse d'un ouvrage vertical homogène. Les efforts de houles seront calculés sur la base des données de l'étude hydraulique.

Les calculs des efforts seront conduits en considérant entre autre, l'approche PROVERBS qui est un programme de recherche sous contrat européen, mené durant les années 1990, dont l'intitulé exact est : « PROBABILISTIC design tools for VERTICAL BreakwaterS ». L'ensemble des recherches a été consigné dans cinq volumes qui composent PROVERBS. Artelia utilisera plus précisément pour les calculs des efforts des houles, l'ouvrage « Probabilistic design tools for vertical breakwaters », de M. Oumeraci H., Kortenhaus A. et All., février 2001, éditions Balkema, Rotterdam, 392p.

L'objet de cette étude est de déterminer dans un premier temps le caractère des vagues qui arrivent sur la structure, c'est-à-dire de déterminer si la nature des vagues est de type « impactante ou non » sur le parement vertical du caisson.

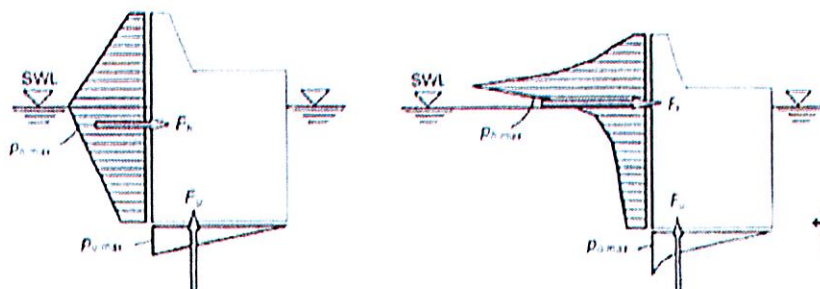


Figure 5. Représentation schématique des efforts de houle en situation quasi-stationnaire ou impactante

Pour cela une analyse des paramètres géométriques de l'ouvrage ainsi qu'environnementaux sera menée, puis dans un second temps le calcul proprement dit des efforts.

En effet, selon la nature des vagues sur l'ouvrage, les efforts ne sont pas calculés par les mêmes formules.



Il est à noter, qu'en plus des efforts « de crête », définies par la vague arrivant sur l'ouvrage, il sera également considéré les efforts dit « de creux », définis lorsque la vague se retire générant une aspiration de l'ouvrage vers le large.

Ces démarches seront détaillées dans le rapport d'étude de l'ouvrage.

- Pré dimensionnement des caissons

Les efforts de houles précédemment définis ainsi que les efforts du navire de projet sur le caisson lors des phases d'amarrage et d'accostage seront pris en compte et combinés selon les cas afin de dimensionner les éléments structurels, conformément à la réglementation en vigueur et aux recommandations existantes (Eurocode, ROSA 2000).

La définition des différents efforts sur l'ouvrage permettra de pré dimensionner le caisson :

- ✓ En déterminant les épaisseurs des voiles extérieurs,
- ✓ En définissant les torseurs d'efforts en sous-face des caissons, permettant ainsi déterminer l'épaisseur du radier.

Pour chacun de ces éléments, un ratio d'acier sera également déterminé.

La configuration précise du caisson ne sera pas étudiée à cette étape (nombre de voile, d'alvéoles, ballastage...).

Les franchissements seront étudiés sur les deux configurations et la géométrie de ceux-ci en tiendra compte

3 plans accompagneront ce dimensionnement :

- ✓ Une vue en plan
- ✓ Une élévation
- ✓ Une coupe

- Prédimensionnement des pieux

Les torseurs d'efforts définis précédemment permettront de dimensionner les pieux de fondations du caisson conformément à la réglementation en vigueur et aux recommandations existantes (Eurocode, ROSA 2000).

L'interaction sol structure sera prise en compte grâce au modèle géotechnique définis précédemment qui sera intégré dans le modèle de calcul.

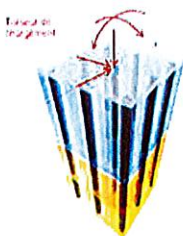


Figure 6. Exemple de modélisation d'un groupe de pieux soumis à un torseur d'effort sous le logiciel FOXTA®

Les pieux seront dimensionnés vis-à-vis de la portance du sol d'une part et de leur résistance structurelle sous l'effet du torseur d'effort d'autre part.

Les caractéristiques du pieu (diamètre, longueur, épaisseur) seront alors définies à l'issue de ce dimensionnement pour chacune des configurations de caisson.

#### DELAIS DE REALISATION : 9 SEMAINES

### 6/ REACTUALISATION DE CUBATURE MATERIAUX, DRAGAGE ET PRIX SUR 2 SCENARIOS DE DIGUE

Le nouveau plan masse et la définition de deux scénarios d'implantation des digues de protection précédemment dimensionnées, amène à réviser les métrés et à reprendre certains items comme les cubatures de dragage et de remblaiement des terre-pleins et les métrés des digues et protections des terre-pleins.

Le chiffrage des travaux sera alors repris, en adéquation avec les nouvelles quantités, ainsi qu'une actualisation des prix.

Cette mise à jours des quantités et de l'estimatif sera basée sur le dimensionnement des 2 configurations de caissons et du plan masse fournit par le client (en format Autocad®).

Le chiffrage des quais sera mis à jour sur la base du quantitatifs des études précédentes.

Le chiffrage des protections des terre-pleins sera mis à jour sur la base de sections dimensionnées lors des études précédentes et actualisé vis-à-vis du linéaire concerné.

#### DELAIS DE REALISATION : 3 SEMAINES

### 7/ REALISATION DE SUPPORTS DE COMMUNICATIONS

La prestation sera réalisée par Institutions & Projet (ex KFH : sous-traitant D'ARTELIA Eau et Environnement déclaré au marché).

### VISUELS DE REPRESENTATION DU NOUVEAU PROJET

- Modèle 3D

La première étape est de reproduire le projet sur la base d'une modélisation 3D qui sera ensuite incrustée sur les différents supports visuels de présentation du projet, notamment photos et film.

Cette modélisation sera réalisée sur la base des vues en plan et coupes type de principes et validés du nouveau projet de port de commerce. Elle devra représenter en particulier :

- La digue du large
- La contre digue
- Les postes à quai
- Les darses d'accès
- Les terre-pleins
- Les zones d'accueil et de services pour les différents utilisateurs



Des échanges seront nécessaires avec la maîtrise d'ouvrage et l'AMO pour affiner la représentation, notamment les couleurs et la texture des matériaux. Une validation de la CDC sera nécessaire à ce stade avant déclinaisons des éléments visuels présentés ci-après.

- Photomontages

La modélisation 3D sera incrustée sur 5 photos du site du projet selon différents angles de vue :

- Vue de la terre depuis la T11
- Vue du nord depuis la Citadelle
- Vue du sud depuis la plage de l'Arinella
- Vue de la mer du bateau qui entre au port
- Vue à discrétion service patrimoine CdC

Les photomontages feront l'objet de retouches graphiques d'amélioration de qualité visuelle des images (tons chauds, jeu de lumière aux différents horaires du jour) et d'intégration d'éléments d'habillage (bateaux en sortie de port et à quai, conteneurs, personnes, etc.). Il serait aussi intéressant de disposer de vues aériennes prises en drone. Le cahier des charges des prises de vue a sol et aériennes sera défini au regard des photos existantes mise à disposition par la CTC. Nous mobiliserons un photographe si nécessaire.

- Film de visite virtuelle

La modélisation 3D sera incrustée dans un film en 3D et de vues en relief de la ville de Bastia, par captation et cracking d'une séquence depuis Google Earth. Il s'agira de réaliser un itinéraire depuis le port actuel et le centre-ville de Bastia au nord, jusqu'à la plage de l'Arinella au sud, en s'arrêtant sur la zone du nouveau bassin de commerce. Il sera entrecoupé de données clés en incrustation graphique de type en motion design :

- Taille de la digue
- Surface des terre-pleins
- Diamètre du cercle d'évitage
- Largeur de la passe d'entrée
- Nombre de quais
- Etc.

Un story-board sera soumis à la validation de la CTC avant la mise en production du film. La réalisation comprend les retouches graphiques d'amélioration de qualité visuelle des images (éclairage) et d'intégration d'éléments d'habillage, ainsi que d'insertion de textes. Des séquences de vidéos aériennes en drone pourront être intégrées si disponible.



## **DIAPORAMA DE PRESENTATION**

Nous réalisons un diaporama de présentation du projet Portu Novu, sur la base d'un document de 30 pages.  
L'intervention comprend :

- L'intégration des principaux arguments et éléments de langage dans les éléments de titraile et les textes,
- La relecture et la réécriture communicantes des textes, plus compréhensibles et impactants,
- La représentation de chiffres ou de progressions chiffrées claires et attractives,
- La conception d'illustrations, de cartes et schémas de qualité pour présenter le projet portuaire et les aménagements.
- Une première version sera transmise à la CTC, qui sera amendé au fil des échanges.

Visuels de représentation du nouveau projet

## **DELAIS DE REALISATION : 6-7 SEMAINES**

## **8/ PLANNING GLOBAL DE REALISATION**

L'ensemble des études techniques seront réalisées dans un délai de 4 mois.

## **9/ LIVRABLES**

Chaque tâche comportera :

- un rapport pour chaque tâche avec pour les tâches 1/2/5 l'ensemble des plan de masse de coupe nécessaire à la bonne compréhension des solutions proposées / dimensionnée
- un rapport avec planches techniques pour les tâches 3 / 4 et 6
- l'ensemble des documents sou word/excel/Pwp/DWG et copie en Pdf

## **10/ REUNIONS**

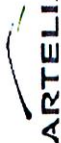
Pour l'ensemble des tâches de 1 à 6, il est prévu trois réunions d'une journée complète sur Bastia

Pour la tâche 7, il est prévu une réunion sur Bastia

Un ensemble de réunion en vidéo conférences / Webex seront organisées en fonction des besoins

D.P.G.F.  
MODIFIE

Accusé de réception en préfecture  
02A-200076958-20190911-7683B-CC  
Date de télétransmission : 11/09/2019  
Date de réception préfecture : 11/09/2019



ARTELIA QUALITE ENVIRONNEMENT

ARTELIA  
VILLES & TERRITOIRES

Catégorie

TOTAL

Coût Journalier

Mission

Thème

1  
Etude hydraulique

2  
Etude hydraulique saison

3  
Etude d'agitation

4  
Etude de Transmission

5  
Prédimensionnement de stations sur puits

6  
Maitrise d'ouvrage

7  
Support de communication

8  
3 réunions Présentielles

1100.00  
€ HT J

Jours  
€ HT

5.00  
5.00 €  
2.50  
5.00 €

2.50  
2.50 €  
2.50  
5.00 €

2.50  
2.50 €  
2.50  
5.00 €

7.50  
8.50 €  
1.00  
2.00 €

1.25  
1.25 €

2.50  
2.50 €

850.00  
€ HT J

Jours  
€ HT

4.00  
3.00 €

3.00  
3.00 €

3.00  
3.00 €

1.00  
2.00 €

1.25  
1.25 €

4.50  
4.50 €

850.00  
€ HT J

Jours  
€ HT

4.00  
4.00 €

3.00  
3.00 €

3.00  
3.00 €

1.00  
2.00 €

1.25  
1.25 €

4.50  
4.50 €

850.00  
€ HT J

Jours  
€ HT

4.00  
4.00 €

3.00  
3.00 €

3.00  
3.00 €

1.00  
2.00 €

1.25  
1.25 €

4.50  
4.50 €

850.00  
€ HT J

Jours  
€ HT

4.00  
4.00 €

3.00  
3.00 €

3.00  
3.00 €

1.00  
2.00 €

1.25  
1.25 €

4.50  
4.50 €

850.00  
€ HT J

Jours  
€ HT

4.00  
4.00 €

3.00  
3.00 €

3.00  
3.00 €

1.00  
2.00 €

1.25  
1.25 €

4.50  
4.50 €

850.00  
€ HT J

Jours  
€ HT

4.00  
4.00 €

3.00  
3.00 €

3.00  
3.00 €

1.00  
2.00 €

1.25  
1.25 €

4.50  
4.50 €

Accusé de réception en préfecture  
02A-200076958-20190911-7683B-CC  
Date de télétransmission : 11/09/2019  
Date de réception préfecture : 11/09/2019



**MARCHE PUBLIC (Prestations Intellectuelles)**

**EXE10**

**AVENANT N°3**

**A - Identification de l'entité adjudicatrice**

**Cullettività di Corsica**  
*Collectivité de Corse*  
**Direzzione Aghjunta Porti è Aeroporti**  
*Direction Adjointe des Ports et Aéroports*  
22 corsu Grandval  
BP 215  
20 187 AIACCIU CEDEX

**B - Identification du titulaire du marché public**

**Groupement SAS ARTELIA / POZZO DI BORGO**

Mandataire : SAS ARTELIA  
16, rue Simone Veil  
93400 Saint-Ouen-sur-Seine

**C - Objet du marché public**

■ **Objet du marché public :**

**Mission d'étude pour le projet de port de commerce  
sur le site de la Carbonite**

■ **Date de la notification du marché public :**

**24 septembre 2015 (Marché n°15 PEA MA 04)**

■ **Durée d'exécution du marché public ou de l'accord-cadre :**

**OS de démarrage : le 24 mars 2015  
Durée globale : 22 mois**

■ **Montant initial du marché public ou de l'accord-cadre :**

- **Taux de la TVA : 20 %**
- **Montant total HT : 1 946 458.00 € décomposé comme suit**
  - TF : 1 412 558.00 €
  - TC1 : 37 665.00 €
  - TC2 : 228 880.00 €
  - TC3 : 214 505.00 €
  - TC4 : 52 850.00 €



■ Montant du marché public après avenant n°1 :

- Taux de la TVA : 20%
- Montant total HT : 2 158 208.00 €
  - TF : 1 412 558.00 € + 211 750.00 € = 1 624 308.00 € (avenant n°1 notifié le 11/09/19))
  - TC1 : 37 665.00 €
  - TC2 : 228 880.00 €
  - TC3 : 214 505.00 €
  - TC4 : 52 850.00 €

■ Montant du marché public après avenant n°2 objet du présent EXE 10 :

- Taux de la TVA : 20%
- Montant total HT : 2 235 408.00 €
  - TF : 1 624 308.00 € + 77 200.00 € = 1 701 508.00 € (objet du présent avenant n°2)
  - TC1 : 37 665.00 €
  - TC2 : 228 880.00 €
  - TC3 : 214 505.00 €
  - TC4 : 52 850.00 €

■ Avancement des études :

Le marché se décompose comme suit :

- Tranche ferme - Etudes techniques, économiques, organisationnelles
  - Mission n°1 Etablissement pré-rapport de présentation du projet
  - Mission n°2 Dossier de présentation du projet
  - Mission n°3 Réservation des emprises
  - Mission n°4 Premières études géotechniques
  - Mission n°5 Etudes préliminaires
  - Mission n°6 Relevés faunes et flores
  - Mission n°7 Etude et recherche des matériaux
  - Mission n°8 Procédures liées à l'archéologie préventive
  - Mission n°9 Concertation publique
  - Mission n°10 « Portu Novu » (avenant n°1)
- Tranche conditionnelle n°1 - Pilotage des études géotechniques
- Tranche conditionnelle n°2 - Etudes d'AVP des infrastructures portuaires
- Tranche conditionnelle n°3 - Etudes d'AVP des infrastructures routières
- Tranche conditionnelle n°4 - Programme des bâtiments et études d'esquisses



Par Ordres de Service, à la date de passation du présent avenant, les missions 1 à 8 de la Tranche Ferme ont été exécutées et la Tranche Conditionnelle n°3 a été affermie et réalisée.

Par Ordre de Service en date du 17 septembre 2019 la mission n°10, objet de l'avenant n°1 notifié le 11/09/19, est en cours d'exécution : TFM10-1 Echanges techniques, TFM10-2 Etudes hydrauliques de la section sur pieux, TFM10-3 Etudes d'agitation.

#### D - Objet de l'avenant n°3

■ Modifications introduites par le présent avenant n°3 :

Les modifications portent sur la conduite d'études complémentaires et supplémentaires demandées par le maître d'ouvrage pour compléter les études relatives aux insertions routières :

- compléments sur le modèle de trafic statique :
  - o mise à jour du modèle de trafic,
  - o test du modèle à l'échéance 2024 sans modification de la localisation du port « Carbonite »,
  - o tests et analyses avec la localisation « Portu Novu » 2027 et 2040,
  - o tests et analyses avec la localisation « Port Actuel » 2027 et 2040.
- études particulières de la desserte routière :
  - o études routières niveau EP et étude de trafic pour les raccordements du projet « Portu Novu »,
  - o analyse multicritères,
  - o modélisation dynamique des points d'échange.
- Etude particulière de trafic :
  - o expertise relative au tunnel, avis sur la faisabilité technique et le fonctionnement d'un point d'échange situé au Fango.

Ces modifications font de fait l'objet d'une nouvelle mission de la Tranche Ferme à savoir :

**Tranche Ferme/Mission n°11 « Compléments aux études de trafics »**

**Erratum :** A l'article 1 du point D de l'acte modificatif n°2 lire l'entreprise mandataire du groupement titulaire du marché N°15 PAEA MA 04 est dénommée : SAS ARTELIA au lieu de 'L'entreprise titulaire du marché N°15 PAEA MA 04 est dénommée : SAS ARTELIA'

■ Incidence de l'avenant n°3 sur les délais :

Le complément d'études introduit par le présent avenant fait l'objet d'un délai distinct « TF/Mission n°11 » de 2 mois.

Le délai global du marché de 26 mois est porté à 28 mois (délai initial : 22 mois + délai avenant n°1 : 4 mois +délai avenant n°2 : 2 mois).



■ Incidence financière de l'avenant n°3 :

L'avenant a une incidence financière sur le montant du marché public ou de l'accord-cadre :

☐ NON

☒ OUI

Montant de l'avenant :

- Taux de la TVA : 20%
- Montant HT : 77 200.00 €
- % d'écart introduit par l'avenant n°1 : + 10.88 % sur le marché initial
- % d'écart introduit par l'avenant n°2 : + 03.97 % sur le marché initial
- % d'écart en cumulé : **+ 14.85 % sur marché initial**

Nouveau montant du marché public :

- Taux de la TVA : 20%
- Montant HT : 2 235 408.00 €

**E - Signature du titulaire du marché public**

| Nom, prénom et qualité du signataire  | Lieu et date de signature | Signature   |
|---|---------------------------|---|
| Christophe PERONNARD<br>Directeur Opérationnel Adjoint<br>Activité Maritime & Ports | Echirolles, le 16/03/2020 | <br><b>ARTELIA</b><br>SIREN 444 523 526<br>6 rue de Lorraine<br>38130 Echirolles - France |
|   |                           |   |

**F - Signature de l'entité adjudicatrice**

Pour la Collectivité de Corse :

(Visa ou avis de l'autorité chargée du contrôle financier.)

A Ajaccio, 18 MARS 2020

A : ..... Pour le Président du Conseil Exécutif  
de Corse et par délégation

Signature  
(Représentant de l'entité adjudicatrice)

Le Directeur Général des Services  
Jean-Louis SANTONI



## G - Notification de l'avenant au titulaire du marché public

### ■ En cas de remise contre récépissé :

Le titulaire signera la formule ci-dessous :

« Reçue à titre de notification copie du présent avenant »

A ....., le .....

Signature du titulaire,

### ■ En cas d'envoi en lettre recommandé avec accusé de réception :

(Coller dans ce cadre l'avis de réception postal, daté et signé par le titulaire du marché public)

### ■ En cas de notification par voie électronique :

(Indiquer la date et l'heure d'accusé de réception de la présente notification par le titulaire du marché public)



**DECOMPOSITION DE LA MISSION**

**TRANCHE FERME / MISSION N°11  
« COMPLEMENTS AUX ETUDES DE TRAFICS »**



## **DESSERTE ROUTIERE DU PROJET DE NOUVEAU PORT DE BASTIA**

Etudes préalables / compléments

Cahier des charges- Proposition ARTELIA 19/12/2019

### **SOMMAIRE**

#### **A. COMPLEMENTS SUR LE MODELE DE TRAFIC STATIQUE**

1. Mise à jour du modèle de trafic
  - 1.1 Scénario de localisation du port
  - 1.2 Les hypothèses pour le générateur de trafic constitué du port
    - 1.1.1. Echéance 2027
    - 1.1.2 Echéance 2040
  - 1.3 Les hypothèses pour l'évolution de la demande
  - 1.4 Les hypothèses pour l'offre de transport
    - 1.4.1 Offre en termes de transports collectifs
    - 1.4.2 Modifications à apporter à l'offre en termes de réseau routier
2. Test du modèle à l'échéance 2024 sans modification de la localisation du port
3. Tests et analyses avec le scénario Porto Novo
4. Tests et analyses avec le scénario extension en place du port actuel

#### **B. ETUDES PARTICULIERES DE LA DESSERTE ROUTIERE DE PORTU NOVU**

1. Contenu des prestations
2. Secteur d'étude
3. Scénarios à étudier – analyse multicritère
  - 3.1 Scénario n°1 – raccordement sur la route du front de mer
  - 3.2 Scénario n°2 – raccordement sur la RT11 en 2x2 voies
  - 3.3 Scénario n°3 – dévoiement de la route du front de mer
  - 3.4 Analyse multicritères

#### **C. ETUDE PARTICULIERE DE TRAFIC SUR LE SCENARIO D'EXTENSION EN PLACE**

1. Contexte
2. Prestations demandées

#### **D. PIECES MISES A DISPOSITION**

#### **E. CADRE FINANCIER**



## A. COMPLEMENTS SUR LE MODELE DE TRAFIC STATIQUE

### 1. mise à jour du modèle de trafic

#### 1.1 Scénario de localisation du port :

2 scénarios sont prévus :

- Portu Novu ;
- Extension du port de commerce actuel.

#### 1.2 Les hypothèses pour le générateur de trafic constitué du port :

##### 1.2.1 Echéance 2027 :

Le nouveau port sera mis en service, quel que soit le scénario ; pour la variante Portu Novu, il est considéré que l'actuel port de commerce sera requalifié et que le bassin sera réaffecté à la grande plaisance et à la plaisance moyenne.

Hypothèses de trafic à prendre en compte pour le port actuel requalifié :

- 300 VL/jour/ 2 sens confondus pour les activités commerciales et les rotations de véhicules (propriétaires de bateaux, location de VL....) + 10 PL/jour/2 sens confondus

Hypothèses de trafic à prendre en compte pour le nouveau port :

- A l'HPM : 2 navires à 700 uvp/h chacun en débarquement + 1 navire à 50% de 700 uvp/h à l'embarquement soit 350 uvp/h, le restant étant stocké sur le port du fait des arrivées étagées des usagers à l'embarquement ;
- A l'HPS : 1 navire à 700 uvp/h en débarquement + 1 navire à 50% de 700 uvp/h à l'embarquement ;
- Trafic PL généré par le port : 250 PL/j/sens

Il s'agit de données relatives à la pointe estivale.

##### 1.2.2 Echéance 2040 :

Le nouveau port quelle que soit sa localisation accueillera de nouveaux standards de navires de longueur 240 m, avec une capacité de chargement de 1400 VL par navire. Les hypothèses prises pour 2027 en HPM et HPS sont reconduites pour 2040, en tenant compte de ces nouveaux navires.

#### 1.3 Les hypothèses pour l'évolution de la demande :

Le taux de croissance du trafic inchangé par rapport au § 3 de l'étude M5R2.

#### 1.4 Les hypothèses pour l'offre de transport :

##### 1.4.1 offre en termes de transports collectifs :

L'offre reste inchangée par rapport à l'étude M5R2



#### 1.4.2 modifications à apporter à l'offre en termes de réseau routier :

L'offre en termes de réseau routier est inchangée par rapport à l'étude M5R2 sauf pour :

- a) le taux de PL (l'hypothèse de 5% apparaît très forte, on est actuellement plus proche des 3%)
- b) Voie nouvelle « Carbonite » : non réalisée tant que sa justification n'est pas démontrée ;
- c) Pour la voie nouvelle Bastia Furiani :
  - mise en service en 2025
  - voie nouvelle bidirectionnelle, type AU70, sans accès direct, avec six points d'échange (giratoires).

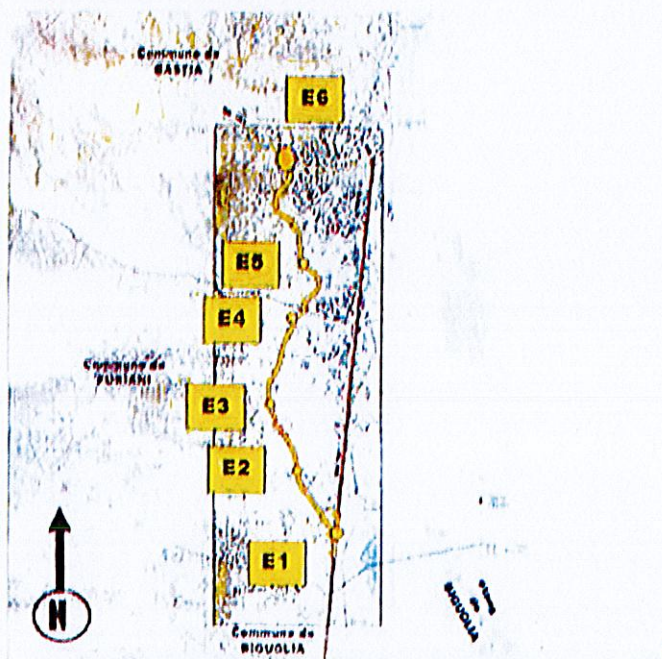


Schéma de la voie nouvelle avec ses 6 points d'échange (giratoires)

- la voie nouvelle Bastia Furiani a refait l'objet d'une modélisation de trafic sous Transcad par la société TRAFALGARE à la demande de la direction des routes de la CDC durant l'hiver 2018/2019, aux échéances 2025 et 2040. Pour information, il est prévu à l'échéance 2040 un TMJA de 16500 v/j tous sens confondus.

#### 2. Test du modèle à l'échéance 2024 sans modification de la localisation du port

Ce scénario est à tester pour s'assurer d'avoir des prévisions homogènes en 2024 entre la modélisation réalisée par TRAFALGARE sur Bastia Furiani pour 2024 et la mise à jour du modèle de l'étude M5R2, même si les hypothèses de croissance sont légèrement différentes :



### 1.1.2 Hypothèses d'évolution de la demande

A l'horizon 2025, avec pour base les évolutions de populations entre 2015 et 2018 et des données fournies par le PLU nous estimons :

- Pour la commune de Bastia, une croissance nulle,
- Pour la commune de Furiani une croissance de +2%/an de la population et +3%/an des emplois
- Pour la commune de Biguglia, une croissance de +3%/an de la population et +4%/an des emplois entre 2018 et 2025

Nous avons également associé une croissance de 1%/an au niveau du générateur de trafic nord externe. Nous nous basons sur la croissance très faible caractérisant ce secteur et les faibles modifications urbaines à venir.

Nous faisons l'hypothèse d'une croissance de 2%/an pour le générateur externe situé au sud de notre zone d'étude en vue des prévisions d'aménagements à venir (habitat et emploi) et des augmentations de trafic qui ne cessent d'augmenter.

A l'horizon 2040, nous maintenons les mêmes hypothèses pour Bastia et estimons une croissance de 1% pour les emplois et la population pour les communes de Furiani et Biguglia.

De ce fait les trafics sur la RT12 aux horizons 2025 et 2040 atteignent en fonction des scénarios :

*Hypothèses de croissance considérées dans l'étude TRAFALGARE – extrait rapport phase 3*

### 3. Tests et analyses avec le scénario Porto Novo

Le scénario Porto Novo est à tester pour les échéances 2027 et 2040, avec une analyse des résultats à effectuer.

La géométrie du ou des points d'échange avec la RT11 sera vue dans la 2<sup>ème</sup> phase d'étude (cf § B).

Rendu à prévoir :

- des cartographies avec les charges de trafic et leurs évolutions,
- des cartographies avec les niveaux de saturation du réseau et leurs évolutions,

### 4. Tests et analyses avec le scénario extension en place du port actuel

Ce scénario est à tester pour les échéances 2027 voire 2040 si la saturation du réseau n'est pas complète pour le test 2027, avec le même rendu qu'au § précédent, et incluant l'une analyse des résultats à effectuer.

### B. ETUDES PARTICULIÈRES DE LA DESSERTE ROUTIÈRE DE PORTU NOVO

Il s'agit de dimensionner les raccordements de Portu Novo au réseau routier existant. Le dimensionnement s'arrête au périmètre de Portu Novo ; l'organisation interne de la voirie n'est pas demandée pour l'instant.

L'étude des circulations douces ne fait pas partie des prestations à ce stade. Seul le rétablissement physique de l'itinéraire de la voie verte Spassimare qui court le long du front de mer sera recherché.

#### 1 Contenu des prestations

La prestation comporte une étude géométrique préalable des points d'échange, niveau études préliminaires en milieu urbain (vue en plan 1/500, profils en long et profils en travers des voies créées et des points d'échange, conception niveau EPOA des ouvrages d'art), menée parallèlement avec une étude particulière de trafic pour vérifier les conditions d'écoulement aux HPM et HPS suivant les scénarios 2027 et 2040.

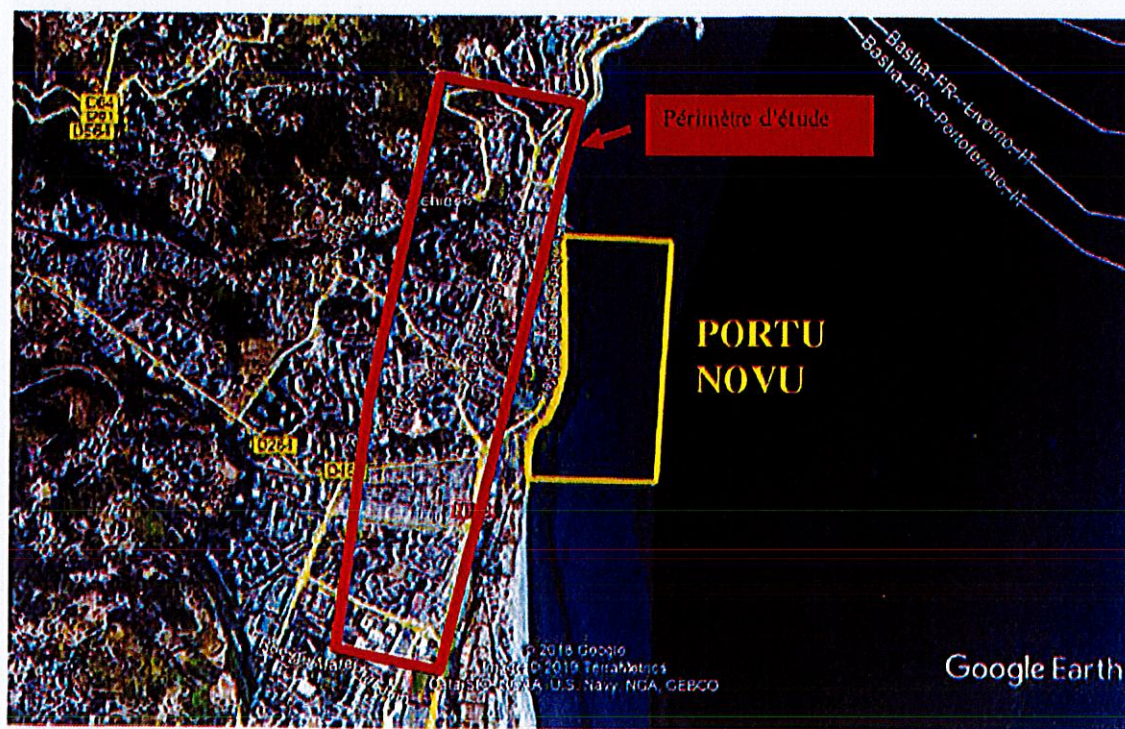


Une modélisation dynamique des points d'échange est à prévoir pour vérifier les conditions d'écoulement sera effectuée sur le scénario choisi à l'issue de l'analyse multicritères.

Une estimation financière sur la base de ratios sera réalisée.

## 2 secteur d'étude

Le secteur d'étude est le suivant :



Périmètre d'étude

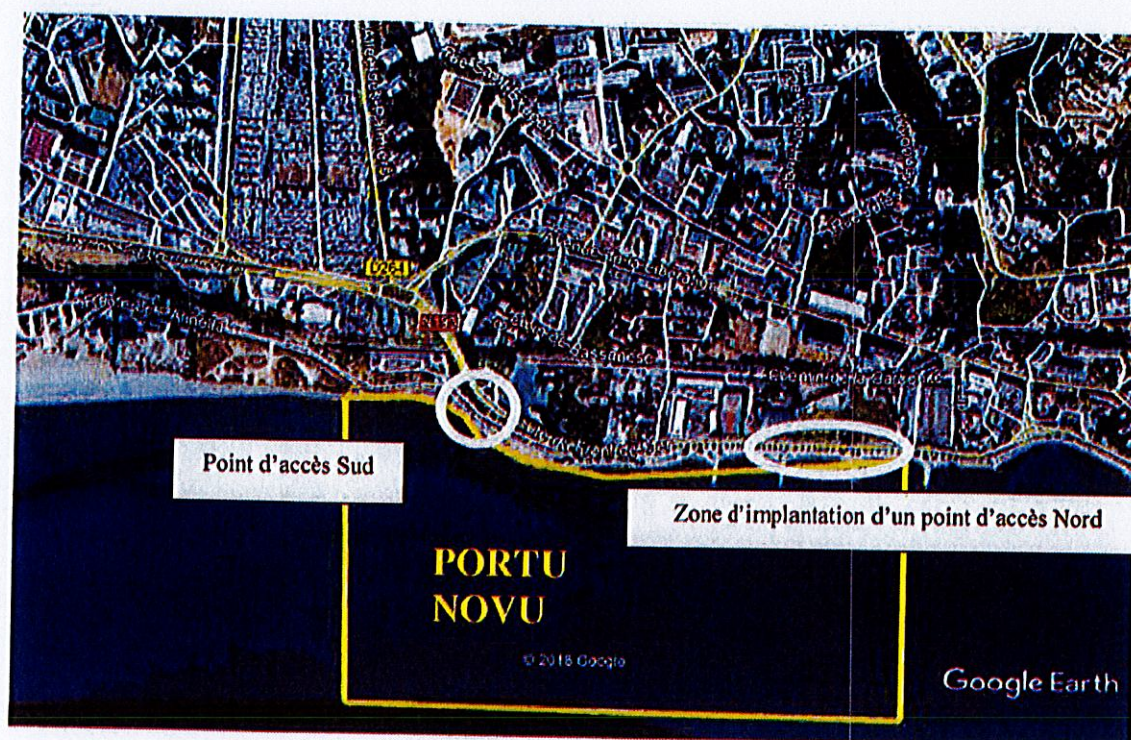
## 3 Scénarios à étudier – analyse multicritère

Pour rechercher l'exhaustivité, trois scénarios seront étudiés puis comparés. Des propositions de scénarios différents peuvent être faites au préalable par le prestataire, l'objectif étant d'étudier les scénarios les plus pertinents possibles.

### 3.1 Scénario n°1 – raccordement sur la route du front de mer

On recherche la réalisation de 2 accès (Nord et Sud) sur la route du front de mer.

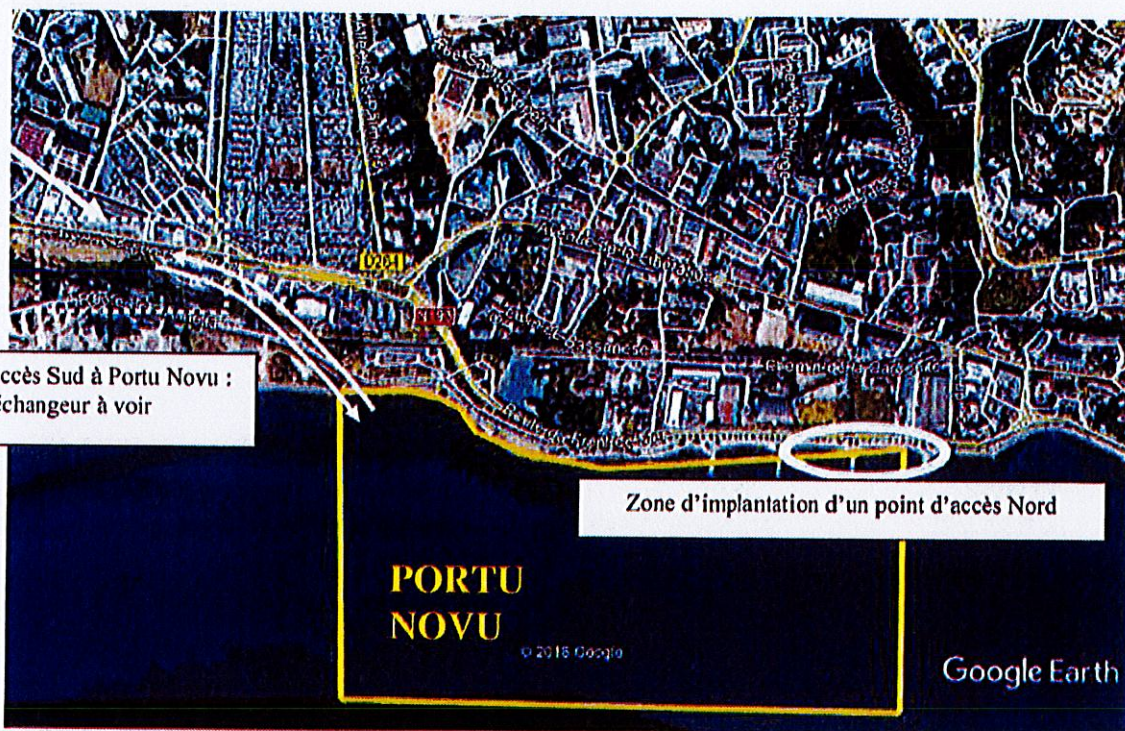




### 3.2 Scénario n°2 – raccordement sur la RT11 en 2x2 voies

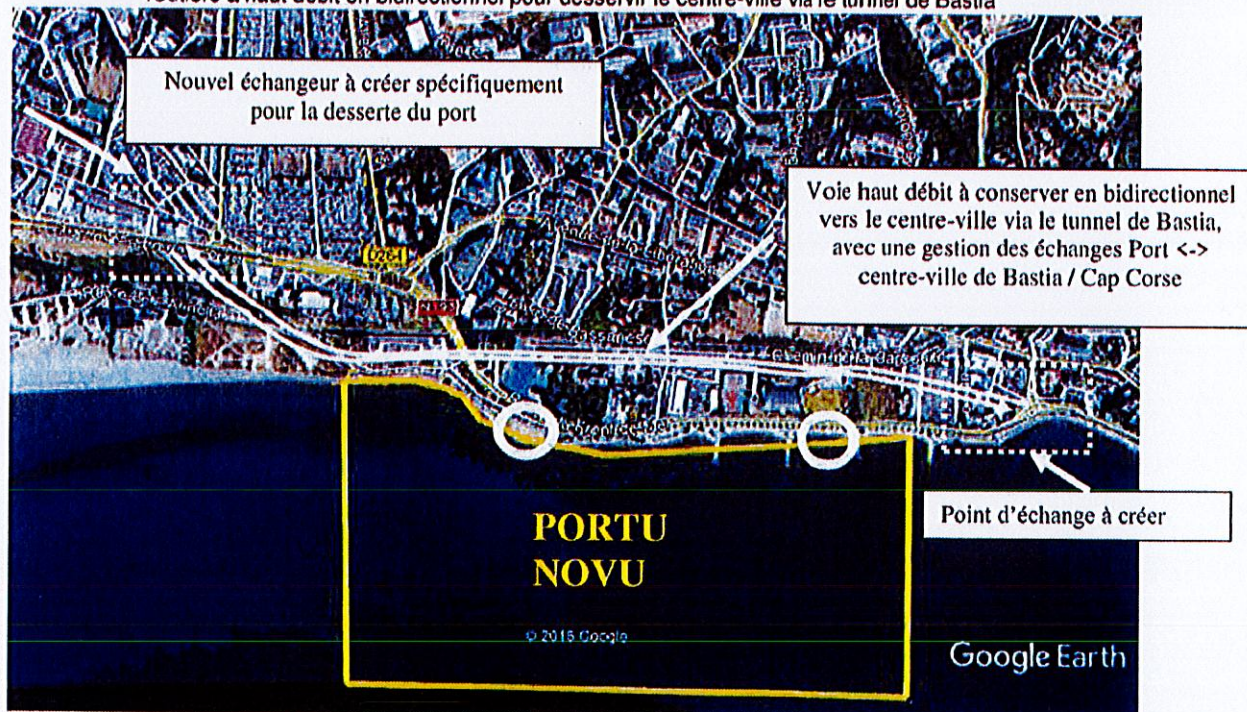
Dans ce scénario, on essaie de faire fonctionner l'accès sud depuis la RT11, en cherchant à gérer la dénivellée entre RT11 à 2x2 devant le cimetière et le front de mer et en créant un échangeur spécifique pour Portu Novu sur la partie en 2x2 voies de la RT11





### 3.3 Scénario n°3 – dévolement de la route du front de mer

Dans ce scénario, la RT11 front de mer est transformée en desserte exclusive du port ; il est conservée une voie routière à haut débit en bidirectionnel pour desservir le centre-ville via le tunnel de Bastia





### 3.4 Analyse multicritères

L'analyse multicritères entre les scénarios se fera sur les bases ci-après :

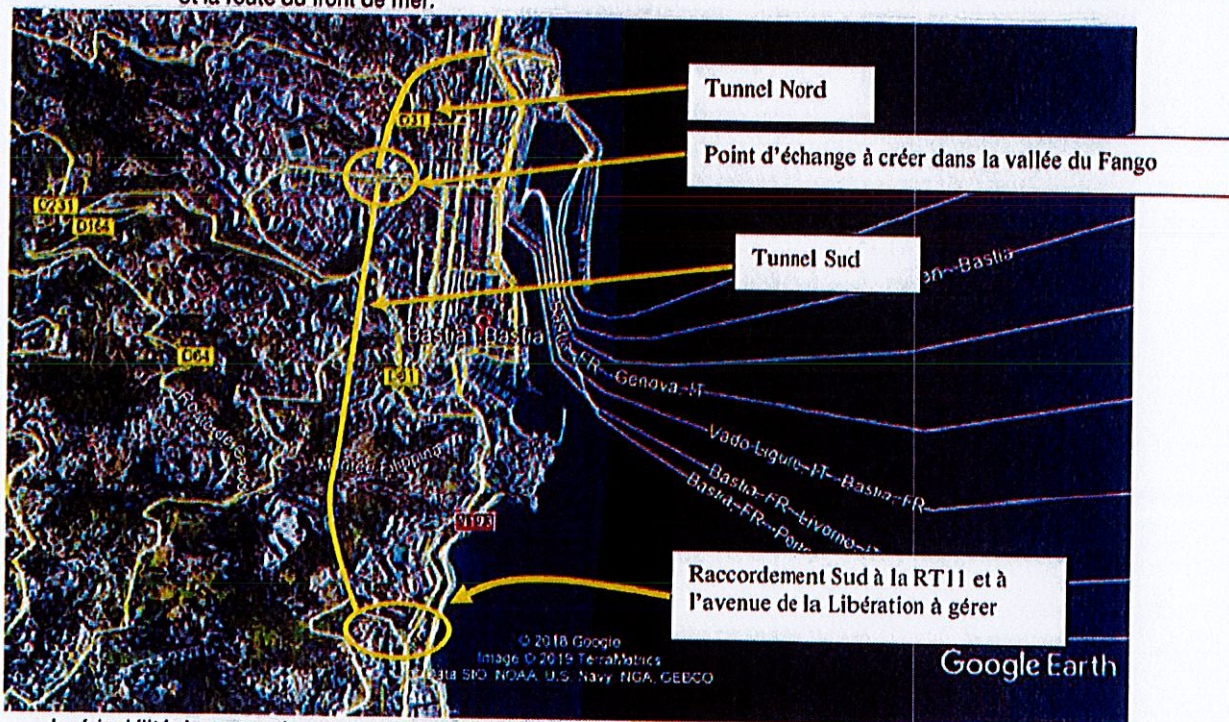
- Une synthèse des caractéristiques : emprise consommée par voies créées, descriptif des voies et points d'échange créés, inventaire des ouvrages, coût prévisionnel ;
- La fonctionnalité : amélioration attendue en terme de fluidité du trafic pour la desserte du port, la desserte du centre-ville et la desserte locale ;
- L'occupation des sols : impact sur le bâti et sur les zones habitées, impact sur les espaces restés à l'état naturel ;
- Impact sur les activités économiques et sur les équipements existants ;
- Impact en termes paysagers (covisibilité).

### C. ETUDE PARTICULIERE DE TRAFIC SUR LE SCENARIO D'EXTENSION EN PLACE

## 1 Contexte

La ville de Bastia souhaite étudier un scénario où le port actuel est étendu, et dans lequel le réseau de voirie du centre-ville est complété de la façon suivante :

- l'entrée du port reste à son positionnement actuel au giratoire de Toga ;
- une voirie de contournement comportant deux tunnels est créée pour doubler la RT11 entre le giratoire de Toga et la route du front de mer.



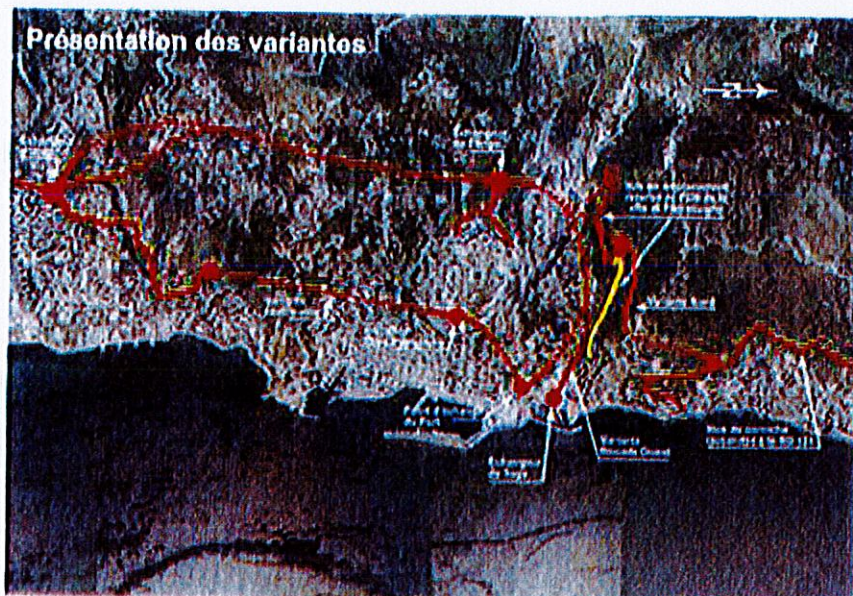
La faisabilité de cette voie est régulièrement portée par la ville de Bastia.

Elle a déjà fait l'objet d'une analyse dans le Dossier de Voirie d'Agglomération de Bastia élaboré par le CETE Méditerranée (CEREMA) en 2005-2006, dans le cadre de la recherche de solution de contournement de l'hypercentre de Bastia.

Le DVA avait souligné plusieurs problèmes concernant cette variante :

- la gestion du point d'échange intermédiaire dans la vallée du Fango et les risques de remontées de file dans les tunnels ;
- le raccordement sur la voirie existante au Sud du tunnel Sud et les problèmes des capacités du réseau viaire actuel.



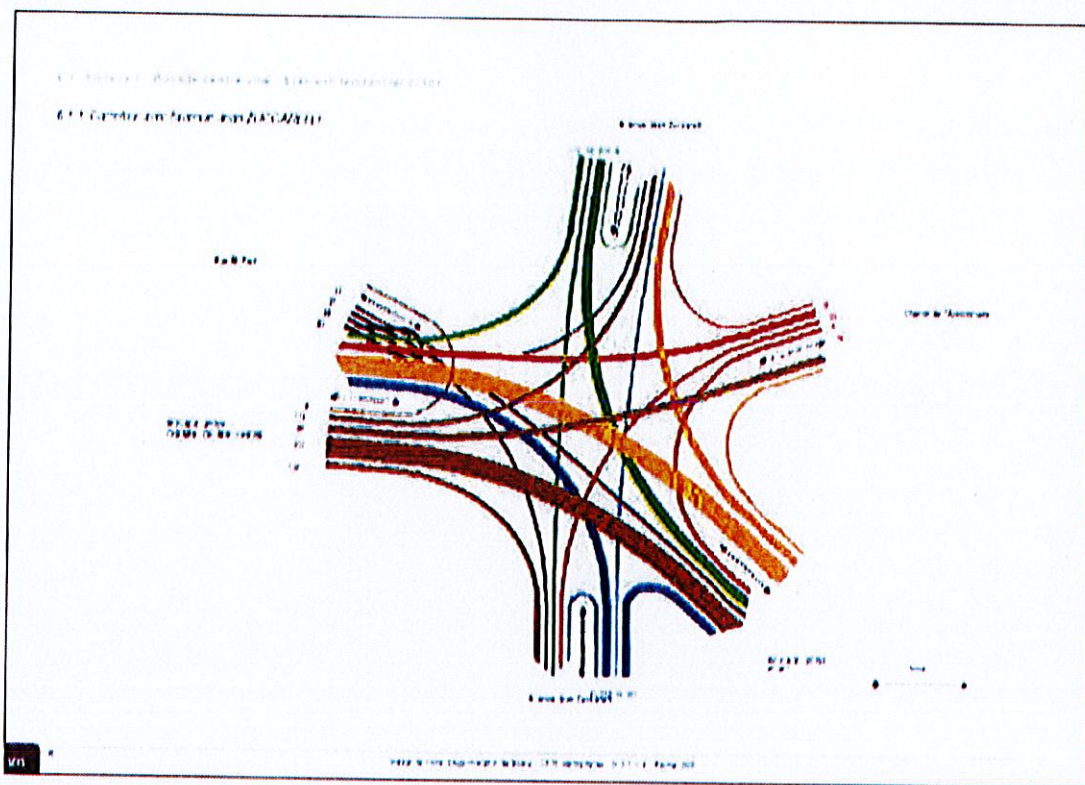


Extrait du DVA – variante considérée : variante Centre ville



Extrait du DVA – pré études géométrique et de trafic pour le fonctionnement du point d'échange dans la variante Centre ville





## 2 Prestations demandées

Elles consistent en une expertise de cette solution et comprennent :

- modélisation du trafic : les tests aux échéances 2027 et 2040 sous le modèle VISUM réalisé, en tenant compte de la mise en place de la voie de contournement, et l'analyse des résultats ;
- un rappel sur le contexte réglementaire lié à la création de deux tunnels routiers urbains et aux risques de remontée de files en tunnel, et son application dans le cadre des ouvrages envisagés sur la voie de contournement ;
- un avis actualisé sur la faisabilité technique du point d'échange du Fango ;
- un avis sur le fonctionnement en termes d'écoulement du trafic sur le point d'échange du Fango.

### D. PIÈCES MISES À DISPOSITION

- VOIE NOUVELLE BASTIA FURIANI // étude de trafic réalisée 2018-2019 par la société TRAFALGARE ;
- Les données de trafic sur la RT11 issues des stations SIREDO de la Collectivité et disponibles depuis le début des années 2000 ;
- Le dossier de voirie d'agglomération établi en 2006 sous maîtrise d'ouvrage de la Collectivité par le CETE Méditerranée ;
- données topographiques sur le secteur d'étude défini au § B.2.



## E. CADRE FINANCIER

| N° de prix | prestations   | Unité | quantités | P.U.      | TOTAL HT | 800<br>Expert<br>trafic/VRD | 600<br>Ingénieur<br>trafic /VRD | 900<br>chef de<br>projet | 450<br>technicien | TOTAL |
|------------|---|-------|-----------|-----------|----------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------|-------|
|            | <b>phase A: COMPLEMENTS SUR LE MODELE DE TRAFIC STATIQUE</b>  |       |           |           |          |                             |                                 |                          |                   |       |
| A.1        | mise à jour du modèle de trafic suivant phase A §1 :  | F     | 1         | 5950      | 5 950    | 2                           | 6,5                             | 0,5                      |                   | 5950  |
| A.2        | Test du modèle à l'échéance 2024 sans modification de la localisation du port suivant phase A §2  | F     | 1         | 2500      | 2 500    | 0,5                         | 3,5                             |                          |                   | 2500  |
| A.3        | Tests et analyses avec le scénario Porto Novo 2027 et 2040 suivant phase A §3   | F     | 1         | 4580      | 4 580    | 1                           | 6                               | 0,2                      |                   | 4580  |
| A.4        | Tests et analyses avec le scénario extension en place du port actuel 2027 et 2040 suivant phase A §4  | F     | 1         | 4580      | 4 580    | 1                           | 6                               | 0,2                      |                   | 4580  |
|            | <b>phase B: B. ETUDES PARTICULIERES DE LA DESSERTE ROUTIERE</b>   |       |           |           |          |                             |                                 |                          |                   |       |
| B.1        | études routières niveau études préliminaires et étude de trafic suivant phase B §3.1 à 3.3 ... raccordement PORTU NOVU au réseau routier existant | U     | 3         | 4300      | 12 900   | 3                           | 10                              | 1                        | 8                 | 12900 |
| B.1        | Analyse multicritères suivant phase B § 3.3   | F     | 1         | 2090      | 2 090    | 1                           | 2                               | 0,1                      |                   | 2090  |
| B.3        | Modélisation dynamique des points d'échange d'un scénario   | F     | 1         | 24700     | 24 700   | 8                           | 29                              | 1                        |                   | 24700 |
|            | <b>phase C: ETUDE PARTICULIERE DE TRAFIC SUR LE SCENARIO</b>  |       |           |           |          |                             |                                 |                          |                   |       |
| C.1,2,3    | Expertise tunnel suivant phase C § 2 et avis sur la faisabilité technique et le fonctionnement du point d'échange du Fango suivant phase C § 2    | F     | 1         | 19900     | 19 900   | 8                           | 21                              | 1                        |                   | 19900 |
|            |   |       |           | TOTAL HT  | 77 200   |                             |                                 |                          |                   | 77200 |
|            |   |       |           | TVA 20%   | 15 440   |                             |                                 |                          |                   |       |
|            |   |       |           | TOTAL TTC | 92 640   |                             |                                 |                          |                   |       |

La phase A pourra être réalisée en Janvier 2020. Durant cette phase il faut prévoir :

- Réunion à l'issue de la phase A2 : test modèle échéance 2024 pour valider les hypothèses de l'état de référence à compter du 20/01/20
- Réunion de présentation des tests A3 et A4, 1<sup>ère</sup> semaine de Février 2020.



2019

**DELEGATION AUX GRANDS  
PROJETS MARITIMES ET  
PORTUAIRES**

Novembre 2019

*Etudes préliminaires de  
restructuration du site  
portuaire actuel de Bastia*

« *Etudes complémentaires en  
milieu marin*

*Cartographie des biocénoses  
marines* »

**PROGRAMME**



## **SOMMAIRE**

|              |   |                                    |
|--------------|---|------------------------------------|
| <b>I.</b>    | <b>CONTEXTE DE L'ETUDE .....</b>  | <b>8</b>                           |
| <b>II.</b>   | <b>PRESENTATION DU PROJET .....</b>   | <b>9</b>                           |
| <b>III.</b>  | <b>OBJET ET DELAIS D'EXECUTION DU MARCHE.....</b>   | <b>11</b>                          |
| <b>IV.</b>   | <b>DESCRIPTION TECHNIQUE .....</b>  | <b>12</b>                          |
| <b>V.</b>    | <b>RESULTATS ET LIVRABLE ATTENDU.....</b>   | <b>15</b>                          |
| <b>VI.</b>   | <b>REUNIONS .....</b>   | <b>15</b>                          |
| <b>VII.</b>  | <b>CALENDRIER DES ETUDES.....</b>   | <b>16</b>                          |
| <b>VIII.</b> | <b>ANNEXES .....</b>  | <b>16</b>                          |
|              | <i>ANNEXE 1 : DECOMPOSITION DU PRIX GLOBAL ET FORFAITAIRE .....</i>                         | <i>ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.</i> |
|              | <i>ANNEXE 2 : DELIBERATION DE L'ASSEMBLEE DE CORSE DE JUILLET 2019 .....</i>                | <i>16</i>                          |
|              | <i>ANNEXE 3 : DONNEES DE CARTOGRAPHIE EXISTANTES .....</i>                                  | <i>16</i>                          |
|              | <i>ANNEXE 4 : DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION DE DESTRUCTION D'ESPECES PROTEGEES.....</i> | <i>16</i>                          |

## **I. Contexte de l'étude**

La Collectivité de Corse, responsable de la politique du développement portuaire, a conduit de nombreuses études sur l'extension du port de Bastia dans le cadre de la procédure des grands projets d'infrastructures.

La Chambre de Commerce et d'Industrie de Bastia et de Haute Corse, concessionnaire du port de Bastia, a engagé dès 2003 une étude de développement du port afin de pouvoir répondre aux évolutions du trafic portuaire attendu, en 2003, en forte croissance et aux modèles économiques du transport de passagers et fret.

Ces différentes études ont mis en évidence que le port n'était plus adapté au trafic maritime en raison principalement de l'accroissement de la taille des navires engendrant des difficultés de fonctionnement croissantes et des conditions d'exploitation peu sécuritaires.

Une extension portuaire à Bastia est une nécessité qui s'impose.

Dès 2005, fort de ces constats, la Collectivité de Corse a engagé des études approfondies pour la création d'un nouveau port sur le site de la Carbonite, au sud de la ville. Le principe de la création du nouveau port de Bastia sur le site de la Carbonite et l'engagement des études correspondantes ont été actés par deux délibérations de l'Assemblée de Corse n°04-171 du 26 juillet 2004 et n°07-182 du 26 septembre 2007 approuvant le bilan du débat public organisé de mars à mai 2007.

Lors du débat public, les impacts sur l'environnement ont constitué le premier motif d'opposition au projet. Ces prises de position ont essentiellement tourné autour de la destruction d'espèces protégées avec la présence notamment d'herbiers de Posidonie, de grandes nacres et de patelles géantes.

La destruction d'espèces protégée a néanmoins fait l'objet d'une autorisation de la part du CNPN en décembre 2012 comprenant des mesures d'accompagnement et de compensation. Un arrêté préfectoral a également été établi en mai 2013 dont le délai de validité cours jusqu'à la fin des travaux.

A la demande de l'Assemblée de Corse, lors de la session du 24 septembre 2014, des études d'impact sur la stabilité du trait de côte sur les plages de l'Arinella et le grau de Biguglia ont été entreprises. Rendues début 2019, ces études montrent un impact faible sur la stabilité du trait de côte permettant ainsi de poursuivre les études sur une option de déplacement du port de Bastia au Sud de la citadelle

A ce jour force est de constater que les projections de trafics justifiant le projet étudié n'ont pas suivi la progression attendue, en particulier pour les passagers avec un report modal sur l'aérien.

De ce fait des solutions initialement écartée retrouvent une légitimité et en particulier celles mieux adaptées aux besoins identifiés et moins impactantes que ce soit sur le site de la Carbonite ou sur l'actuel port de Bastia.



## II. Présentation du projet

Dans le cadre du projet d'extension du port de commerce de Bastia, plusieurs sites et diverses configurations ont été étudiés. Pour des raisons techniques, environnementales ou économiques, seules trois options ont été retenues, avec des niveaux de maturité différents :

### - **Extension du port sur le « site actuel » (option A1)**

Cette option consiste à transformer les infrastructures actuelles de la façon suivante :

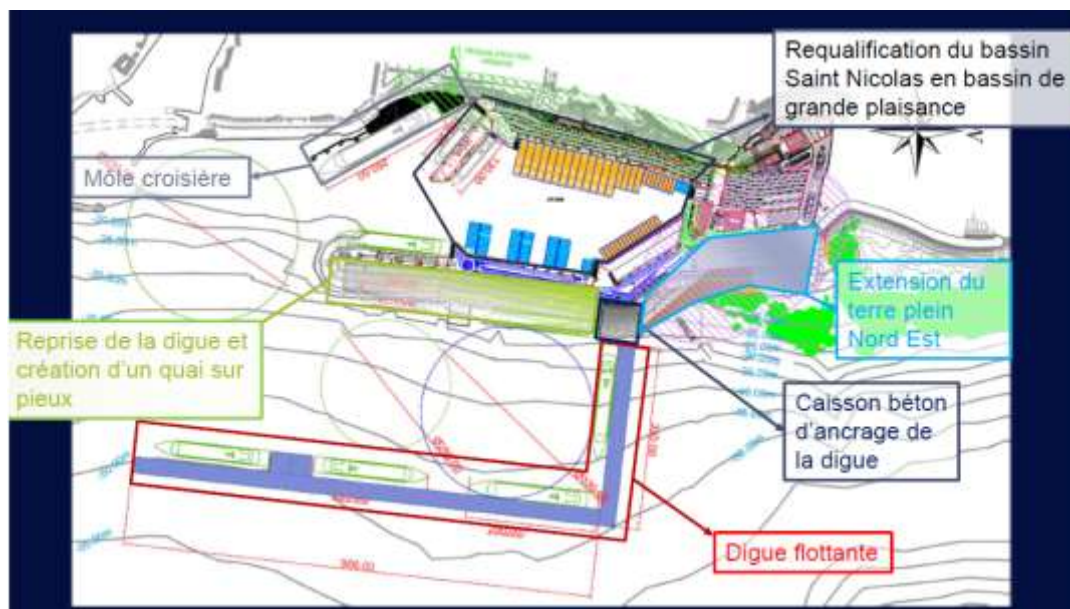


Figure 1: caractéristiques de l'option extension du port sur le "site actuel"

Une option A2 dite solution des pêcheurs (extension de 250m de la digue actuelle dans la direction sud est) est étudiée en parallèle.



### - **Extension du port sur le « site de la Carbonite » (option B)**

Situé au nord de la plage de l'Arinella, sur l'emprise du littoral déjà artificialisé, cette option consiste à créer les aménagements suivants :

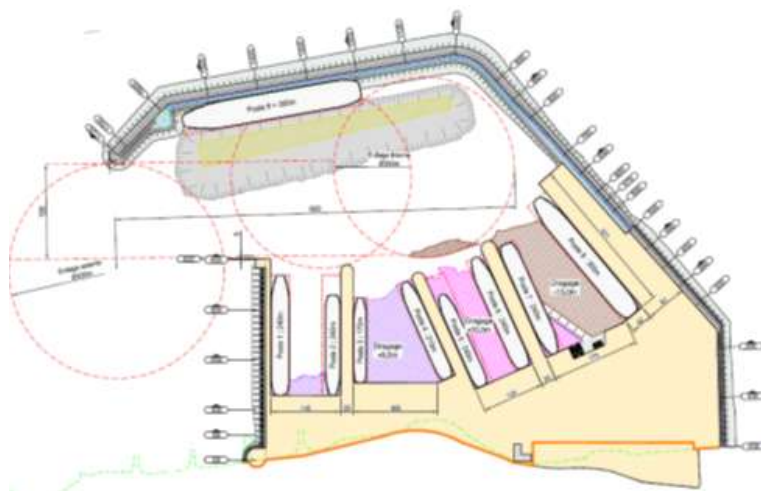


Figure 2: plan de masse optimisée de l'option extension du port sur le "site de la Carbonite" (Source : Artélia, 2015-2017).

### - Extension du port sur le « site de Portu Novu » (option C)

Le projet dit « Portu Novu », est situé à environ 300 m au Nord de l'option appelée « site de la Carbonite ». Il a été conçu comme une solution intermédiaire entre l'option A (extension du site actuel) et l'option B (Port de la Carbonite) et intégrant les données et enjeux qui ont évolué ou se sont précisés depuis 2007.



Figure 3: Plan de masse de l'option extension du port sur le "site de Portu Novu" (Source : Artélia, 2015-2017).

La Collectivité de Corse souhaite à présent lancer des études environnementales complémentaires sur les habitats et espèces benthiques marines afin de procéder à l'analyse multicritère des différents sites et alternatives de projet envisagés.

Afin de distinguer les différentes alternatives d'implantation, la zone d'étude est scindée en deux grands secteurs prenant en compte les risques d'impact direct et indirect du projet.

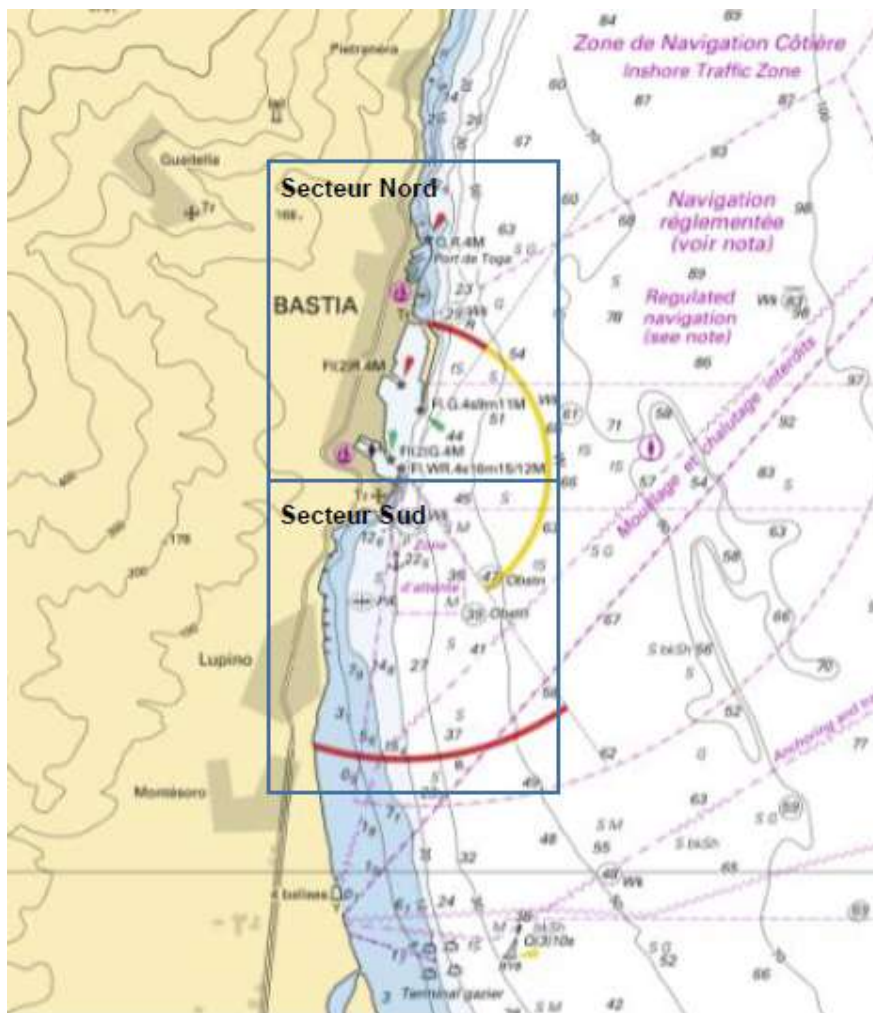


Figure 4: délimitation indicative de la zone d'étude.

### III. Objet et délais d'exécution du marché

Le présent marché est décomposé en quatre prestations :

- Vérification des limites des herbiers de Posidonie et de Cymodocées ;
- Recensement exhaustif des populations de patelles ferrugineuses ;
- Evaluation des densités de population de grandes nacres ;
- Compilation des données sur l'oursin diadème.

Le marché est prévu sur une durée de trois (3) mois à compter de sa date de notification :

- Campagnes de terrain (3 prestations de terrain) : 20 jours ouvrés
- Rédaction du livrable, dont la compilation des données sur l'oursin diadème : 25 jours ouvrés
- Comptes-rendus des réunions en Corse et des visioconférences (3+5 réunions)



## IV. Description technique

Le titulaire mettra en œuvre tous les moyens humains et techniques nécessaires pour exécuter le marché dans toutes ses composantes.

### • Vérification des limites des herbiers de Posidonie et de Cymodocées

Au vu des données déjà disponibles, les principaux habitats benthiques recensés sont les suivants :

- Herbier de Posidonie (*Posidonia oceanica* ; espèce protégée) ;
- Herbier de Cymodocées (*Cymodocea nodosa* ; espèce protégée) ;
- Roche à algues infralittorales ;
- Coralligène
- Matte morte (d'herbier de posidonie) ;
- Sables infralittoraux et circalittoraux.

Les données les plus récentes datent de 2011 (IxSurvey, 2014) et couvrent l'ensemble de la zone d'étude (secteurs Nord et Sud).

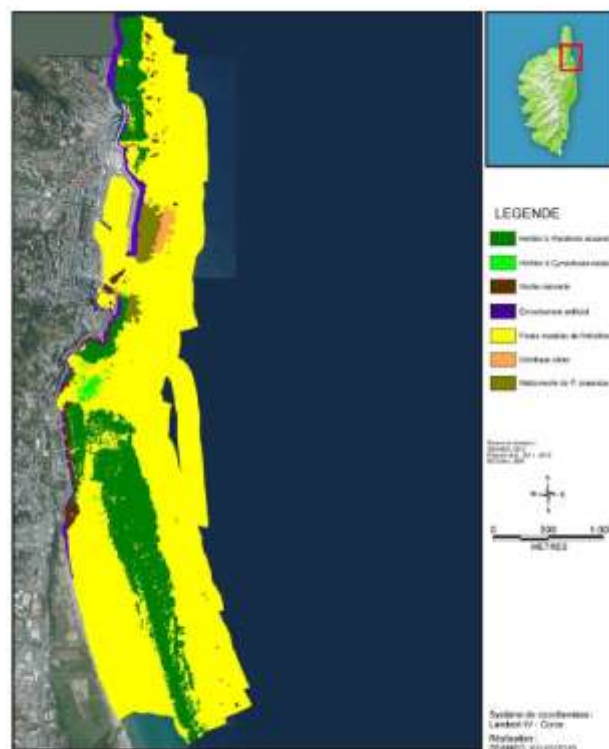


Figure 5: répartition des habitats marins sur l'ensemble de la zone d'étude (Source : IxSurvey, 2014)

Cette vérification consiste en la réalisation d'un contrôle ponctuelle, sur les secteurs nord et sud, des limites inférieures et supérieures d'herbiers de Posidonie et de Cymodocées.

Uniquement en présence d'herbiers, le titulaire du marché devra réaliser, un transect de contrôle tous les 500 m, le long d'un linéaire d'environ 50 m, soit environ 14 transects pour couvrir l'ensemble de la zone d'étude.

Pour les herbiers de Posidonie, 6 transects par limite sont attendus et 1 transect par limite pour les herbiers de Cymodocées.

Au droit de chaque transect de contrôle, des prises de vue géo-référencées en plongée sous-marine ou à l'aide d'autres méthodes seront réalisés.

En début de mission, le titulaire du marché proposera, à la maîtrise d'ouvrage, une localisation de ces transects pour validation.

- **Recensement exhaustif des populations de patelles ferrugineuses**

Les derniers recensements de l'espèce protégée *Patella ferruginea* remontent à 2007 sur le secteur nord (Sintinelle, 2007) et 2011 sur le secteur sud (IxSurvey, 2014).

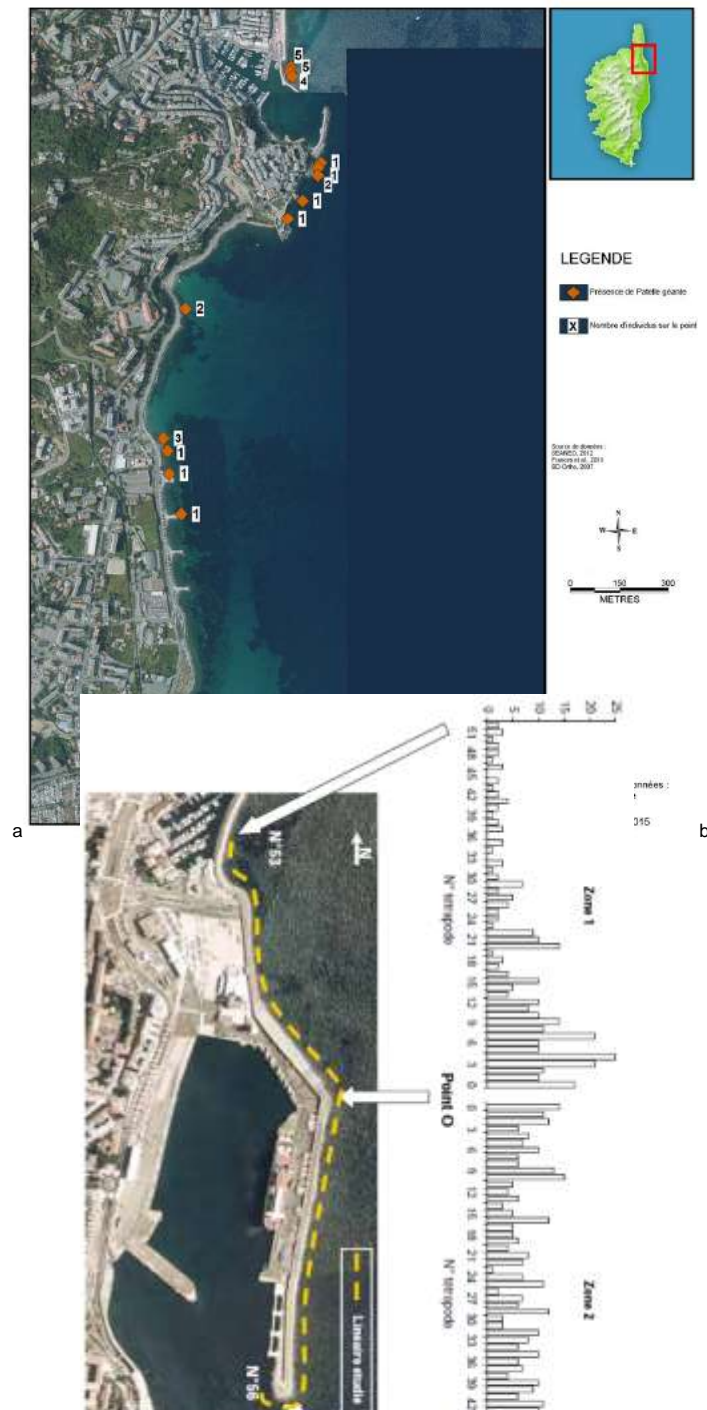


Figure 6: localisation des individus de *Patella ferruginea* (a : IxSurvey, 2014 ; b : Sintinelle, 2007).

Ce recensement consiste à établir un dénombrement exhaustif de la population de patelles géantes présente sur l'ensemble des substrats durs, côté large, présent dans la zone d'étude (secteurs Nord et Sud).

Afin d'éviter la confusion avec d'autres espèces du genre *Patella* sp., l'inventaire devra être réalisé uniquement sur les individus de plus de 20 mm.

La localisation et le dénombrement des individus observés se feront par transect, d'une longueur maximale d'environ 20 m (à adapter en fonction du substrat rencontré), avec géo-référencement de leurs limites par prise de points GPS (soit environ 110 transects).

Chaque individu observé devra être mesuré à l'aide d'un pied à coulisse (longueur et largeur de la coquille – précision de l'ordre du millimètre).

En début de mission, le titulaire du marché proposera, à la maîtrise d'ouvrage, une localisation de ces transects pour validation.

### • Evaluation des densités de population de grandes nacres

Une population de grandes nacres (*Pinna nobilis* ; espèce protégée) a été décrite sur le secteur sud en 2011 (IxSurvey, 2014) et en 2012 (Seaneo, 2015). Sur le secteur nord, les données sont très parcellaires ; quelques individus ont été signalés par Creoccean (2006). A noter qu'une épizootie massive démarrée en 2016 en Espagne s'est progressivement étendue en Méditerranée y compris en Corse. La parasite en cause (protozoaire du genre *Haplosporidium*) peut entraîner des mortalités de plus de 85 % de la population.

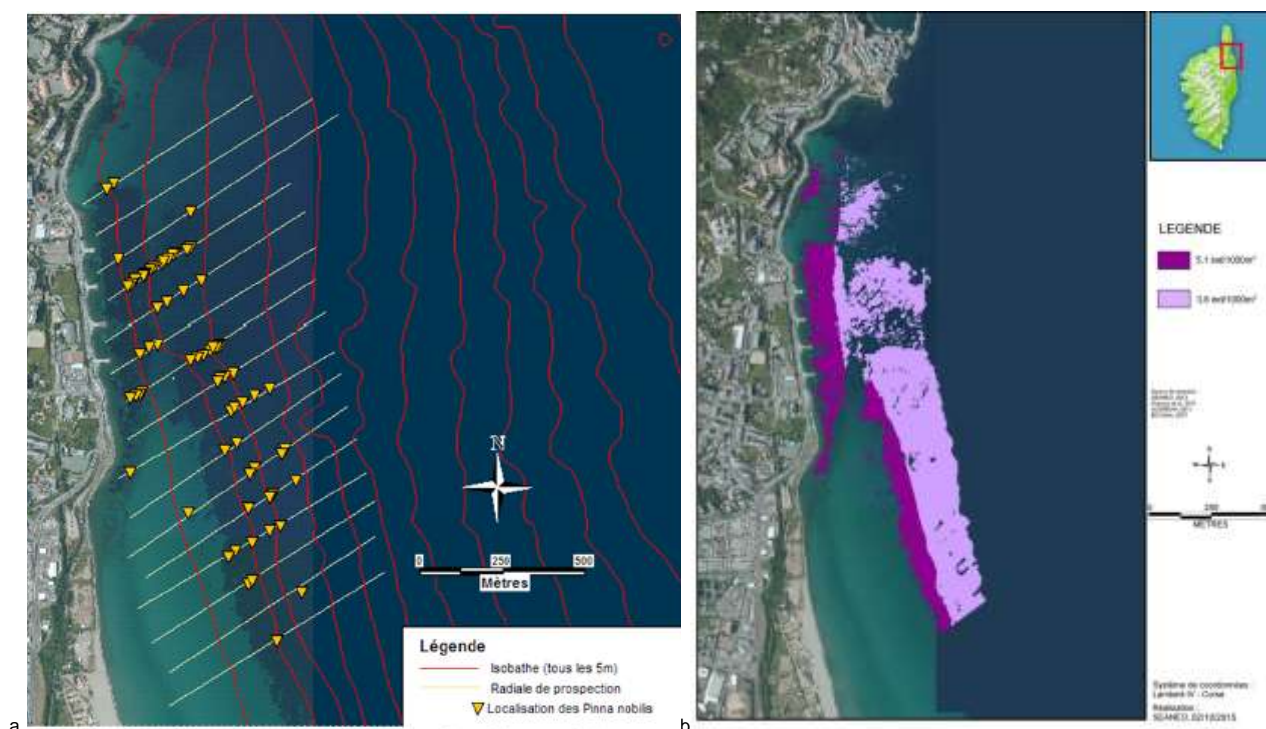


Figure 7: localisation des individus de *Pinna nobilis* (secteur Sud) (a : IxSurvey, 2014 ; b : Seaneo, 2015 in Artelia, 2015).

Cette évaluation consiste à estimer les densités de grandes nacres par grand secteur.

La méthode des transects en bandes a été choisie pour étudier cette population. Huit (8) transects devront être réalisés, sur une longueur comprise entre 500 et 800 m et une largeur d'environ 2 m, et géo-référencés sur chacun des secteurs. La densité de grandes nacres sera exprimée en individu/1000m². Elle sera calculée à partir du rapport du nombre d'individus recensés sur la surface échantillonnée.

En début de mission, le titulaire du marché proposera, à la maîtrise d'ouvrage, une localisation de ces transects pour validation.

### • Compilation des données sur l'oursin diadème

La présence d'oursin diadème (*Centrostephanus longispinus*) a été rapportée par des plongeurs scientifiques ou non dans la zone d'étude.

Il est ici demandé au prestataire :

- ✓ De porter une attention particulière à l'occasion des plongées de reconnaissances à l'observation de l'oursin diadème
- ✓ De collecter les informations issues des observations faites par des plongeurs scientifique ou non (avec présence certifiée ou possible)



## **V. Résultats et livrable attendu**

La Collectivité de Corse souhaite, à l'issue de la prestation disposer d'une vision claire des enjeux environnementaux liés aux impacts potentiels des différents scénarios sur les espèces protégées citées au chapitre IV ci-dessus.

Un rapport sera remis à l'issue des campagnes de suivi. Il comprendra :

- La méthodologie mise en œuvre pour chacune des prestations ;
- Les conditions de réalisation des mesures et les éventuelles difficultés rencontrées ;
- Les photographies géo-référencées des espèces rencontrées ;
- Une cartographie des limites inférieures et supérieures d'herbiers de Posidonie et de Cymodocées ;
- L'effectif et de la densité des populations de patelles géantes ainsi qu'une cartographie localisant le nombre d'individus observés par transect ;
- Une cartographie de l'estimation des densités de populations de grandes nacres ;
- Une cartographie des points avérés ou supposés de présence d'oursin diadème ;
- Une comparaison, des résultats obtenus, avec les données bibliographiques devra être réalisée pour chacune des prestations ;
- Une analyse critique de la qualité des données produites ;
- Les données brutes au format Shape.

Une présentation de synthèse sous PwP (20 à 25 diapos) sera produite en fin de prestation.

Cette présentation aura pour but d'être exposée aux acteurs de la communauté portuaire et aux élus de la Collectivité de Corse.

Les documents définitifs seront fournis en 5 exemplaires papiers plus un exemplaire numérique (fichiers permettant l'impression directe/totale des rapports et en formats natifs modifiables), les photographies et vidéos éventuelles seront remises également sur support numérique aux formats usuels.

Les supports de communication seront remis en formats éditable, modifiable et prêt à l'impression.

## **VI. Réunions**

Le marché s'effectuera selon la planification suivante comprenant trois (3) réunions :

- Une réunion de démarrage : présentation du projet et des attentes ;
- Une réunion de validation en amont des campagnes de terrain : présentation de la localisation de chacun des transects ;
- Une réunion de restitution des données : présentation de l'ensemble des données devant le comité scientifique et environnemental.

Le prestataire est tenu d'assister aux réunions provoquées par le maître d'ouvrage.

Ces réunions auront une durée d'une journée et se tiendront indifféremment à Ajaccio, Bastia, Corte ou dans leurs périphéries proches.

Le prestataire sera tenu d'être présent sur le lieu de réunion aux horaires décidés par le maître d'ouvrage. Ces dates et horaires seront communiqués avec un minimum d'une semaine d'anticipation.

Des réunions intermédiaires en visioconférence, 5 envisagées, pour un suivi plus fin de l'étude, pourront être programmées à la demande du maître d'ouvrage avec comme objets (non limitatif) :

- une mise au point des différentes démarches,

- une l'analyse de l'état d'avancement des études,
- une remise et présentation des documents et résultats concernant les études réalisées,
- examen des problèmes administratifs et techniques de toute nature,
- une mise au point des dossiers, documents...,
- une présentation par le prestataire des études réalisées, en cours, ou à venir auprès des différents partenaires du maître d'ouvrage (CCI HC, comités,...).

Le compte rendu de chaque réunion, à la charge du prestataire, sera à transmettre au maître d'ouvrage dans le délai d'une semaine.

La convocation aux réunions se fera par courriel.

Le prestataire indiquera le nom et le CV du chef de projet. Celui-ci sera contractuel.

En cas d'indisponibilité du chef de projet désigné au mémoire méthodologique du prestataire, celui-ci devra après justification d'indisponibilité, proposer un CV équivalent en remplacement.

Le maître d'ouvrage devra valider, dans un délais de 7 jours, cette proposition de remplacement avant toute mise en application.

Le prestataire indiquera dans son mémoire technique la liste minimale des personnes qualifiées qui seront amenées à être présentes à chaque réunion (et qui représenteront le mandataire ainsi que ses éventuels cotraitants et sous-traitants).

Au-delà de ces 3 réunions en Corse, le prestataire aura à prendre en compte dans son offre tous les déplacements de toute nature nécessaire à l'accomplissement des prestations (rencontre d'acteurs, réunions avec les services extérieurs, ...)

Le prestataire intégrera le coût global de l'ensemble des réunions dans son offre financière mais précisera pour mémoire le coût d'une réunion d'une journée en Corse.

## **VII. Calendrier des études**

Le délai de réalisation de l'étude est estimé à 3 mois. Ces délais ne comprennent pas les temps de validation des rapports.

Le prestataire devra remettre son rapport intermédiaire une semaine avant la fin de chaque phase, afin de permettre à la Collectivité de Corse de revenir vers lui avec ses corrections et remarques. Celles-ci devront être intégrées sous 15 jours.

## **VIII. Annexes**

**Annexe 1:** *Délibération de l'assemblée de Corse de juillet 2019*

**Annexe 2:** *Données de cartographie existantes*

**Annexe 3:** *Dossier de demande d'autorisation de destruction d'espèces protégées*

2020

**DELEGATION AUX GRANDS  
PROJETS MARITIMES ET  
PORTUAIRES**

Février 2020

*Etudes préliminaires relatives  
au développement portuaire  
de Bastia*

**« Etudes portuaires sur le  
site actuel du Port de  
Bastia »**

**PROGRAMME**





## SOMMAIRE

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>CONTEXTE .....</b>   | <b>3</b>  |
| 1.1      | LE PORT DE BASTIA .....   | 3         |
| 1.2      | LE PROJET DE DEVELOPPEMENT DU PORT DE BASTIA .....                            | 6         |
| 1.2.1    | <i>Contexte</i> .....   | 6         |
| 1.2.2    | <i>Méthode</i> .....  | 6         |
| <b>2</b> | <b>OBJECTIFS DE L'ETUDE : SCENARIOS ET PERIMETRE A PRENDRE EN COMPTE.....</b> | <b>8</b>  |
| 2.1      | OPTION A1 .....   | 8         |
| 2.2      | OPTION A2 .....   | 10        |
| <b>3</b> | <b>CONTENU DE L'ETUDE .....</b>   | <b>11</b> |
| 3.1      | DONNEES MISES A DISPOSITION .....   | 11        |
| 3.1.1    | <i>Bathymétrie de la zone d'étude</i> .....                                   | 11        |
| 3.1.2    | <i>Données des relevés faune flore de l'aire d'étude</i> .....                | 11        |
| 3.1.3    | <i>Données géotechniques</i> .....  | 11        |
| 3.1.4    | <i>Données météo océaniques</i> .....   | 13        |
| 3.2      | ETUDE DES INFRASTRUCTURES PORTUAIRES.....                                     | 13        |
| 3.2.1    | <i>Etudes préliminaire des plans masse</i> .....                              | 13        |
| 3.2.2    | <i>Estimation des coûts de chaque scénario</i> .....                          | 16        |
| 3.2.3    | <i>Etudes d'agitations</i> .....  | 16        |
| 3.2.4    | <i>Etudes de trajectographie</i> .....  | 17        |
| 3.2.5    | <i>Evaluation des impacts sur l'environnement</i> .....                       | 18        |
| 3.2.6    | <i>Etudes des impacts paysagers et support de communication</i> .....         | 18        |
| 3.3      | ACTEURS A RENCONTRER .....  | 19        |
| 3.4      | RESULTATS ATTENDUS ET LIVRABLES .....   | 19        |
| <b>4</b> | <b>REUNIONS.....</b>  | <b>20</b> |
| <b>5</b> | <b>CALENDRIER DE L'ETUDE.....</b>   | <b>21</b> |
| <b>6</b> | <b>ANNEXES.....</b>   | <b>21</b> |
|          | ..... <b>ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.</b>                                      |           |
|          | <b>ANNEXE 1 : DONNEES GEOTECHNIQUES EXISTANTES</b> .....                      | <b>21</b> |
|          | <b>ANNEXE 2 : AVANT-PROJET 2008 REMPIETEMENT TERRE-PLEIN NORD</b> .....       | <b>21</b> |
|          | <b>ANNEXE 3 : AVANT-PROJET 2008 MOLE CROISIERE SUD</b> .....                  | <b>21</b> |
|          | <b>ANNEXE 4 : SCENARIO A1 VILLE DE BASTIA</b> .....                           | <b>21</b> |
|          | <b>ANNEXE 5 : ETUDES BATIMENTS PORTUAIRE 2015</b> .....                       | <b>21</b> |
|          | <b>ANNEXE 6 : ETUDE APPROVISIONNEMENT MATERIAUX 2015</b> .....                | <b>21</b> |

# 1 Contexte

## 1.1 Le port de Bastia

### A/ Les trafics marchandises

Les ports de Corse, et au premier rang de ceux-ci le port de Bastia, sont les portes d'entrée de la quasi-totalité des importations de biens de consommation de la Corse qui ne dispose que d'une faible autosuffisance.

Les importations et exportation se font exclusivement par remorque sur roue, avec ou sans tracteur, par des cargos mixtes ou ferries en Roll on/Roll off (RO/PAX).

La mesure de l'activité de fret est ici faite en « mètre linéaire » de remorques transitées.

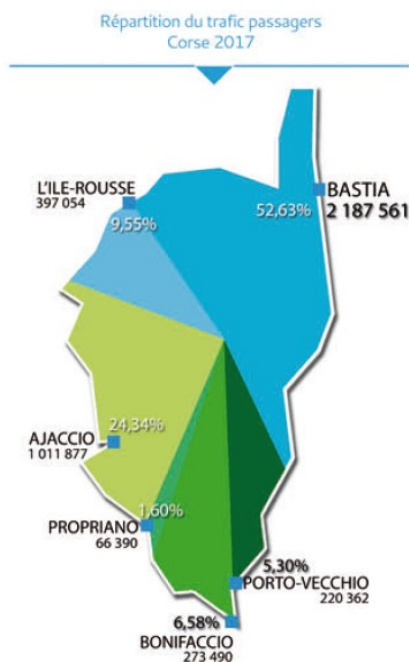
Par le port de Bastia, le plus proche du continent, transite l'essentiel des trafics de marchandises qui totalisent, en 2017, 1 346 000 ml de fret pour environ 1 million de tonnes net (environ 2 million de tonnes brut).

Ce fret correspond à tous type de marchandises, que ce soit les biens de consommations, les produits frais alimentaires, les secs alimentaires, les équipements de la maison...

Seul trafic en vrac solide qui ne pratique pas ce mode de transport, les ciments, ils sont acheminés par des navires « cimentier » spécialisés pour 31 400 tonnes annuellement (2016 et 2017).

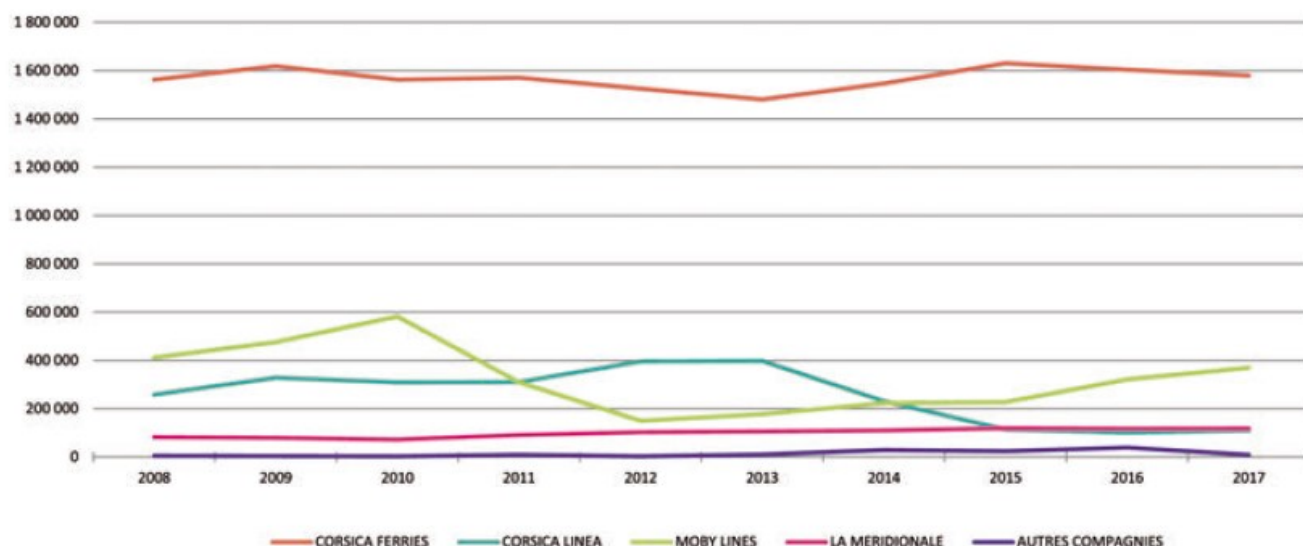
### B/ Les trafics passagers

Là aussi le port de Bastia est la première porte d'entrée maritime pour les passagers et véhicules de tourisme avec plus de 50% de part de marché, les autres ports (Ajaccio, Île Rousse, Propriano, Porto-Vecchio et Bonifacio) totalisant le reste de ce trafic.



Le port de Bastia a réalisé 5 049 escales en 2017 pour un total de 2 187 000 passagers, chiffre stable avec celui de 2016. L'évolution sur les 10 dernières années est dépendante des conditions d'exercice des compagnies et globalement assez stable.

Les véhicules légers (hors fret) ont été de 790 000 unités transportées en 2017.



### C/ Les perspectives

Les perspectives de trafic à l'horizon de 10 ans sont relativement stables, aussi bien en comptabilisation annuelle qu'en flux de pointe.

**Les trafics de pointe**, aussi bien pour le trafic passagers que fret est en effet lié à la capacité des bateaux, eux même essentiellement lié à leur longueur.

Aujourd'hui, le port actuel de Bastia ne peut, compte tenu de sa géométrie, accueillir de bateaux plus grands que ceux fréquentant le port actuellement soit environ 180m.

La variation significative de débit de pointe ne pourra se faire qu'avec la mise en service d'infrastructures nouvelles permettant l'accostage simultané de bateaux de 210 voir 240m.

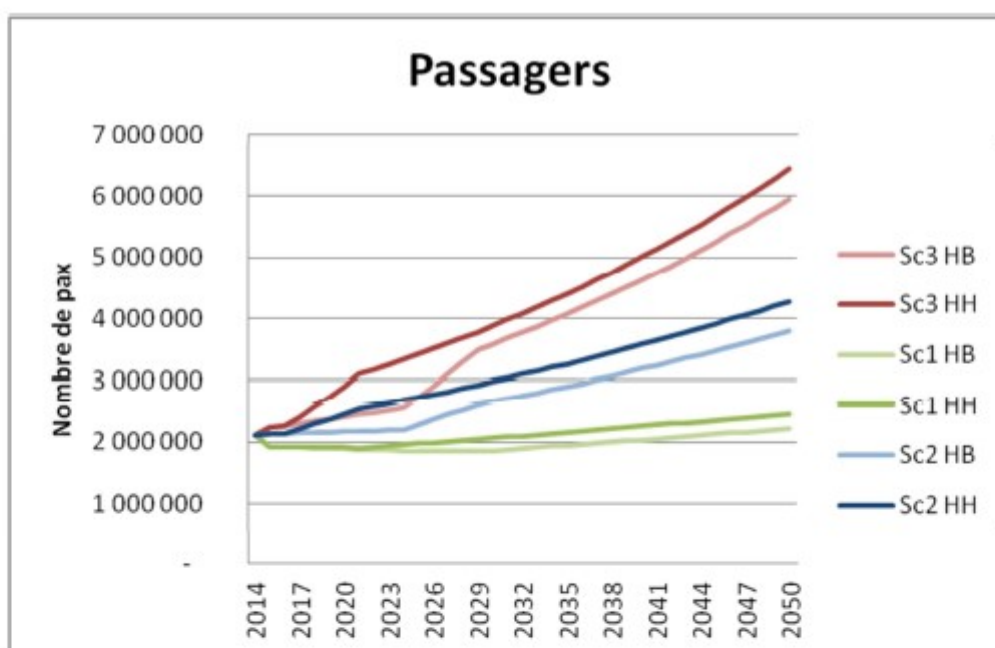
**Les trafics annuels** sont quant à eux tributaires non seulement de la saison touristique mais aussi des politiques publiques visant à disposer d'un allongement de la saison, de développer le tourisme au travers de politiques d'infrastructures aussi bien de transport (route, rail) que de construction de logements.

Sur ce plan, de nombreuses projections d'évolution des trafics ont été réalisées au cours des différentes études portant sur le scénario « Carbonite ».

Les premières projections effectuées en 2007 comparées à la réalité des choses démontrent bien la difficulté de l'exercice.

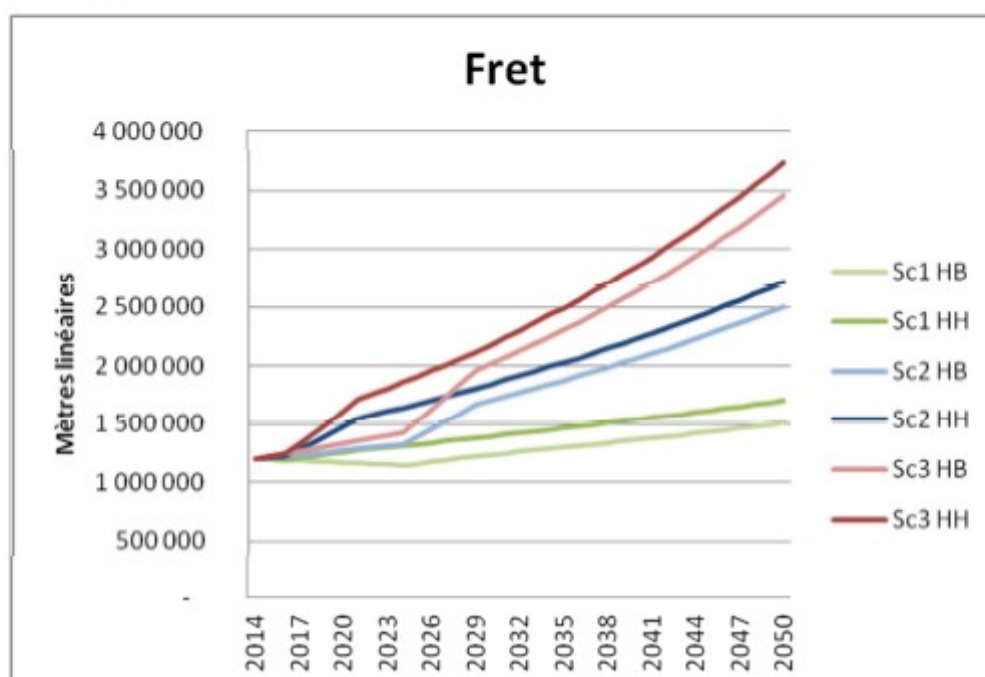
Les dernières projections d'évolution des trafics faites en 2015 (figures ci-après) comparées à la réalité des trafics en 2020 montrent que les scénarios les plus crédibles sont ceux de croissance lente.





**Figure 56. - Synthèse des trafics passagers**

\*pax = nombre de passagers



**Figure 57. - Synthèse des trafics fret**

## **1.2 Le projet de développement du port de Bastia**

### **1.2.1 Contexte**

La Collectivité de Corse (CdC), responsable de la politique du développement portuaire, a conduit de nombreuses études sur l'extension du port de Bastia dans le cadre des grands projets d'infrastructures.

La Chambre de Commerce et d'Industrie de Bastia et de Haute Corse, concessionnaire du port de Bastia, a engagé dès 2003 une étude de développement du port afin de pouvoir répondre aux évolutions du trafic portuaire attendu en forte croissance.

Ces différentes études ont mis en évidence que le port n'était plus adapté au trafic maritime en raison principalement de l'accroissement de la taille des navires engendrant des difficultés de fonctionnement croissantes et des conditions d'exploitation peu sécurisées.

**Une extension d'un site portuaire à Bastia est une nécessité qui s'impose.**

La ville de Bastia, soucieuse de son rayonnement économique et touristique souhaite conserver son statut de premier port d'entrée en Corse tout en développant ses capacités d'accueil des navires de croisières, des bateaux de plaisance, voire grande plaisance, en améliorant la mobilité et la qualité des espaces structurants.

La Collectivité de Corse a engagé dès 2005 des études relatives à la faisabilité d'une nouvelle entité portuaire pouvant être située au Sud de Bastia sur le site de la Carbonite. Il a été mené une procédure de débat public en 2007/2008 sous l'égide de la Commission Nationale du Débat Public (CNDP).

Les études environnementales associées, réalisées en 2006/2008, ont permis d'évaluer les impacts de ce projet sur l'environnement et le cadre de vie. Ceux-ci visent essentiellement la destruction ou l'impact de 90ha d'herbier de posidonie et une anthropisation forte de la plage de l'Arinella.

A la demande du maire de Bastia, actuel président du Conseil Exécutif de la Collectivité de Corse, à l'occasion de la cession du 24 septembre 2014 de l'Assemblée de Corse, des études d'impact sur la stabilité du trait de côte sur les plages de l'Arinella et le grau de Biguglia ont été entreprises. Rendues début 2019, ces études montrent un impact faible sur la stabilité du trait de côte permettant ainsi de poursuivre les études sur une option de déplacement du port de Bastia au Sud de la Citadelle.

A ce jour force est de constater que les projections de trafics ayant justifiées le projet étudié n'ont pas suivi la progression attendue, en particulier pour les passagers avec un report modal sur l'aérien.

De ce fait des solutions initialement écartées retrouvent une légitimité et en particulier celles mieux adaptées aux besoins identifiés et moins impactantes que ce soit sur le site de la Carbonite ou sur l'actuel port de Bastia.

### **1.2.2 Méthode**

L'Assemblée de Corse, au cours de la cession du 25 juillet 2019, a acté une méthode visant à documenter quatre scénarios de développement du port de Bastia afin de permettre un choix libre et éclairé à l'occasion d'une prochaine session mi 2020.

Les objectifs généraux, objet pour partie de la présente consultation, sont de conduire des études d'extension du port de commerce sur le site actuel, à un niveau proche de celles qui ont été réalisées sur le site de la Carbonite.

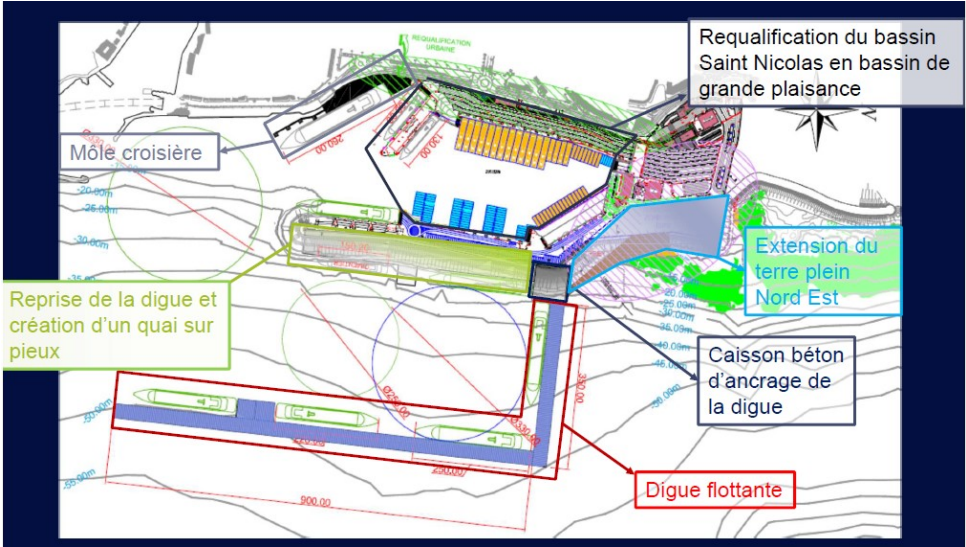
Ces 4 scénarios sont :

**SCENARIO A**  
**(objet de la présente consultation)**

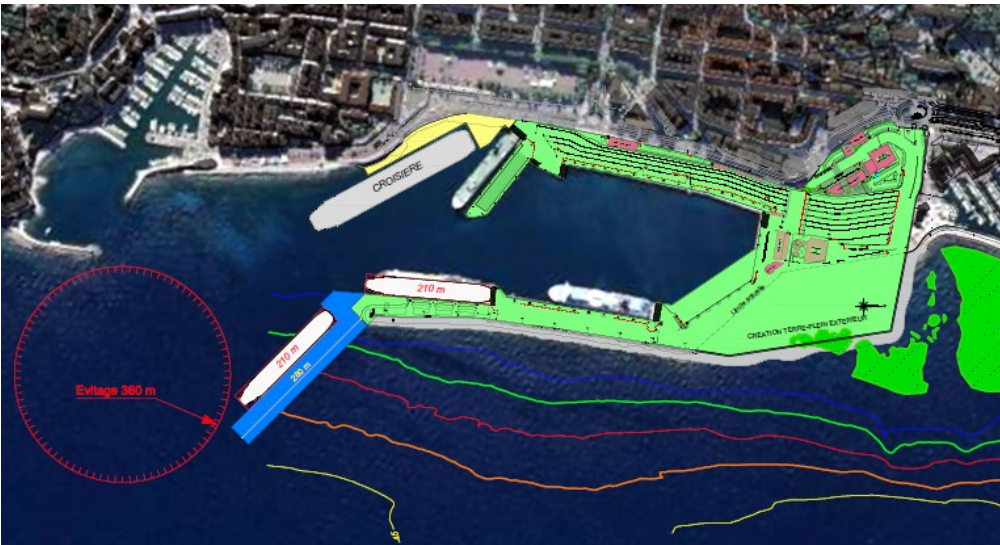
Il s'agit d'un scénario de maintien de l'activité portuaire commerciale sur le site de centre-ville au droit du bassin actuel.

Ce scénario se décline en deux options :

- ✓ **A.1** Un projet de doublement du bassin actuel par la construction et mise en place d'une digue flottante à l'Est de la digue existante avec un bassin reconfiguré ainsi qu'une extension des terre-pleins en remblai au Nord Est.



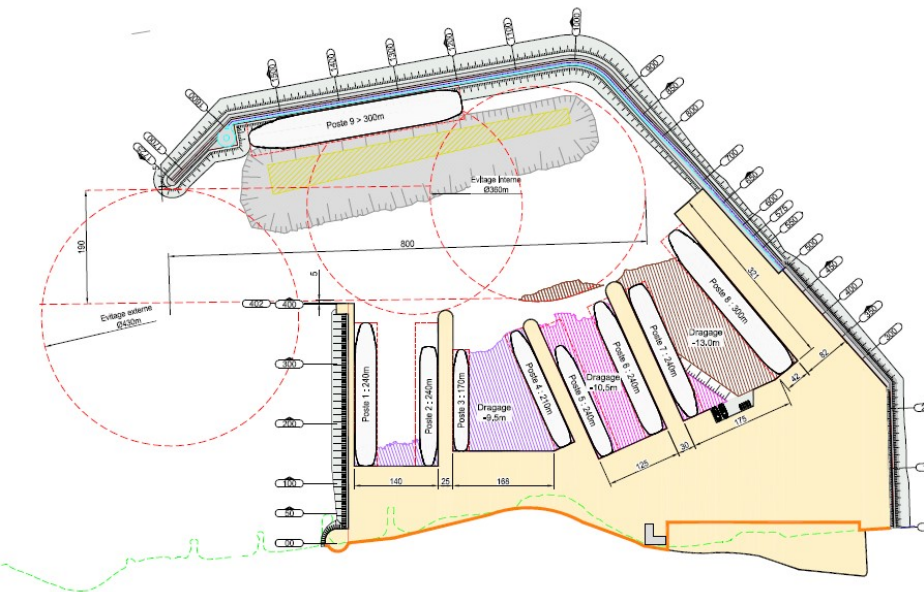
- ✓ **A.2** Un projet d'agrandissement du bassin actuel dit « des pêcheurs » en prolongeant l'actuelle digue Est par un ouvrage plus au large devant le quai des Martyres et l'entrée du Vieux Port.



**SCENARIO B**

Il s'agit du projet dit de la Carbonite abondamment étudié depuis 2005.

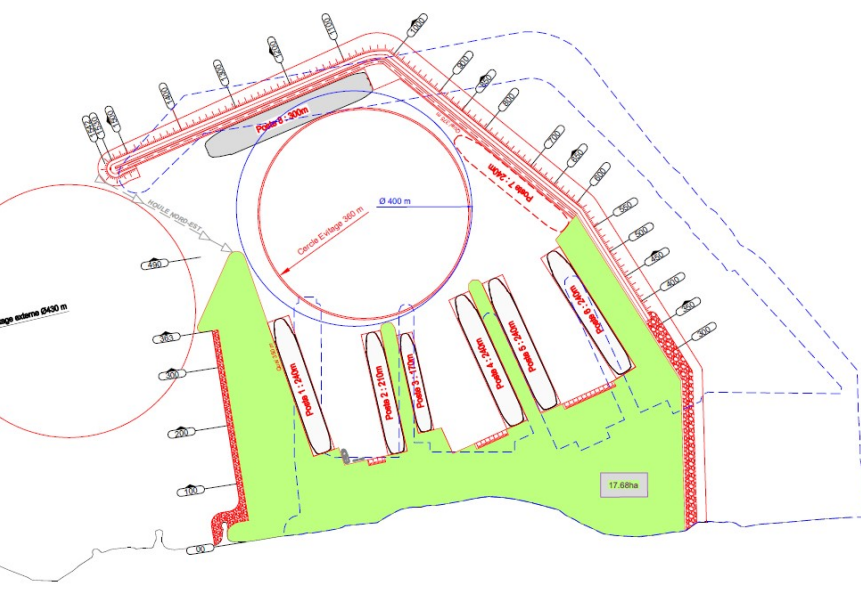
Il se situe au Sud de la Citadelle avec un enracinement de la digue principale sur la plage de l'Arinella en offrant 11 postes à quai en configuration maximale.



**SCENARIO C**

Ce scénario dit « Portu Novu » se situe lui aussi au Sud de la Citadelle

Il intègre les données et enjeux actuels (progression des fréquentations faible à nulle sur les dernières années). Il est voulu plus respectueux des proches zones balnéaires, de la sécurité maritime et de l'environnement marin. Il présente 9 postes à quai en configuration maximale.





## **2 Objectifs de l'étude : scénarios et périmètre à prendre en compte**

Les études objet de la présente consultation visent à explorer, au stade de sa faisabilité, les deux options du scénario A d'extension sur le site actuel du port de Bastia.

La Collectivité de Corse souhaite en effet étudier la possibilité de faire évoluer le port dans son site actuel en utilisant les plans d'eau au large et autour de la digue Est du bassin Saint Nicolas tel que les décrivent ces scénarios A1 et A2.

A l'issue de la mission la CdC devra disposer d'une vision technique, fonctionnelle et économique pour chacune de ces scénarios.

Le périmètre des études se limite aux ouvrages portuaires et leurs fonctionnalités nautiques, maritimes et l'organisation des terre-pleins.

Les aspects urbanistiques, de requalification du bassin Saint Nicolas, de trafic routier et de mobilité terrestre sont traités dans le cadre d'autres consultations.

Chaque scénario A1 et A2 comporte la création d'un terre-plein au large du quai Nord Est en rempiètement sur la mer. Un dossier CdC sur ce rempiètement a déjà été réalisé en 2008 par le cabinet EGIS.

Ce dossier est mis à la disposition des candidats (**annexe3**). Il devra être réévalué et optimisé sur le plan des surfaces, géométrie générale, d'emprises et des impacts environnementaux sur les espèces protégées. Il devra faire l'objet d'une analyse critique de la part du candidat sur son opportunité.

De la même façon, chaque option comporte l'éventualité de la création d'un poste croisière entre le quai des Martyrs et le poste n°1 à l'embouchure du Fango canalisé. Cette solution a elle aussi fait l'objet d'études poussées par la CdC par le cabinet EGIS.

Ce dossier mis à la disposition des candidats (**annexe 4**) sera pris en l'état sur le plan technique. Il devra faire l'objet d'une analyse critique de la part du candidat sur son opportunité au regard des conditions nautiques d'accès au bassin Saint Nicolas.

### **2.1 Option A1**

L'option A1 se compose en quatre ouvrages distincts :

- ✓ Des terre-pleins existants à réorganiser,
- ✓ Des terre-pleins et zones de stationnement à créer,
- ✓ Des quais d'accostage et d'amarrage à créer,
- ✓ Des digues flottantes accostables par les navires projet.

Le nouveau port doit pouvoir accueillir au minimum simultanément 5 navires Ropax à quai, dont 3 de 240ml de long.

L'option A1 a été étudiée (**annexe 5**) à l'initiative de la ville de Bastia en 2016 par le cabinet SUEZ Consulting comme alternative au projet de la Carbonite et pour évaluer les possibilités de conserver les trafics en centre-ville tout en permettant le développement des trafics et surtout des flottes de navires des compagnies fréquentant la Corse.

Cette option se décompose en :

- ✓ La création d'un nouveau bassin portuaire au droit de celui existant « Saint Nicolas ». La digue flottante est ancrée à terre au niveau de l'actuelle Capitainerie,
- ✓ La création de postes d'amarrage et d'accostage à l'intérieur de ce bassin et capable d'accueillir au minimum 5 navires type RoPax de 240 m de long (bateau projet) ainsi qu'un poste pour les bateaux de croisières de 250 mètres,
- ✓ La création d'un poste croisière au Sud du môle existant (solution étudiée en 2008 et produit en **annexe 4**),
- ✓ La création de terre-pleins portuaire adaptés aux trafics envisagés et correspondant aux futurs bateaux projets. La création de ces terre-pleins se décompose en :
  - La création d'un rempiètement sur la mer au Nord Est du port actuel (solution étudiée en 2008 et produit en **annexe 3**),
  - La création de terre-plein en arrière des quais situés sur le flanc est de la digue existante,
  - La réorganisation des terre-pleins disponible aux nouveaux besoins,
  - L'usage des compartiments interne des structures de digue flottante.
- ✓ La réorganisation des terre-pleins existants aux nouveaux besoins à l'exception de ceux situés entre les quai de Rive et du Fango et la voirie existante et en rives des quais 7 et Nord Est.



*Plan de masse option A1 (à titre indicatif)*

## **2.2 Option A2**

L'option A2 se compose en quatre ouvrages distincts :

- ✓ Des terre-pleins existants à réorganiser,
- ✓ Des terre-pleins à créer,
- ✓ Des quais d'accostage et d'amarrage à créer,
- ✓ Une digue, flottante ou posée, accostable par le navire projet (un poste),
- ✓ Une digue en caisson sur lit de pose en variante.

Pour l'option A2, un seul poste de bateau projet (240m) supplémentaire est créé, le bassin Saint Nicolas tel qu'existant conservant sa fonctionnalité.

L'étude de l'option A2 a été retenue par l'assemblée de Corse par amendement présenté en séance du 25 juillet 2019.

Il vise à conserver le trafic portuaire en centre-ville, à protéger l'entrée du Vieux Port et reprendre les ouvrages étudiés en 2008 à savoir : le rempiètement sur la mer au nord-est du port actuel et la construction d'un quai croisière au Sud du môle existant (solution étudiées et décrites en annexe 3 et 4).

Ce scénario se décompose en :

- ✓ La création d'une digue située en prolongement du musoir et sur environs 250 mètres au Sud Est,
- ✓ La création d'un postes d'amarrage et d'accostage à l'intérieure de cette digue et capable d'accueillir un poste de navires type RoPax de 240 m (bateau projet) de long,
- ✓ La création d'un poste croisière au Sud du môle existant (solution étudiée en 2008 et produit en annexe 3),
- ✓ La création de terre-pleins portuaire adaptés aux trafics envisagés et correspondant aux futurs bateaux projets,

Il s'agit ici de La création d'un rempiètement sur la mer au Nord Est du port actuel (solution étudiée en 2018 et produit en annexe 2)

- ✓ La réorganisation des terre-pleins existants à l'exception de ceux situés entre les quai de Rive et du Fango et la voirie existante,
- ✓ La conservation à l'identique des trafics existants dans le bassin saint Nicolas à ce jour, à savoir : 5 postes d'amarrage et d'accostage pour des bateaux de 140 à 180mètres,





*Plan de masse de l'option A2 (à titre indicatif)*

### **3 Contenu de l'étude**

#### **3.1 Données mises à disposition**

##### **3.1.1 Bathymétrie de la zone d'étude**

Les bathymétries de la zone d'étude seront transmises au titulaire du marché par la Collectivité de Corse.

Ces bathymétries sont issues de données acquises dans le cadre des études et travaux sur le port de Bastia ainsi que les données SHOM.

##### **3.1.2 Données des relevés faune flore de l'aire d'étude**

La mise à jour des cartographies des biocénoses marine sera remise au titulaire par la Collectivité de Corse. Ces données seront mises à jour en 2020 dans le cadre d'un marché séparé.

Les impacts sur les espèces protégées en fonction des solutions techniques proposées restent dans le périmètre de la mission.

##### **3.1.3 Données géotechniques**

Les données existantes sur la zone de rempiètement au Nord Est du bassin existant ainsi que les données connues sur le site d'implantation du projet de quai croisière au Sud du môle du Fango seront transmises au titulaire (**annexe n°2**).

La Collectivité de Corse a engagé un programme complet de reconnaissances géotechniques sur la zone d'étude. Des données plus précises sur les zones d'implantation envisagées pour les ouvrages des options A1 et A2 sont donc en cours d'acquisition.

Aucune autre investigation géotechnique n'est envisagée à ce stade.

IMS RN SEPTEMBRE 2007

Profils de sismique réfraction  
QUAI SUD

| Profil de sismique réfraction | Début                     | Fin                       |
|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| P51                           | X = 582022.2 Y = 269851.9 | X = 582022.2 Y = 269851.9 |
| P52                           | X = 582022.2 Y = 269851.9 | X = 582022.2 Y = 269851.9 |
| P53                           | X = 582022.2 Y = 269851.9 | X = 582022.2 Y = 269851.9 |
| P54                           | X = 582022.2 Y = 269851.9 | X = 582022.2 Y = 269851.9 |
| P55                           | X = 582022.2 Y = 269851.9 | X = 582022.2 Y = 269851.9 |
| P56                           | X = 582022.2 Y = 269851.9 | X = 582022.2 Y = 269851.9 |
| P57-1                         | X = 582022.2 Y = 269851.9 | X = 582022.2 Y = 269851.9 |
| P57-2                         | X = 582022.2 Y = 269851.9 | X = 582022.2 Y = 269851.9 |
| P58-1                         | X = 582022.2 Y = 269851.9 | X = 582022.2 Y = 269851.9 |
| P58-2                         | X = 582022.2 Y = 269851.9 | X = 582022.2 Y = 269851.9 |
| P59-1                         | X = 582022.2 Y = 269851.9 | X = 582022.2 Y = 269851.9 |
| P59-2                         | X = 582022.2 Y = 269851.9 | X = 582022.2 Y = 269851.9 |
| P59-3                         | X = 582022.2 Y = 269851.9 | X = 582022.2 Y = 269851.9 |

ERG GEOTECHNIQUE AVRIL 2010

Sondages Pressiomètre

|     | X         | Y         |
|-----|-----------|-----------|
| P.a | 582865.44 | 269850.87 |
| P.b | 582874.95 | 269852.38 |
| P.c | 582828.51 | 270022.08 |

Sondages Carottes

|     | X         | Y         |
|-----|-----------|-----------|
| C.a | 582865.96 | 269858.94 |
| C.b | 582852.29 | 269876.58 |
| C.c | 582863.82 | 270010.47 |

MECASOL AOÛT 1992

Sondages Pressiomètre

|       | X         | Y         |
|-------|-----------|-----------|
| P2    | 582864.45 | 269400.47 |
| P3    | 582865.29 | 269555.40 |
| P4    | 582912.13 | 269572.38 |
| P5    | 582860.82 | 269504.18 |
| P5bis | 582867.12 | 269610.05 |

Sondages Carottes

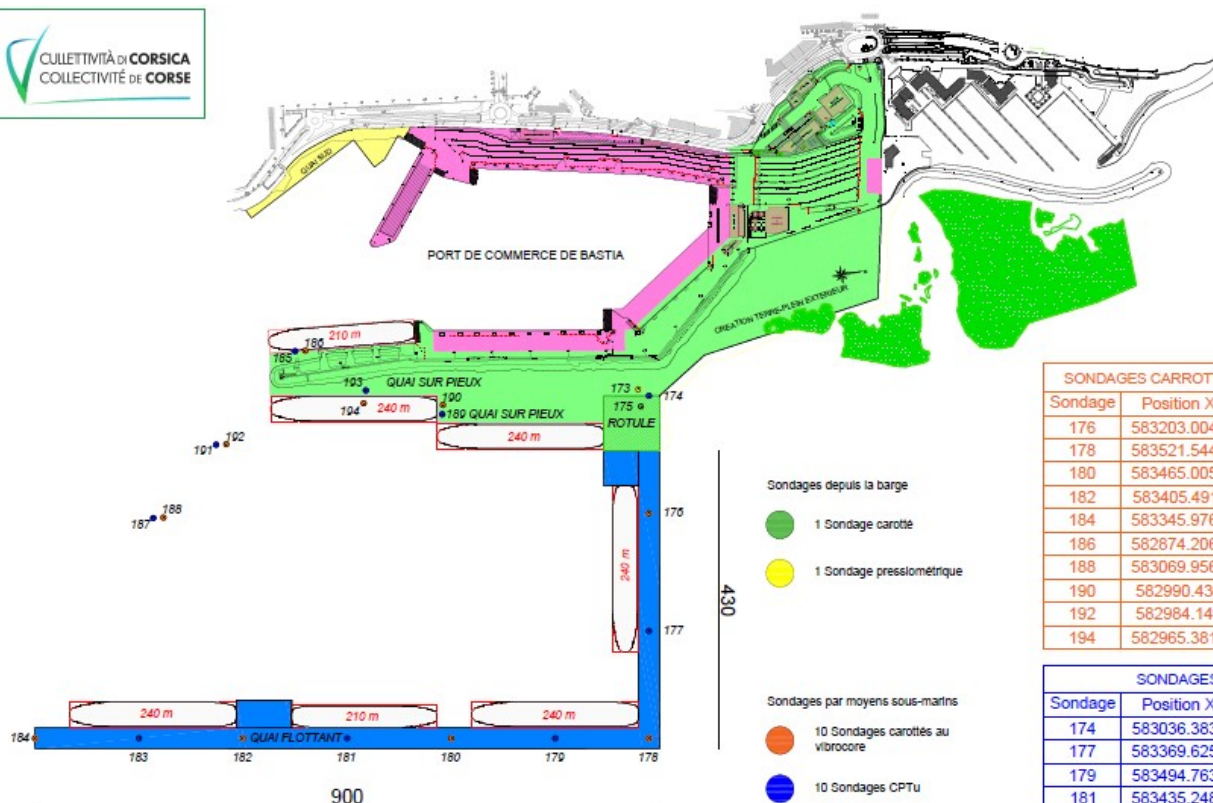
|    | X         | Y         |
|----|-----------|-----------|
| S1 | 582874.71 | 269440.45 |
| S2 | 582861.28 | 269523.04 |
| S3 | 582910.86 | 269566.26 |
| S4 | 582869.58 | 269590.13 |

IMS RN SEPTEMBRE 2007

Profils de sismique réfraction  
TERRE-PLEIN EXTERIEUR

| Profil de sismique réfraction | Début                     | Fin                       |
|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| P51                           | X = 583081.9 Y = 269851.9 | X = 583081.9 Y = 269851.9 |
| P52                           | X = 583081.9 Y = 269851.9 | X = 583081.9 Y = 269851.9 |
| P53                           | X = 583081.9 Y = 269851.9 | X = 583081.9 Y = 269851.9 |
| P54                           | X = 583081.9 Y = 269851.9 | X = 583081.9 Y = 269851.9 |
| P55                           | X = 583081.9 Y = 269851.9 | X = 583081.9 Y = 269851.9 |
| P56                           | X = 583081.9 Y = 269851.9 | X = 583081.9 Y = 269851.9 |

## BASTIA - PLAN SYNTHÈSE DES ESSAIS RÉALISÉS ET DISPONIBLES - SITE DU PORT ACTUEL



| Sondage | Position X  | Position Y  |
|---------|-------------|-------------|
| 176     | 583203.0044 | 269875.0939 |
| 178     | 583521.5449 | 269810.6196 |
| 180     | 583465.0059 | 269531.2841 |
| 182     | 583405.4911 | 269237.2467 |
| 184     | 583345.9763 | 268943.2093 |
| 186     | 582874.2069 | 269436.3881 |
| 188     | 583069.9564 | 269186.078  |
| 190     | 582990.436  | 269615.2491 |
| 192     | 582984.149  | 269297.9489 |
| 194     | 582965.3815 | 269503.66   |

| Sondage | Position X  | Position Y  |
|---------|-------------|-------------|
| 174     | 583036.3832 | 269908.8190 |
| 177     | 583369.6256 | 269841.3689 |
| 179     | 583494.7632 | 269678.3028 |
| 181     | 583435.2485 | 269384.2654 |
| 183     | 583375.7337 | 269090.2280 |
| 185     | 582871.9586 | 269421.9636 |
| 187     | 583067.708  | 269173.6535 |
| 189     | 583003.4711 | 269611.6163 |
| 191     | 582981.9007 | 269283.5244 |
| 193     | 582947.7696 | 269510.323  |

## BASTIA - ESSAIS GÉOTECHNIQUES EN MER - SITE DU PORT ACTUEL

### 3.1.4 Données météo océaniques

A ce stade, la maîtrise d'ouvrage souhaite disposer d'une base commune aux différents scénarios.

Ainsi les conditions océano-météorologiques (direction des vents, des houles, direction périodes et pics) sur une période temporelle de 22 ans au droit du bassin Saint Nicolas sera fourni au titulaire par la Collectivité de Corse.

## 3.2 Etude des infrastructures portuaires

### 3.2.1 Etudes préliminaire des plans masse

#### A/ Rappel de la définition des études préliminaires :

*Les études préliminaires, dans le cas d'une opération de construction neuve, première étape de la réponse de la maîtrise d'œuvre aux objectifs, données, exigences et contraintes du programme, permettent au maître de l'ouvrage d'arrêter le parti d'ensemble de l'ouvrage et ont pour objet :*

- ✓ *De préciser les contraintes physiques, économiques et d'environnement conditionnant le projet,*
- ✓ *De présenter une ou plusieurs solutions techniques, architecturales, d'implantation et d'insertion dans le paysage pour les ouvrages concernés ainsi qu'une comparaison des différents éléments composant ces solutions, assorties de délais de réalisation et d'examiner leur compatibilité avec la partie affectée aux travaux de l'enveloppe financière prévisionnelle retenue par le maître de l'ouvrage,*
- ✓ *De vérifier la faisabilité de l'opération.*

#### B/ Option A1

Le scénario A, option A1, doit répondre aux mêmes ambitions que les scénarios B (Carbonite) et C (Portu Novu) concernant ses capacités à quai, à savoir :

- ✓ les trafics RoRo pour des navires de 240m ramené à 5 ou 6 postes intérieurs,
- ✓ les trafics croisières avec un poste pour des navires de 220 à 330m,
- ✓ les trafics conteneurs sont exclus dans le cadre de ce scénario,
- ✓ une superficie de terre-pleins de l'ordre de 13 hectares y compris un remblaiement sur la mer,
- ✓ les trafics de ciment et les équipements associés,
- ✓ la manutention des colis lourds,
- ✓ le stationnement des pilotines et remorqueurs et engins de servitude sera pris en compte dans le cadre de la requalification du bassin Saint Nicolas. Le positionnement des barges de travail devront être prise en compte.

Le plan masse à prendre en compte est celui présenté avec l'option A1. Il devra être analysé, à dire d'expert, et faire l'objet de commentaire et proposition de modifications éventuelles avant l'engagement des études d'agitation, de trajectographie et de chiffrage.

Le prestataire étudiera l'extension du port pour les trafics commerciaux selon des plans masse permettant de réaliser cette extension sans compromettre la poursuite de l'exploitation du port actuel pendant les phases de travaux.



Pour ce scénario, il ne sera pris en compte que les modes constructifs suivants :

- ✓ Corps de digue flottant,
- ✓ Atterrage de la digue flottante sur caisson béton posé sur radier,
- ✓ Quai sur l'extérieur de la digue actuelle en quai sur pieux métallique,
- ✓ Aménagement quai Sud et rempiètement Nord Est selon des études déjà engagées.

Ces trois modes constructifs feront l'objet d'un pré-dimensionnement à dire d'expert. A ce stade il n'est pas demandé de note de calcul formelle. Néanmoins chaque dimensionnement devra être argumenté sur la base **de retour d'expérience sur le même type d'ouvrage**.

Pour ces trois modes constructifs, le prestataire analysera les conditions de réalisation en Corse des éléments préfabriqués des digues flottantes, des caissons, de l'atterrage et des quais sur pieux (étude de faisabilité et production).

Pour chacun des plans masse de base et pour les éventuelles optimisations retenues, le prestataire étudiera l'organisation générale des postes à quai, des terre-pleins et les modalités d'exploitation des différents accès, terre-pleins et postes à quais (y compris pour les jours de pointe) en termes notamment de :

- ✓ application et mise en œuvre des mesures de sûreté (code ISPS et Titre III - chapitre 2 du Code des Transports),
- ✓ stockage des véhicules au débarquement (fret) et à l'embarquement (fret et tourisme),
- ✓ cheminements des véhicules et des piétons,
- ✓ organisation de l'activité croisière.

Le prestataire établira le préprogramme (localisation, surface plancher, surface au sol) des bâtiments nécessaires à l'exploitation portuaire. Pour cela, les études réalisées sur les besoins en bâtiments sur le site de la Carbonite serviront de base et cette étude (Artelia 2015) est fournie en **annexe 6**.

La maîtrise des coûts du projet est importante.

Compte tenu de la part importante du poste approvisionnement matériaux dans le projet en fonction des différents types d'ouvrages du port, il est donc nécessaire d'affiner les quantités pour chaque type de matériaux :

- ✓ Enrochements,
- ✓ Granulats,
- ✓ Ferrailage,
- ✓ Ciments,
- ✓ Tubes métalliques.

Pour les enrochements et granulats, le prestataire évaluera les capacités de la Corse à fournir les matériaux en qualité, quantité et délais. Pour cela il pourra s'appuyer sur les études réalisées dans le cadre du scénario B (Carbonite) : étude de recherche d'approvisionnement en matériaux (fournie en **annexe 7**).

### C/ Option A2

Le scénario A, option A2, doit quant à lui répondre à une ambition moindre concernant ses capacités à quai, à savoir :

- ✓ les trafics RoRo pour des navires de 240m ramené à un poste intérieure de l'extension de digue au Sud Est,
- ✓ la modification du poste 8 pour qu'il puisse accueillir des bateaux d'au minimum 220m,
- ✓ la conservation des autres postes actuels,
- ✓ les trafics Croisière avec un poste pour des navires de 200 à 240m,
- ✓ les trafics conteneurs sont exclus dans le cadre de ce scénario,
- ✓ une superficie de terre-plein de l'ordre de 13 hectares y compris un remblaiement sur la mer,
- ✓ les trafics de ciment et les équipements associés,
- ✓ la manutention des colis lourds,
- ✓ le stationnement des pilotines et remorqueurs et engins de servitude sera pris en compte dans le cadre des usages actuel dans le bassin Saint Nicolas.

Le plan masse à prendre en compte est celui présenté avec l'option A2. Il devra être analysé, à dire d'expert, et faire l'objet de commentaire et proposition d'optimisations éventuelles avant l'engagement des études d'agitation, de trajectographie et de chiffrage.

Le prestataire étudiera l'extension du port pour les trafics commerciaux selon des plans masse permettant de réaliser cette extension sans compromettre la poursuite de l'exploitation du port actuel pendant les phases de travaux.

Pour ce scénario et pour l'extension de digue, il ne sera pris en compte deux modes constructifs :

- ✓ corps de digue flottant,
- ✓ corps de digue en caissons posés sur lit d'enrochement.

Ces deux modes constructifs feront l'objet d'un pré-dimensionnement à dire d'expert. A ce stade il n'est pas demandé de note de calcul formelle. Néanmoins chaque dimensionnement devra être argumenté sur la base **de retour d'expérience sur le même type d'ouvrage**.

Pour ces deux modes constructifs, le prestataire analysera les conditions de réalisation en Corse des éléments préfabriqués des digues flottantes, des caissons, de l'atterrage et des quais sur pieux (étude de faisabilité et production).

Pour chacun le plan masse de base et pour les éventuelles optimisations retenue, le prestataire étudiera l'organisation générale des postes à quai et des terre-pleins, et les modalités d'exploitation des différents accès, terre-pleins et postes à quais (y compris pour les jours de pointe) en termes notamment de :

- ✓ application et mise en œuvre des mesures de sûreté (code ISPS et Titre III - chapitre 2 du Code des Transports),

- ✓ stockage des véhicules au débarquement (fret) et à l'embarquement (fret et tourisme),
- ✓ cheminements des véhicules et des piétons,
- ✓ organisation de l'activité croisière.

Le prestataire établira le préprogramme (localisation, surface plancher, surface au sol) des bâtiments nécessaires à l'exploitation portuaire. Pour cela, les études réalisées sur les besoins en bâtiments sur le site de la Carbonite serviront de base et cette étude (Artelia 2015) est fournie en **annexe 6**.

La maîtrise des coûts du projet est importante.

Compte tenu de la part importante du poste approvisionnement matériaux dans le projet en fonction des différents types d'ouvrages du port, il est donc nécessaire d'affiner les quantités pour chaque type de matériaux :

- ✓ Enrochements,
- ✓ Granulats,
- ✓ Ferrailage,
- ✓ Ciments,
- ✓ Tubes métalliques.

Pour les enrochements et granulats, le prestataire évaluera les capacités de la Corse à fournir les matériaux en qualité, quantité et délais. Pour cela il pourra s'appuyer sur les études réalisées dans le cadre du scénario B (Carbonite) : étude de recherche d'approvisionnement en matériaux (fournie en **annexe 7**)

### **3.2.2 Estimation des coûts de chaque scénario**

Chacun des deux scénarios fera l'objet d'une estimation des coûts.

Pour les deux scénarios, la construction d'un quai Sud et le rempiètement Nord Est, l'estimation sera celle faite en 2008 réactualiser 2020.

Pour les ouvrages en digue flottante, les estimations se feront à dire d'expert sur la base des coûts d'ouvrages similaires réactualisés 2020.

Pour les ouvrages sur pieux, le chiffrage se fera sur la base d'un pré dimensionnement et des états quantitatifs et sur la base des prix d'ouvrage similaires.

Pour les ouvrages en caissons sur lit de pose en enrochement, les estimations se feront sur le détail quantitatif et le retour d'expérience d'ouvrages similaires. Le chiffrage des éléments de base des autres scénarios seront transmis au titulaire afin d'homogénéiser les approches des coûts.

### **3.2.3 Etudes d'agitations**

Chacune des deux options, A1 et A2 feront l'objet d'une étude d'agitation du bassin portuaire et de l'avant port afin d'identifier les éventuels impacts sur le Vieux Port.

Le prestataire précisera le modèle numérique et sa méthodologie d'approche.

Les conditions de ces études d'agitation à prendre en compte sont les directions Nord Est et Sud Est pour la configuration issue de l'expertise décrite ci-dessus (§ 3.1.5).

A l'issue de cette première approche, des mesures correctives seront sans doute nécessaire pour améliorer les conditions d'agitation dans le port.



Les mesures correctives proposées par le prestataire et validées par la maîtrise d'ouvrage feront l'objet d'une seconde modélisation.

Les résultats devront donner les valeurs extrêmes pour des périodes de retour de 10/50 et 100 ans pour le dimensionnement des ouvrages.

Les conditions maximales d'usage retenues sont :

- ✓ 1m de Hs dans les bassins portuaire,
- ✓ 0,9 m en limite d'opérabilité à quai,
- ✓ 1,4 m de Hs pour les conditions limites de tenue à quai.

Un tableau de récapitulation des valeurs de Hs par poste en fonction des périodes de retour sera produit à ce niveau ainsi qu'un tableau des quantiles annuelles et fréquences de non dépassement des critères en exploitation à quai, tenue à quai et accessibilité aux bassins.

Les impacts sur l'agitation dans la passe du vieux port fera la aussi l'objet d'une étude comparative (avant /après projet).

Un rapport de synthèse des études sera produit en fin de prestation reprenant en texte et illustration l'ensemble des cas traités ainsi que les tableaux ci-dessus.

### **3.2.4 Etudes de trajectographie**

Les études de trajectographie sont destinées à :

- ✓ vérifier la faisabilité et la sécurité de navigation pour chaque plan masse étudié,
- ✓ préciser les manœuvres aux abords des ouvrages et navires à quai,
- ✓ confirmer ou infirmer les seuils d'opérabilité pour les manœuvres avec ou sans assistance remorquage

Le prestataire fera une description précise du logiciel qu'il envisage d'utiliser et la méthode qu'il propose.

Les simulations a réalisées doivent se faire avec au minimum :

- ✓ 3 conditions météorologiques de différentes intensités par direction principale : Ouest / Nord Est / Sud Est,
- ✓ 2 bateaux projets pour l'option A1:
  - Un Ferris Ropax de 240 m,
  - Un bateau de croisière de 300m.
- ✓ 4 bateaux projets pour l'option A2
  - Un ferry Ropax de 240 m sur le poste a créé (intérieur du prolongement de la digue au Sud Est,
  - Un bateau de croisière de 220m sur le poste sud à créer,
  - Un ferry Ropax de 210 m pour le poste 8,

- Un ferry Ropax de 180 m pour les autres postes.

Le modèle 3D du plan de masse du port (y/c les textures) doivent être compatible, sans surcoût pour le maître d'ouvrage, avec le logiciel **Transas** disponible en Corse à la station de pilotage d'Ajaccio ou au lycée de la mer de Bastia.

La zone d'étude comprendra au minimum les limites du port selon les scénarios y compris l'entrée du Vieux Port, la zone Nord de la Citadelle et le quai des Martyrs (entre Vieux Port et port de commerce)

A l'issue de ces études de trajectographie, un rapport final sera établi présentant l'ensemble des conditions testées et leurs résultats. Une synthèse des contraintes de navigation seront définis ainsi que leurs procédures de manœuvre d'accostage ou d'appareillage.

A ce stade d'éventuelle recommandation de modification du plan de masse ou de limitation de la taille des bateaux projets seront proposée par le prestataire, l'éventuelle nécessité d'emploi de remorqueurs.

### 3.2.5 Evaluation des impacts sur l'environnement

A ce stade et sur la base des scénarios éventuellement optimisés, le prestataire fera une première analyse, à dire d'expert, des impacts de chacun des deux scénarios sur l'environnement.

Les impacts porterons sur :

- ✓ La qualité de l'air,
- ✓ Le bruit,
- ✓ Les biocénoses marines.

Pour ce dernier point, un calcul des populations d'espèces marines protégées impactées directement ou indirectement pour chacun des deux scénarios sera réalisé sur la base des cartographies de biocénose marine réactualisées (fournies par le maître d'ouvrage).

Une note retraçant l'ensemble des études et procédures réglementaire pour chacun des deux scénarios sera produite.

### 3.2.6 Etudes des impacts paysagers et support de communication

Afin de disposer d'une évaluation des impacts des différents scénarios sur le paysage, il est ici demandé au prestataire de réaliser les supports suivants :

- ✓ Réalisation d'un photomontage 3D selon 5 angles de vue (à déterminer ultérieurement),
- ✓ Deux PowerPoint en 20/25 slide chacun présentant chaque scénario,
- ✓ Deux infographies de 3 minutes chacune présentant chacun des deux scénarios.

Pour les deux infographies, la modélisation 3D sera incrustée dans un **film en 3D et de vues en relief de la ville de Bastia**, sur la base d'un film tourné par drone en HD ou par captation et cracking d'une séquence depuis Google Earth.

Il s'agira de réaliser un itinéraire depuis la citadelle vers le port actuel et le centre-ville de Bastia au sud, jusqu'à la plage de la villa Ker Maria au nord, en s'arrêtant sur la zone du bassin de commerce. Il sera entrecoupé de données clés en incrustation graphique de type en motion design :

- Taille de la digue
- Surface des terre-pleins

- Diamètre du cercle d'évitage
- Largeur de la passe d'entrée
- Nombre de quais
- Etc.

Un story-board sera soumis à la validation de la CTC avant la mise en production du film. La réalisation comprend les retouches graphiques d'amélioration de qualité visuelle des images (éclairage) et d'intégration d'éléments d'habillage, ainsi que d'insertion de textes.

### **3.3 Acteurs à rencontrer**

Durant son étude, le prestataire devra rencontrer les acteurs compétents en matière de déplacements :

- la Collectivité de Corse, qui sera associée tout au long de l'étude en tant que maître d'ouvrage,
- la CCIT Bastia Haute-Corse, pour ce qui concerne le trafic maritime,
- la Ville de Bastia,
- la capitainerie du port de commerce de Bastia,
- le pilotage du port de Bastia.

Cette liste est non exhaustive, le Maître d'Ouvrage s'assurera de faciliter la rencontre avec tout autre organisme ou personne que le prestataire jugera utile de rencontrer pour mener à bien sa mission. Le prestataire devra indiquer dans son mémoire technique la liste exhaustive éventuelle des autres organismes ou personnes qu'il envisage de rencontrer.

### **3.4 Résultats attendus et livrables**

Le dossier de ces études préliminaires comprendra notamment :

- ✓ une note de synthèse et de présentation de l'ensemble des études fournies par la CTC et d'une note d'appropriation de ces études ;
- ✓ une note d'appropriation du programme ;
- ✓ un cadrage exhaustif des procédures administratives et réglementaires pour la création du port et pour chaque scénario ;
- ✓ une synthèse des études environnementales, des différents avis et cadrage environnementaux du projet (dragages, transport des matériaux, gestion des déchets en exploitation,...) ;
- ✓ une note descriptive des données du site et du contexte géotechnique ;
- ✓ une note de définition des besoins et des critères environnementaux, d'exploitation et structurels ;
- ✓ les plans masses préliminaires;
- ✓ les définitions des typologies et pré-dimensionnement des ouvrages portuaires (ouvrages de protection et d'accostage) ;
- ✓ les plans d'organisation de la sûreté et de l'exploitation portuaire ;



- ✓ les résultats des études d'agitation et de navigation ;
- ✓ une note justificative des estimations et détermination de l'enveloppe globale du projet du port (y compris bâtiments) ;
- ✓ un planning de réalisation de l'opération pour chaque scénario.

Pour chacun des deux scénarios, la réalisation d'une présentation soignée des photos montages 3D, de la présentation sur PWP ainsi que les deux infographies de 3 minutes permettant de visualiser l'ouvrage dans son environnement ainsi que son mode constructif et de réalisation.

Pour l'étape «étude préliminaire des plans de masse» seront remis :

- un rendu intermédiaire ;
- un rendu final, intégrant les remarques de la CdC ;
- des comptes rendus de chaque réunion.

Pour chaque scénario seront remis:

- un rapport présentant, par proposition d'aménagement, un schéma d'aménagement global illustré par des plans au 1/1000 et une note descriptive du projet ;
- Pour l'option A2, une analyse multicritères des avantages/inconvénients de chaque proposition d'aménagements ;
- une note de synthèse explicitant les arguments des différents acteurs et expliquant pour chacun des deux scénarios notamment au regard de la compatibilité avec les usages maritimes de navigation et de sécurité.
- une estimation financière.

## 4 Réunions

Il est à prévoir un minimum de 6 réunions de:

- démarrage,
- présentation du rendu études du plan masse,
- présentation du rendu des études d'agitations,
- Présentation études de trajectographie
- Présentation des documents de communication
- Présentation rendu final devant le comité de suivi.

Le prestataire est tenu d'assister aux réunions provoquées par le maître d'ouvrage.

Ces réunions auront une durée d'une journée et se tiendront indifféremment à Ajaccio, Bastia ou dans leurs périphéries proches.

Le prestataire sera tenu d'être présent sur le lieu de réunion aux horaires décidés par le maître d'ouvrage. Ces dates et horaires seront communiqués avec un minimum d'une semaine d'anticipation.

Des réunions intermédiaires en visioconférence pour un suivi plus fin de l'étude, pourront être programmées à la demande du maître d'ouvrage avec comme objets (non limitatif) :

- une mise au point des différentes démarches,
- une l'analyse de l'état d'avancement des études,
- une remise et présentation des documents et résultats concernant les études réalisées,
- l'examen des problèmes administratifs et techniques de toute nature,
- une mise au point des dossiers, documents...,
- une présentation par le prestataire des études réalisées, en cours, ou à venir auprès des différents partenaires du maître d'ouvrage (CCI HC, comités,...).

Le compte rendu de chaque réunion, à la charge du prestataire, sera à transmettre au maître d'ouvrage dans le délai d'une semaine.

La convocation aux réunions se fera par courriel.

Le prestataire indiquera dans son mémoire technique la liste minimale des personnes qualifiées qui seront amenées à être présentes à chaque réunion (et qui représenteront le mandataire ainsi que ses éventuels cotraitants et sous-traitants).

Au-delà de ces 6 réunions, le prestataire aura à prendre en compte dans son offre tous les déplacements de toute nature nécessaire à l'accomplissement des prestations (rencontre d'acteurs, réunions avec les services extérieurs, ...)

Le prestataire intégrera le coût global de l'ensemble des réunions dans son offre financière mais précisera pour mémoire le coût d'une réunion d'une journée en Corse.

## 5 Calendrier de l'étude

Le délai de réalisation de l'étude est estimé à 5 mois. Ces délais ne comprennent pas les temps de validation des rapports.

Le prestataire devra remettre son rapport intermédiaire une semaine avant la fin de chaque phase, afin de permettre à la CdC de revenir vers lui avec ses corrections et remarques. Celles-ci devront être intégrées sous 15 jours.

Les comptes rendus de réunions seront remis à la CdC sous 7 jours.

## 6 Annexes

**Annexe 1 : Données géotechniques existantes**

**Annexe 2 : Avant-projet 2008 rempiètement terre-plein nord**

**Annexe 3 : Avant-projet 2008 môle croisière sud**

**Annexe 4 : Scénario A1 ville de Bastia**

**Annexe 5 : Etudes bâtiments portuaire 2015**

**Annexe 6 : Etude approvisionnement matériaux 2015**

# Avril 2020

**DELEGATION AUX GRANDS  
PROJETS MARITIMES ET  
PORTUAIRES**

*Etudes préliminaires de  
restructuration du site  
portuaire de Bastia*

**« Etudes d'urbanisme  
opérationnel »**

## PROGRAMME

## SOMMAIRE

|  |  |                                    |
|--|--|------------------------------------|
| <b>1</b>   | <b>CONTEXTE DE L'ETUDE .....</b>   | <b>3</b>                           |
| 1.1  | LE PROJET DE DEVELOPPEMENT DU PORT DE BASTIA .....                                     | 3                                  |
| 1.1.1  | <i>Objectifs</i> .....   | 3                                  |
| 1.1.2  | <i>Méthode</i> .....   | 3                                  |
| 1.2  | LES TRAFICS DU PORT DE BASTIA .....  | 6                                  |
| <b>2</b>   | <b>PROGRAMME ET PERIMETRE DE L'ETUDE .....</b>   | <b>6</b>                           |
| <b>3</b>   | <b>DEVENIR DE LA VILLE AVEC LE PORT EN CENTRE-VILLE (SCENARIOS A, B ET C) .....</b>    | <b>8</b>                           |
| 3.1  | ENJEUX DE L'INTEGRATION URBAINE .....  | 8                                  |
| 3.2  | REQUALIFICATION DU BASSIN SAINT NICOLAS (PHASE 1) .....                                | 10                                 |
| 3.3  | REQUALIFICATION DES TERRE-PLEINS PORTUAIRES (PHASE 2) .....                            | 12                                 |
| 3.3.1  | <i>Totalité des espaces existant</i> .....   | 12                                 |
| 3.3.2  | <i>Quai de Rive, Fango et bord à quai</i> .....  | 14                                 |
| 3.4  | AMENAGEMENT DE LA RELATION VILLE PORT EN CENTRE-VILLE (PHASE 3) .....                  | 16                                 |
| <b>4</b>   | <b>AMENAGEMENT DE LA RELATION VILLE/PORT AU SUD CITADELLE (SCENARIOS B ET C) .....</b> | <b>17</b>                          |
| <b>5</b>   | <b>CONTENU DE L'ETUDE .....</b>  | <b>20</b>                          |
| 5.1  | ACTEURS A RENCONTRER .....   | 20                                 |
| 5.2  | RESULTATS ATTENDUS ET LIVRABLES .....  | 20                                 |
| 5.3  | SUPPORTS A REMETTRE : .....  | 23                                 |
| 5.4  | REUNIONS .....   | 23                                 |
| 5.5  | CALENDRIERS DES ETUDES .....   | 24                                 |
| <b>6</b>   | <b>ANNEXES .....</b>   | <b>24</b>                          |
| <i>ANNEXE 1 : DPGF</i> .....   |  | <b>ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.</b> |
| <i>ANNEXE 2 : ETUDES DE REQUALIFICATION DU BASSIN SAINT NICOLAS (ARTELIA 2015)</i> ..... |  | 24                                 |
| <i>ANNEXE 3 : DONNEES METEO OCEANOGRAPHIQUE AU DROIT DU PORT ACTUEL</i> .....            |  | 24                                 |
| <i>ANNEXE 4 : ETUDES SCENARIO A (SUEZ 2015)</i> .....                                    |  | 24                                 |
| <i>ANNEXE 5 : ETUDES ROUTIERES DU SCENARIO B (CARBONITE ARTELIA 2015)</i> .....          |  | 24                                 |
| <i>ANNEXE 6 : SYNTHESE PROJET ZAC CARBONITE 2012</i> .....                               |  | 24                                 |



# **1 Contexte de l'étude**

## **1.1 Le projet de développement du port de Bastia**

### ***1.1.1 Objectifs***

La Collectivité de Corse, responsable de la politique du développement portuaire et des grands projets d'infrastructures, a conduit de nombreuses études sur l'extension du port de Bastia.

La Chambre de Commerce et d'Industrie de Corse, concessionnaire du port de Bastia, a engagé dès 2003 une étude de développement du port afin de pouvoir répondre aux évolutions du trafic portuaire et aux modèles économique du transport de passagers et fret attendus en 2003 en forte croissance.

Ces différentes études ont mis en évidence que le port n'était plus adapté au trafic maritime principalement en raison :

- ✓ de l'accroissement de la taille des navires engendrant des difficultés croissantes de fonctionnement,
- ✓ des conditions d'exploitation peu sécuritaires.

Une extension portuaire à Bastia est une nécessité qui s'impose.

La ville de Bastia, soucieuse de son rayonnement économique et touristique souhaite conserver ce statut de premier port d'entrée en Corse en développant ses capacités d'accueil des navires de croisières, des bateaux de plaisances, voire de grande plaisance, en améliorant la mobilité et la qualité de ses espaces structurants.

La Collectivité de Corse a engagé dès 2005 des études relatives à la faisabilité d'une nouvelle entité portuaire pouvant être située au Sud de sa commune sur le site de la Carbonite et a mené une procédure de débat public (2007/2008) sous l'égide de la Commission Nationale du Débat Public (CNDP).

Les études environnementales associées et réalisées en 2006/2008 ont permis d'évaluer les impacts de ce projet sur l'environnement et le cadre de vie. Ceux-ci sont essentiellement la destruction ou l'impact de 90 ha de posidonie et une anthropisation forte de la plage la plus proche de Bastia sur le site de l'Arinella.

A la demande de l'Assemblée de Corse, lors de la session du 24 septembre 2014, des études d'impact sur la stabilité du trait de côte sur les plages de l'Arinella et le grau de Biguglia ont été menées. Rendues début 2019, elles montrent un impact faible sur la stabilité du trait de côte permettant ainsi de poursuivre les études sur une option de déplacement du port de Bastia au Sud de la citadelle

A ce jour force est de constater que les projections de trafics ayant justifiées le projet étudié n'ont pas suivi la progression attendue, en particulier pour les passagers avec un report modal sur l'aérien.

De ce fait des solutions initialement écartées retrouvent une légitimité et en particulier celles mieux adaptées aux besoins identifiés et moins impactantes que ce soit sur le site de la Carbonite ou sur l'actuel port de Bastia.

### ***1.1.2 Méthode***

L'Assemblée de Corse, au cours de la session du 25 juillet 2019, a acté une méthode visant à documenter trois scénarios de développement du port de Bastia afin de permettre un choix libre et éclairé à l'occasion d'une prochaine session en 2020.

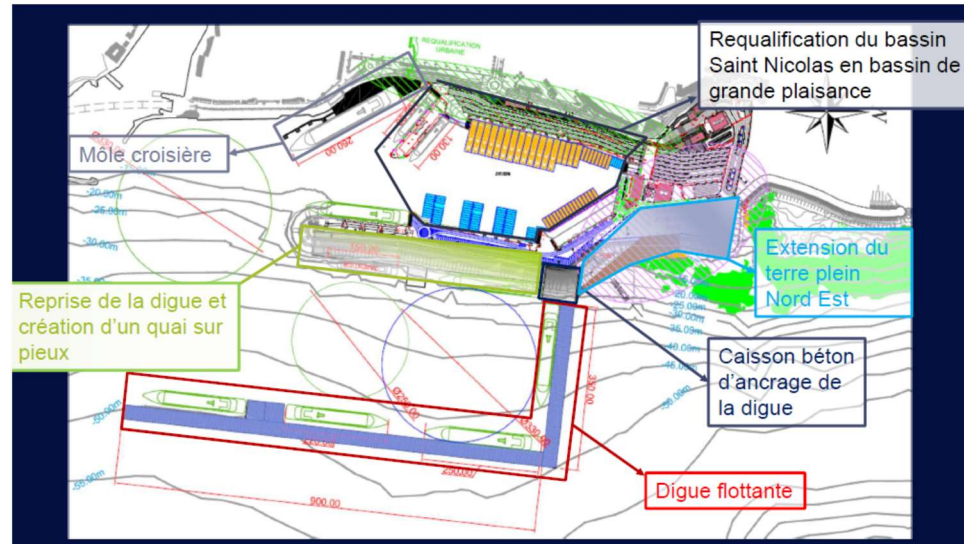
Ces scénarios sont :

## SCENARIO A

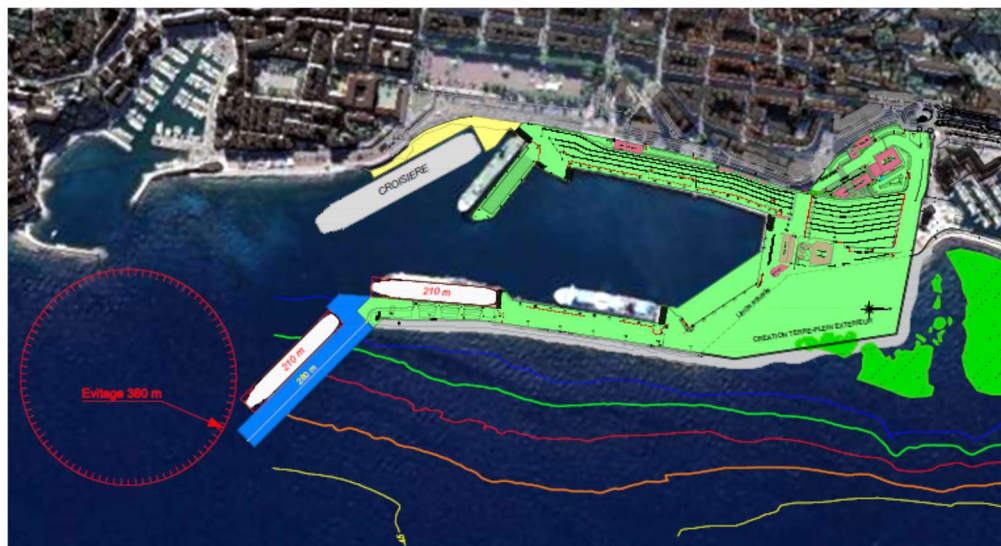
Il s'agit d'un scénario de maintien de l'activité portuaire commerciale sur le site de centre-ville au droit du bassin actuel.

Ce scénario se décline en deux options :

- ✓ **A.1** Un projet de doublement du bassin actuel par la construction et mise en place d'une digue flottante à l'Est de la digue existante avec un bassin reconfiguré ainsi qu'une extension des terre-pleins en remblai au Nord Est.



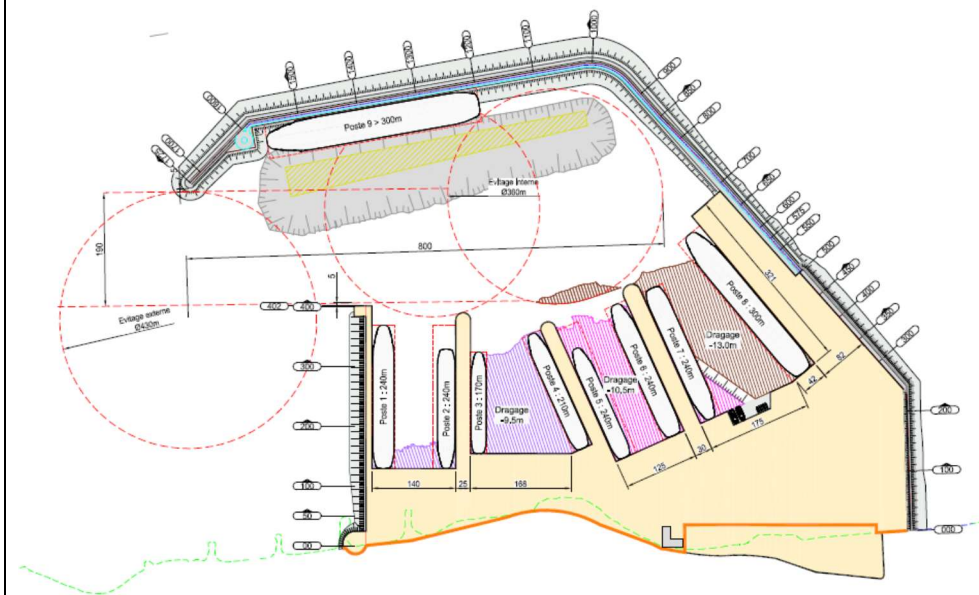
- ✓ **A.2** Un projet d'agrandissement du bassin actuel dit « des pêcheurs » en prolongeant l'actuelle digue Est par un ouvrage plus au large devant le quai des Martyres et l'entrée du vieux port



## SCENARIO B

Il s'agit du projet dit de la Carbonite abondamment étudié depuis 2003.

Il se situe au Sud de la citadelle avec un enracinement de la digue principale sur la plage de l'Arinella en offrant 11 postes à quai en configuration maximale.



## SCENARIO C

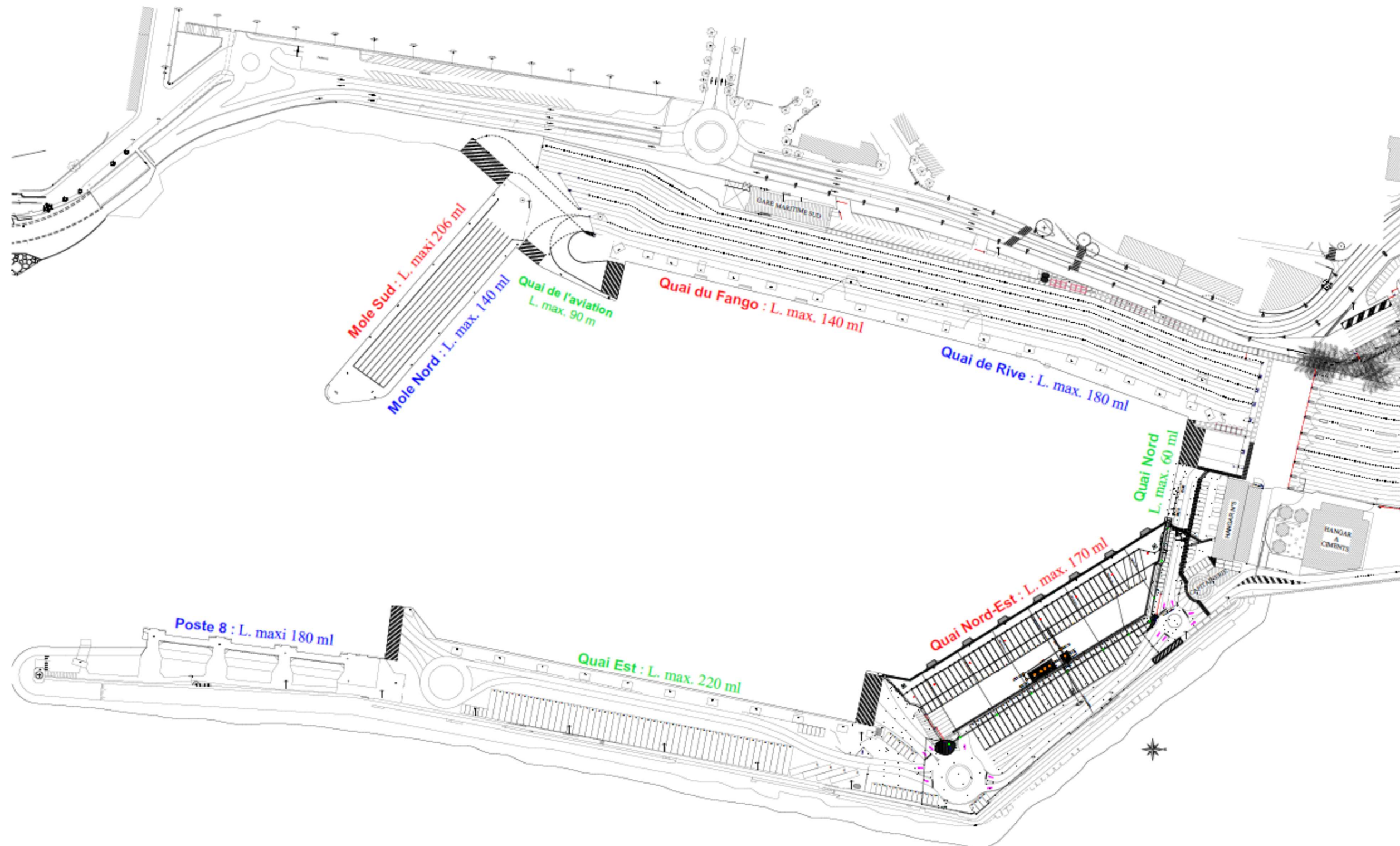
Ce scénario dit « Portu Novu » se situe lui aussi au Sud de la citadelle

Il intègre les données et enjeux actuels (progression des fréquentations faible à nulle sur les dernières années) et il est voulu plus respectueux des proches zones balnéaires, de la sécurité maritime et de l'environnement marin en offrant 9 postes à quai en configuration maximale.





## PORT DE BASTIA ACTUEL



## 1.2 Les trafics du port de Bastia

### Les trafics marchandises

Les ports de Corse et au premier rang de ceux-ci le port de Bastia sont les portes d'entrée de la quasi-totalité des importations de biens de consommation de la Corse qui ne dispose que d'une faible autosuffisance.

Les importations et exportation se font exclusivement par remorque sur roue, avec ou sans tracteur, par des cargos mixtes ou ferries en Roll on/Roll off (RO/PAX).

La mesure de l'activité de fret est ici faite en « mètre linéaire » de remorques transitées.

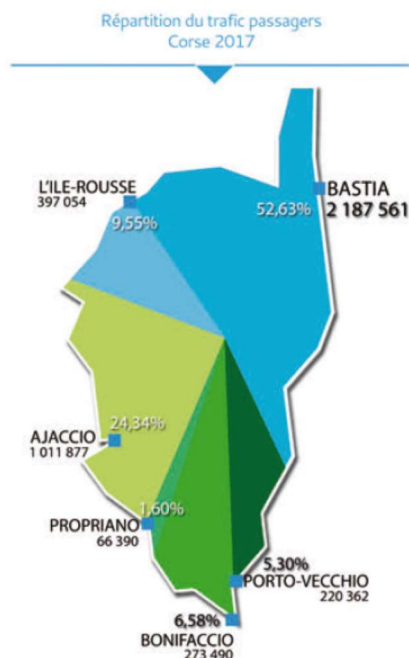
Par le port de Bastia, le plus proche du continent, transite l'essentiel des trafics de marchandises qui totalisent, en 2017, 1 346 000 ml de fret pour environ 1 million de tonnes net (environ 2 million de tonnes brut).

Ce fret correspond à tous type de marchandises, que ce soit les biens de consommations, les produits frais alimentaires, les secs alimentaires, les équipements de la maison...

Seul trafic en vrac solide qui ne pratique pas ce mode de transport, les ciments, ils sont acheminés par des navires « cimentier » spécialisés pour 31 400 tonnes annuellement (2016 et 2017).

### Les trafics passagers

Là aussi le port de Bastia est la première porte d'entrée maritime pour les passagers et véhicules de tourisme avec plus de 50% de part de marché, les autres ports maritimes (Ajaccio, Île Rousse, Propriano, Porto-Vecchio et Bonifacio) totalisant le reste de ce trafic.

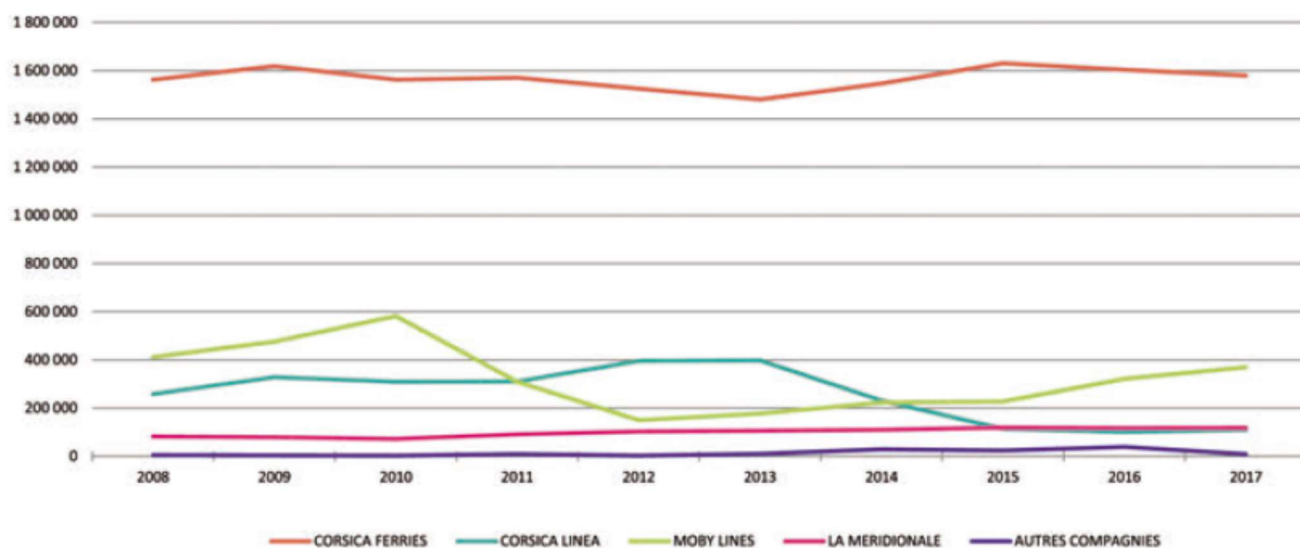


Le port de Bastia a réalisé 5 049 escales en 2017 pour un total de 2 187 000 passagers, chiffre stable avec celui de 2016. L'évolution sur les 10 dernières années est dépendante des conditions d'exercice des compagnies et globalement assez stable.

Les véhicules légers (hors fret) ont été de 790 000 unités transportées en 2017



| TOTAL | 2 320 202 | 2 506 034 | 2 531 750 | 2 291 944 | 2 179 123 | 2 171 968 | 2 141 381 | 2 116 144 | 2 183 243 | 2 187 561 |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|



## Les perspectives

Les perspectives de trafic à l'horizon de 10 ans sont relativement stables, aussi bien en comptabilisation annuelle qu'en flux de pointe.

**Les trafics de pointe**, aussi bien pour le trafic passagers que fret, est en effet lié à la capacité des bateaux, eux même essentiellement liés à leur longueur.

Aujourd'hui, le port actuel de Bastia ne peut, compte tenu de sa géométrie, accueillir de bateaux plus grands que ceux fréquentant le port actuellement soit environ 180 m.

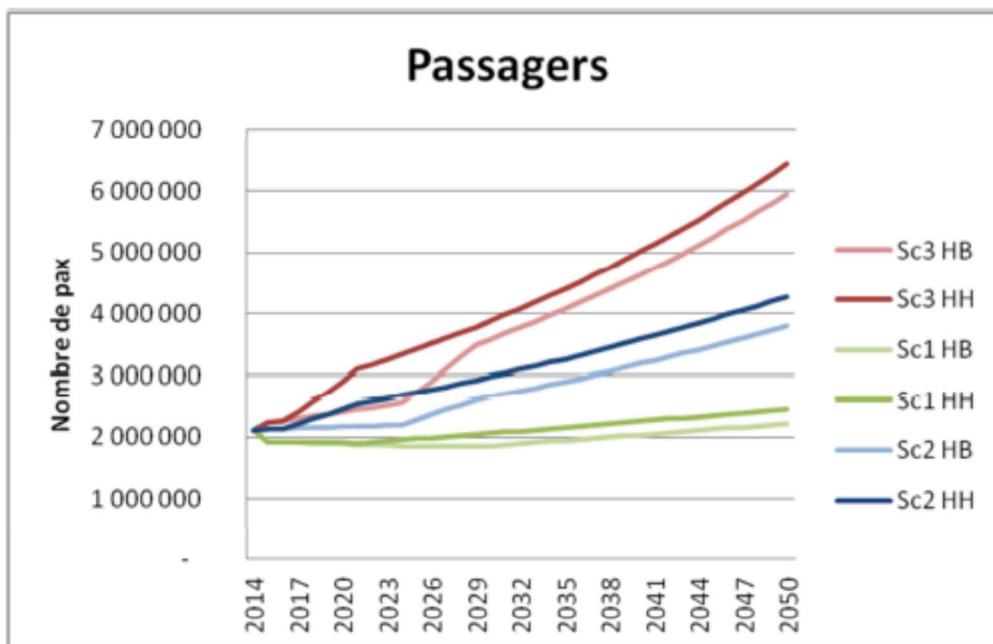
La variation significative de débit de pointe ne pourra se faire qu'avec la mise en service d'infrastructures nouvelles permettant l'accostage simultané de bateaux de 210 voir 240 m.

**Les trafics annuels** sont quant à eux tributaires non seulement de la saison touristique mais aussi des politiques publiques visant à disposer d'un allongement de la saison, de développer le tourisme au travers de politiques d'infrastructures aussi bien de transport (route, rail) que de construction de logements.

Sur ce plan, de nombreuses projections d'évolution des trafics ont été réalisées au cours des différentes études portant sur le scénario « Carbonite ».

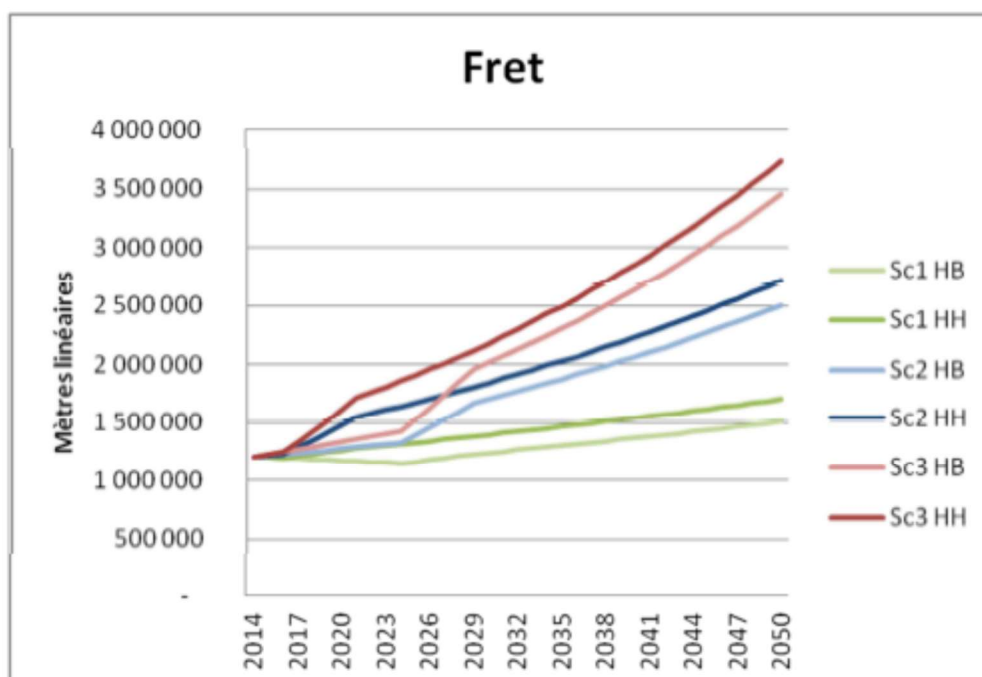
Les premières projections effectuées en 2007, comparées à la réalité constatée démontrent bien la difficulté de l'exercice.

Les dernières projections d'évolution des trafics faits en 2015 (figures ci-dessous) dans le cadre de ces études, qui là aussi comparées à la réalité des trafics en 2020, montre que les scénarios les plus crédibles sont ceux de croissance lente.



**Figure 56. - Synthèse des trafics passagers**

\*pax = nombre de passagers

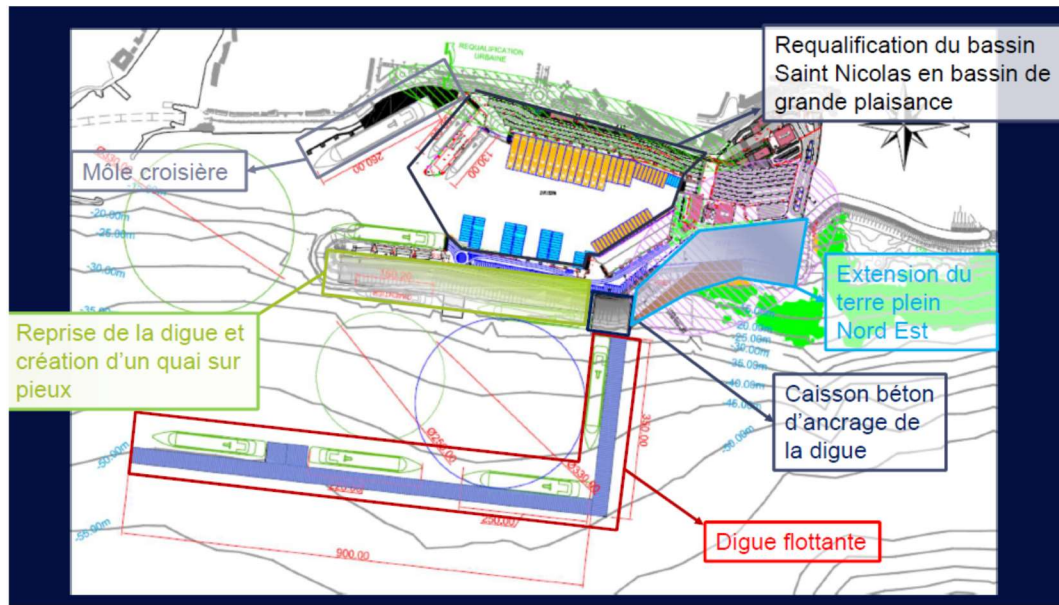


**Figure 57. - Synthèse des trafics fret**

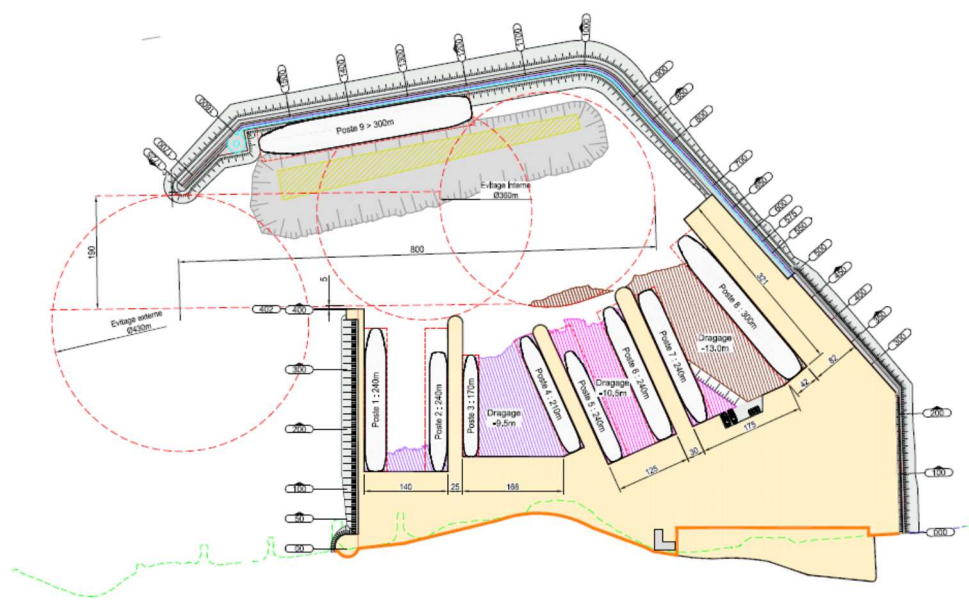


## 2 Programme et périmètre de l'étude

## SCENARIOS A



## SCENARIO B



## SCENARIO C



La présente consultation vise à disposer, pour chaque scénario (A, B C), d'une vision de l'insertion des infrastructures portuaires dans le tissu urbain actuel et à venir.

La vision urbanistique envisagée ici se décompose en deux phases:

- ✓ «opérationnelles», zone limitée aux espaces proches et en interaction directe avec les scénarios d'aménagement portuaire (en rouge et jaune sur les figures ci-avant),
- ✓ «générales», intégrant un périmètre large (limites communales de Bastia, Furiani et Ville-di-Pietrabugno à minima).

La mission, objet de la présente consultation, porte sur des études d'urbanisme opérationnel:

La vision plus générale fera l'objet d'une consultation ultérieure.

Ces scénarios se situent sur deux sites, centre-ville (scénario A) et quartiers Sud (scénarios B et C).

La mission, tout en gardant une vision globale, se décompose donc en deux zones géographiques.

### **CENTRE-VILLE**

Les études des espaces portuaires en centre-ville de Bastia comportent notamment :

- ✓ la requalification des espaces portuaires du port de commerce actuel qui est une constante pour les scénarios A, B et C qui doit s'étudier selon deux hypothèses :
  - libération de l'ensemble des terre-pleins portuaires actuels (si relocalisation du port de commerce au sud de la citadelle selon les scénarios B et C),
  - libération d'un espace limité au quai de Rive, Fango et un bord à quai sur le reste du périmètre pour le scénario A.
- ✓ la relation Ville/Port en prenant en compte le devenir de la Route Territoriale (RT11) longeant le port mais aussi la liaison douce (Spassimar, Aldilonda, Vieux Port, Quai des Martyrs, Place Saint Nicolas, Port de commerce, Port de Toga) le long du front de mer quelque soit le scénario retenu,
- ✓ aucune requalification significative n'est à envisager dans le cadre du scénario A2 (CF page 5).

### **QUARTIERS SUD**

Les études des espaces portuaires quartiers Sud comportent notamment :

- ✓ l'interface Ville/Port,
- ✓ le devenir des espaces entre la RT11 et la voie de chemin de fer,
- ✓ la réalisation d'une gare multimodale,
- ✓ les insertions routières,
- ✓ la continuité de la voie douce le long du front de mer.

### **ELEMENTS A PRENDRE EN COMPTE DANS L'ELABORATION DES PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT**

#### **Au Centre Ville :**

- les projets de prolongement du train en mode tram train jusqu'à Toga,



- la liaison entre la citadelle, le vieux port et le front de mer du quai des Martyrs avec le port requalifié, en particulier la continuité des voies douces (Spassimar et Aldilonda),
- le port de Toga, sa zone de réparation navale et les espaces existants,
- des propositions sur le bassin portuaire en sa partie nautique et ses futurs usages,
- des propositions sur l'usage des terre-pleins libérés (en fonction des différents scénarios) : équipement public, surface commerciale, habitations, hôtels,
- des propositions sur l'organisation de la circulation aux abords du port,
- des propositions d'aménagements en liaison douce entre le quai des Martyrs, la place Saint Nicolas et les espaces portuaires afin de permettre aux Bastiais de retrouver un accès à la mer.

**Au Sud Citadelle :**

- les plages de l'Arinella et les projets sur ce site,
- les relations entre ce site et la ville de Bastia : voies douces, tram train, navettes maritimes,
- la gare multimodale et les interfaces ville port,
- la continuité de la voie douce,
- les orientations sur les usages et aménagements sur le périmètre de la ZAC de la Carbonite.

## 3 Devenir du centre-ville (scénarios A, B et C)

### 3.1 Enjeux de l'intégration urbaine

La situation actuelle du port de commerce mais aussi du port de plaisance de Toga, insérés tous deux dans la ville a coupé les Bastiais de la mer à la fois du fait des zones à accès restreint du port de commerce mais aussi par la configuration même du port de plaisance.

Les seuls accès possible à la mer sont :

- ✓ une plage résiduelle au nord de Toga et l'anse de Figaghjola,
- ✓ une promenade sur le quai des martyrs et le vieux port,
- ✓ une promenade (en cours de construction) sous les remparts de la Citadelle, Aldilonda,
- ✓ la plage de l'Arinella au sud de la Citadelle, seule plage naturelle de Bastia.

La relation des Bastiais à la mer s'est sensiblement rompue, au fil des aménagements, ceux-ci n'ayant plus accès facilement aux usages récréatif de la mer (promenade, baignade, voile...).

Il s'agit ici de retisser ce lien grâce à la possible requalification du bassin saint Nicolas et de ses terrepleins qui, selon les scénarios auront perdu leurs vocations de port de commerce avec leurs zones d'accès restreint, leurs barrières et points de contrôles.

La réappropriation des espaces du port à partir de la place saint Nicolas ou du quai de Martyrs se heurte aux aménagements routiers qui constituent une barrière physique importante aux déplacements doux (piétons, vélos...). Le franchissement de la RT11, voie stratégique qui lie le nord de Bastia au Sud à travers le tunnel sous le vieux port et la citadelle devra pouvoir se faire de façon à disposer de cette continuité sans pour autant perturber les trafics routiers.

L'accès aux activités récréatives de la mer en centre-ville devra là aussi faire l'objet de propositions avec en particulier le réaménagement de partie des talus de défense du port en zone accessible par beau temps. La libération de surface importante en centre-ville nécessite une réflexion sur le devenir de ces espaces et leurs répartitions entre espaces publics, équipements structurants de la ville et programme immobiliers commercial et/ou résidentiel.

Selon les scénarios ces libérations peuvent atteindre environ 10 hectares en lien directe avec l'hyper centre de Bastia.

Il s'agit donc ici d'imaginer un nouveau quartier de la ville en relation avec la ville existante, ses usages, son histoire et ses habitants.



Les projets structurants portés par les différents acteurs publics devront être pris en compte.

Il appartiendra au prestataire d'en faire la liste exhaustive et le point sur l'état de ces projets auprès des acteurs engagés qu'il conviendra de rencontrer (Ville Bastia, CAB, CdC...). On peut citer (liste non exhaustive) :

- ✓ le prolongement en mode tram / train de la ligne de chemin de fer jusqu'à Toga,
- ✓ la requalification des espaces de la gare,
- ✓ la requalification de l'îlot de la Poste.

### 3.2 Requalification du bassin saint Nicolas (phase 1)

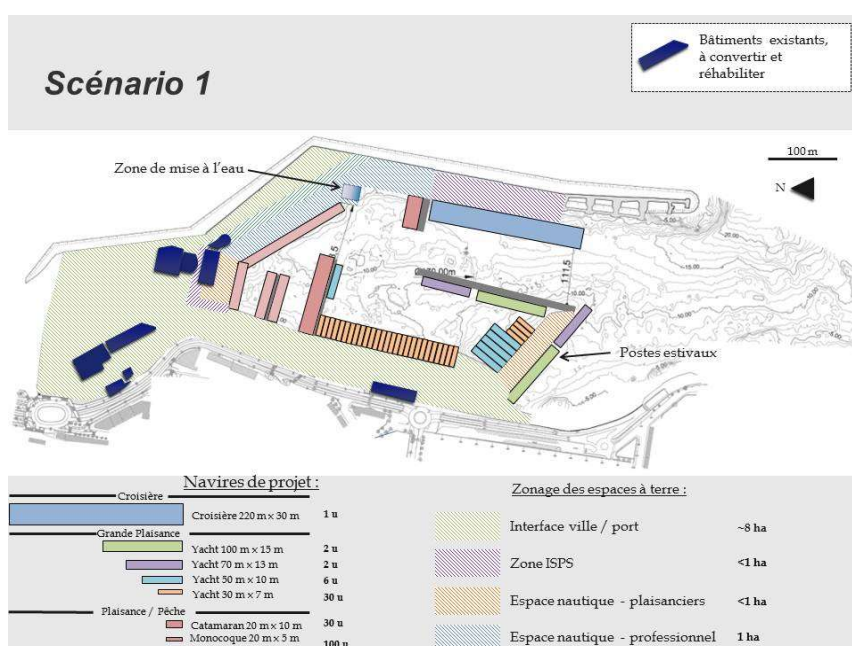
La requalification nautique du bassin saint Nicolas a été étudiée dans le cadre de la mission d'étude confiée à Artelia sur le site de la Carbonite dans une hypothèse de libération de l'ensemble du bassin Saint Nicolas (rapport M5R2 : étude de requalification du port Saint Nicolas, **Annexe 1**).

Cette approche est commune aux trois scénarios A1, B et C pour la partie nautique, la différenciation entre les scénarios Sud citadelle et extension en ville ne jouant au final que sur les surfaces de terrepleins libérés.

Aucune requalification n'est envisagée pour le scénario A2.

Dans cette étude il est proposé un usage de plaisance pour le bassin Saint Nicolas et la conservation de petite croisière (de 180 m à 236 m) sur les quais extérieure (quai 8 et/ou 1).

Le projet de requalification en direction de la plaisance propose sur trois scénarios un volet grande plaisance avec entre 30 et 60 places (taille de 25 à 100 m) et un volet de petite plaisance (tailles inférieure à 25 m) pour entre 260 et 500 places.



rapport Artelia 2015

Il a par ailleurs été identifié que les agitations actuelles dans le bassin saint Nicolas si elle ne perturbe que peut les usages actuels (ferries de 140 à 180 m) ne sont pas compatible avec un stationnement permanent de petite plaisance. C'est pourquoi une modification des ouvrages de la passe d'entrée est une condition essentielle de tout projet de requalification en direction de la plaisance petite et moyenne.

La prestation se décline en deux étapes :

**Etape 1**, le prestataire devra, après s'être approprié le rapport précité :

- ✓ faire une analyse constructive des axes de développement nautique aussi bien qualitativement que quantitativement, envisagé pour la requalification du Bassin saint Nicolas (grande plaisance, petite plaisance et croisières),
- ✓ faire une analyse constructive des scénarios proposés et en produire une autre en relation avec le projet de ville,



- ✓ faire une analyse constructive des solutions de réduction des agitations du bassin et en produire d'autres en fonction des scénarios alternatifs produits en relation avec le projet de ville.

Les besoins connexes à chaque scénario seront évalués et chiffrés. Cette approche devra faire l'objet d'une note méthodologique précise, incluse dans l'offre, et reprenant pour chaque besoin identifié, sa justification, son pré dimensionnement à dire d'expert, son coût estimatif.

Une attention particulière devra être portée sur ces besoins connexes (immobilier commercial, résidentiel, Hôtel, maintenance et réparation navale...) lié aux scénarios incluant la grande plaisance.

Le prestataire présentera à l'issue de ces approches de 4 scénarios (dont trois issus des études Artelia) qu'il classera par ordre sur la base d'une analyse multicritère.

Cette analyse multicritère se fera sur la base d'une proposition de critère du prestataire mais comprendra au minima les critères suivants :

- ✓ surface de bassin louable,
- ✓ coût des aménagements nécessaire à la mise en œuvre du scénario,
- ✓ les retombées économiques attendues,
- ✓ les besoins connexes,
- ✓ ...

**Etape 2**, il sera retenu sur la base des études de l'étape 1 le scénario reconnu comme étant le plus favorable.

Ce scénario fera l'objet de :

- ✓ une étude d'agitation portuaire sur la base des aménagements proposés.

Cette étude se basera sur les données statistiques météo océaniques connues et documentés (**Annexe 2**)

Cette étude d'agitation devra démontrer la compatibilité des agitations avec la typologie de bateaux envisagés.

Proposer d'éventuels aménagements complémentaires permettant de réduire, si besoin, les agitations portuaires.

- ✓ une étude des besoins a poste en eau et électricité avec un pré dimensionnement à dire d'expert des réseaux depuis leurs poste source jusqu'au branchement à quai,
- ✓ un zoom sur les besoins annexes pré-identifiés à l'étape 1,
- ✓ une estimation des coûts d'aménagements consolidés, sur la base de pré-dimensionnement des ouvrages à dire d'expert et avec notamment (liste non limitative):
  - les ouvrages maritimes : ouvrage de protection contre les agitations portuaire,
  - les aménagements du plan d'eau : pontons mouillage sur corps mort / chaîne mère,
  - les réseaux secs (électricité, fibre, réseau filaire divers...) et humides,
  - les bâtiments de service : capitainerie, zone d'accueil, sanitaires portuaires...,

- les parkings portuaires,
  - les réseaux de surveillance et contrôle d'accès...
- ✓ un compte d'exploitation prévisionnel de l'activité.

### **3.3 Requalification des terre-pleins portuaires (Phase 2)**

#### **3.3.1 Totalité des espaces existant**

Il s'agit ici d'un enjeu stratégique dans le cadre des scénarios B et C où l'ensemble des espaces portuaires sont libérés.

L'ensemble du domaine portuaire à requalifier comprend :

- ✓ les digues d'enclôture du bassin portuaire et leurs protections,
- ✓ les quais et ouvrages du port de commerce actuel pour un linéaire d'environ 1400 ml,
- ✓ l'ensemble des terre-pleins portuaire pour une surface cumulée d'environ 10 hectares,
- ✓ des bâtiments existants ; gare maritime Sud, gare maritime nord, capitainerie, locaux techniques et commerciaux, locaux industriels (stockage et ensachage des ciments).



Périmètre libéré de ses fonctions de port de commerce

Le prestataire aura pour mission de consulter les parties prenantes avec en particulier (liste non exhaustive) :

- ✓ les différents services de la Collectivité de Corse (transport ferroviaires, routes, ports, tourisme...),
- ✓ la Ville de Bastia,
- ✓ la Communauté d'Agglomération de Bastia,
- ✓ la Chambre de Commerce et d'Industrie.

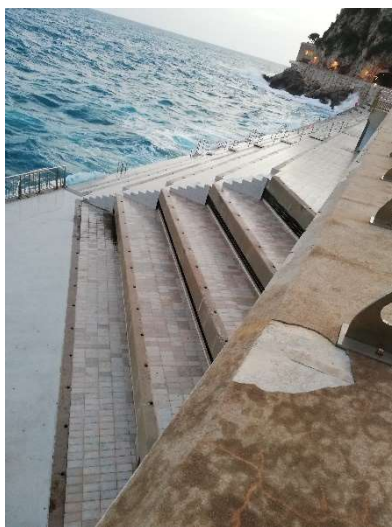
Ces consultations auront pour objet principal de disposer des projets engagés ou à venir sur cette zone ainsi que des avis de chaque institution sur le devenir de ces espaces.

Ces projets et visions serviront à nourrir la réflexion sur les grandes orientations des aménagements envisageables sur ces nouveaux espaces urbains.

Sur la base de ces consultations ainsi que de l'expression des besoins annexes liés aux options et scénario de requalification du bassin Saint Nicolas retenu à la phase1, le prestataire décrira deux scénarios contrastés de réaménagement des surfaces portuaires libérées.

L'un au moins des deux scénarios incluront les options suivantes:

- ✓ une réservation pour un grand équipement public (palais des congrès, salle de spectacle...),
- ✓ une plage urbaine aménagée côté mer,
- ✓ une extension de la zone technique de Toga,
- ✓ de l'immobilier commercial,
- ✓ de l'immobilier résidentiel,
- ✓ un hôtel,
- ✓ du stationnement.



*Exemple d'aménagement de plage urbaine en ville*

Chaque scénario fera l'objet :

- ✓ d'une description exhaustive de la vision d'aménagement avec en particulier la quantification des surfaces, les volumes et de la justification de chaque aménagement,
- ✓ un plan de masse du scénario avec en particulier les modes de circulation et d'accès à chaque type d'aménagement,
- ✓ une vision des aménagements de VRD et espaces végétalisés avec leur chiffrage,
- ✓ une vision 3D sous trois angles différents (vue de la ville, vue du Nord et vue du Sud),
- ✓ chaque scénario fera l'objet d'une estimation des coûts par type d'aménagements (estimation par ratio sur la base de références),
- ✓ Les programmes d'immobilier commerciaux et résidentiels feront l'objet d'une évaluation de leur équilibre financier ainsi que les recettes susceptibles d'abonder le projet.

### 3.3.2 Quai de Rive, Fango et bord à quai

Il s'agit ici aussi d'un enjeu important dans le cadre du scénario A1 où les espaces entre la voirie (Pascal Lota) et les quais du Fango, de rive sont libérés ainsi qu'un bord à quai de 5 à 10m le long des autres quais.

Ce scénario a été étudié sommairement en 2015. Il est présenté en **annexe 3** (Suez 2015).

L'ensemble du domaine portuaire à requalifier comprend ainsi:

- ✓ les quais et ouvrages du port de commerce actuel pour un linéaire d'environ 1200 ml,
- ✓ des terre-pleins portuaires pour une surface cumulée d'environ 3,2 hectares,
- ✓ un bord à quai de 10 m de large sur environ 500ml,
- ✓ un bâtiment existant, la gare maritime Sud.



*Périmètre libérés de ses fonctions port de commerce*



Comme pour le scénario précédent, le prestataire aura pour mission de consulter les parties prenantes avec en particulier (liste non exhaustive) :

- ✓ les différents services de la Collectivité de Corse (transport ferroviaires, routes, ports, tourisme...),
- ✓ la Ville de Bastia,
- ✓ la Communauté d'Agglomération de Bastia,
- ✓ la Chambre de Commerce et d'Industrie.

Ces consultations auront pour objet principal de disposer des projets engagés ou à venir sur cette zone ainsi que des avis de chaque institution sur le devenir de ces espaces.

Ces projets et visions serviront à nourrir la réflexion sur les grandes orientations des aménagements envisageables sur ces nouveaux espaces urbains.

Sur la base de ces consultations ainsi que de l'expression des besoins annexes liés aux options et scénarios de requalification du bassin Saint Nicolas, le prestataire décrira deux scénarios contrastés de réaménagement des surfaces portuaires libérées.

Il convient ici de considérer deux espaces distincts :

- ✓ La bande d'environ 10m de large en bord à quai destinée à l'accès aux pannes de plaisance traditionnelle ou les aménagements resteront en lien direct avec cet usage (arrêt minute, réseaux, accès secours...)
- ✓ Les espaces entre quai (rive et Fango) et la voirie (Via Pascal Lota) destinés à un aménagement maritime en bord à quai (bornes eau électricité, place d'arrêt minute...) mais aussi le long de la voirie existante

Ces deux scénarios incluront les options suivantes:

- ✓ une extension de la zone technique de Toga,
- ✓ de l'immobilier commercial,
- ✓ de l'immobilier résidentiel,
- ✓ un hôtel,
- ✓ du stationnement.

Chaque scénario fera l'objet :

- ✓ d'une description exhaustive de la vision d'aménagement avec en particulier la quantification des surfaces, les volumes et de la justification de chaque aménagement,
- ✓ un plan de masse du scénario avec en particulier les modes de circulation et d'accès à chaque type d'aménagement,
- ✓ une vision des aménagements de VRD et espaces végétalisés avec leur chiffrage,
- ✓ une vision 3D sous trois angles différents (vue de la ville, vue du Nord et vue du Sud),
- ✓ Chaque scénario fera l'objet d'une estimation des coûts par type d'aménagements (estimation par ratio sur la base de références).

- ✓ Les programmes d'immobilier commerciaux et résidentiels feront l'objet d'une évaluation de leur équilibre financier ainsi que les recettes susceptible d'abonder le projet.

### **3.4 Aménagement de la relation ville port au centre ville (Phase 3)**

Aujourd'hui, la relation de la ville avec son port de commerce est **limitée** aux **accès** des usagers du port pour les embarquements et débarquements des ferries.

Deux limites physiques se dressent entre la ville et ses espaces emblématiques que sont la place Saint Nicolas, le quai des martyrs et plus éloigné le vieux port, la citadelle, au Sud et le port Toga au Nord.

Il s'agit de la RT 11 et ses prolongement, la via Pascal Lota et la route du Cap (D80A) d'une part et le barriérage du port rendu nécessaire par l'application des codes ISPS et l'établissement des ZAR (Zone d'Accès Restreint).

L'enjeu est ici de rétablir une continuité urbaine et pour les déplacements doux (piétons vélo et PMR) entre ces lieux emblématiques et les quais recomposés (Fango et de Rive qui deviendraient un « quai d'honneur ») mais aussi en fonction des programmes envisagés pour la requalification des terre-pleins, les accès aux équipements publics ou aux programmes d'immobiliers résidentiels et/ou commerciaux.

Si la barrière des limitations actuelles du port aux ZAR se résout seul au regard de la dé-classification des terre-pleins portuaires (plus d'accès restreint aux quais du Fango et de Rive sur les scénarios A1, B et C), les croisements des flux routiers et piétons restent une barrière physique dure pour laquelle il conviendra de proposer des solutions.



*Exemple de schéma global d'aménagement*

Les solutions de couverture de la relation quai des Martyrs / place Saint Nicolas et « quais d'honneur » devront être étudiées selon deux scénarios contrastés.

Pour chacun de ces scénarios, les conséquences routières et hydrauliques liées à l'écoulement sous terrain du Fango seront analysées aussi bien sous un angle fonctionnel, technique mais aussi financier relatif au coût des travaux à engager.

Un nouveau plan de circulation découlera par nature des différents scénarios. Pour cela les trafics générés sur les différents axes (Bastia Sud, Bastia centre et Bastia Nord) seront fournis au candidat (études en cours).

Chaque scénario fera l'objet :

- ✓ d'une description exhaustive de la vision d'aménagement avec en particulier la quantification des surfaces,
- ✓ un plan de masse du scénario avec en particulier la liaison avec les scénarios d'aménagement des terre-pleins, y compris les accès routier aux équipements et programmes envisagés,
- ✓ un plan de circulation,
- ✓ une vision des aménagements de VRD et espaces végétalisés avec leur chiffrage,
- ✓ une vision 3D sous quatre angles différents (vue de la mer, de la ville, vue du Nord et vue du Sud),
- ✓ chaque scénario fera l'objet d'une estimation des coûts (estimation par ratio sur la base de références).

## **4 Aménagement de la relation ville-port au sud de la Citadelle (scénarios B et C)**

### **Phase 4**

Le site au Sud de la citadelle est à étudier avec l'implantation d'une nouvelle infrastructure portuaire sur ce site, scénarios B et C.

La construction d'un nouveau port nécessite, outre la conception des infrastructures portuaires sur la base des besoins évalués en amont et une insertion précise dans le réseau routier d'une part et une intégration dans l'espace urbain d'autre part.

Une attention particulière doit être portée aux infrastructures de déplacements doux existants et en particulier le Spassimar qui devra, pour tous les scénarios, présenter une continuité d'usage Nord Sud.

L'interface routière est en cours d'étude selon trois scénarios distincts :

- ✓ la création d'une voie renvoyant l'essentiel du trafic portuaire sur les ronds-points existant de Furiani et/ ou des Collines,
- ✓ l'insertion directe des trafics sur la RT 11, sur son tracé actuel, au Nord et au Sud de l'infrastructure,
- ✓ la déviation de la RT 11 à l'ouest des projets communaux de ZAC dite « de la Carbonite »,



*Exemple d'aménagement avec déplacement de la RT 11 à l'ouest de la ZAC Carbonite*

Les études routières, en cours, portent en particulier sur la modélisation des trafics actualisés avec les projets routiers en cours

Ces études seront remises au prestataire dans le cadre de sa mission.

La solution d'accès routier aux giratoire de Furiani et des Collines a été étudié (Artelia 2015) dans le cadre du scénario B dit de « la Carbonite » et sont présenté en **annexe 4**.

Comme pour les études de centre-ville, le prestataire aura pour mission de consulter les parties prenantes avec en particulier (liste non exhaustive) :

- ✓ les différents services de la Collectivité de Corse (transport ferroviaires, routes, ports, tourisme, commerce...),
- ✓ la Ville de Bastia,
- ✓ la Communauté d'agglomération de Bastia,
- ✓ la Chambre de Commerce et d'Industrie.

Ces consultations auront pour objet principal de disposer des projets engagés ou à venir sur le périmètre d'étude ainsi que des avis de chaque institution sur le devenir de ces espaces.

Ces projets et visions serviront à nourrir la réflexion sur les grandes orientations des aménagements envisageables sur le périmètre autour de la nouvelle infrastructure.

Les espaces urbains proches des quartiers dits de Montesoro, de Lupino et Furiani Nord doivent ici faire l'objet d'un diagnostic urbain précisant (liste non limitative) :

- ✓ la sociologie de ces quartiers,
- ✓ les interconnexions existantes entre ces deux quartiers et Bastia-centre, au Nord et Furiani au Sud,
- ✓ les problématique de ces deux quartiers (circulation, commerce, habitat...).

Le projet de ZAC de la Carbonite initié en 2012 par la commune doit être à ce niveau pris en compte et actualisé (projet ZAC 2012 en **annexe 5**).



Les relations entre les quartiers ouest du projet de port, la ZAC de la Carbonite et le port lui-même sont à étudier précisément après en avoir défini les fonctionnalités et complémentarités.

Les cheminements doux sont à étudier de façon à pouvoir se faire dans des axes Ouest/Est de façon à « lier » ces quartiers à la ZAC et au port.

La gare maritime et sa multi modalité a fait l'objet d'une étude préliminaire dans le cadre des études portuaire et est présentée en **annexe 6**.

Le prestataire proposera deux scénarios d'aménagement prenant en compte les trois solutions d'insertions routières du port. Chaque scénario reprendra :

- ✓ la continuité du Spassimar,
- ✓ la création de la ZAC de la Carbonite,
- ✓ l'insertion d'une gare multimodale entre le port et la voie de chemin de fer sur son tracé existant.

Chaque scénario fera l'objet :

- ✓ d'une description exhaustive de la vision d'aménagement avec en particulier la quantification des surfaces,
- ✓ un plan de masse du scénario avec en particulier la liaison avec les quartiers Ouest,
- ✓ Un plan de circulation y compris pour la continuité du Spassimar
- ✓ Une vision des aménagements de VRD et espaces végétalisés,
- ✓ Une vision 3D sous quatre angles différents (vue de la mer, de la ville, vue du >Nord et vue du Sud),
- ✓ Chaque scénario fera l'objet d'une estimation des coûts (estimation par ratio sur la base de références).

## 5 Contenu de l'étude

### 5.1 Acteurs à rencontrer

Durant son étude, le prestataire devra rencontrer les acteurs compétents en matière d'aménagements urbains:

- ✓ la Collectivité de Corse, qui sera associée tout au long de l'étude en tant que mandataire des études,
- ✓ la ville de Bastia,
- ✓ la Communauté d'Agglomération de Bastia,
- ✓ la CCIC, pour ce qui concerne le trafic maritime mais aussi en tant que représentant du commerce.

Cette liste est non exhaustive. Le Maître d'Ouvrage s'assurera de faciliter la rencontre avec tout autres organismes ou personnes que le prestataire jugera utile de rencontrer pour mener à bien sa mission.

Le prestataire devra indiquer dans son mémoire technique la liste exhaustive éventuelle des autres organismes ou personnes qu'il envisage de rencontrer.

### 5.2 Résultats attendus et livrables

La Collectivité de Corse attend une vision exhaustive des scénarios d'aménagements que le prestataire sera amené à présenter sur chacun des deux sites portuaires.

Pour le devenir du centre-ville (scénarios A, B et C), il s'agit de :

- ✓ Phase 1 : deux scénarios de requalification du bassin Saint Nicolas
- ✓ Phase 2 : deux scénarios de requalification des terre-pleins portuaire si scénario B et C et deux scénarios de requalification des terre-pleins portuaires si scénario A1
- ✓ Phase 3 : deux scénarios de réaménagement des interfaces ville/port

Pour le devenir de la ville avec le port au Sud de la Citadelle (scénarios B et C), il s'agit de :

- ✓ Phase 4 : deux scénarios d'aménagement de l'interface ville/port

Le dossier de ces études préliminaires comprendra notamment :

#### **Phase 1: Requalification nautique du bassin Saint Nicolas (scénarios A1, B et C)**

##### **Etape 1**

- ✓ une note de synthèse et de présentation de l'ensemble des études fournies par la CTC et d'une note d'appropriation de ces études et du programme,
- ✓ un cadrage exhaustif des procédures administratives et réglementaires pour la requalification du bassin Saint Nicolas,
- ✓ un rapport présentant, par proposition d'aménagement, un schéma d'aménagement global illustré par des plans au 1/1000 et une note descriptive du projet comportant le calepinage préliminaires pour les 4 scénarios (dont 3 issus des études existantes),
- ✓ l'estimation exhaustive des besoins connexes, leur justification et leurs estimations,

- ✓ une présentation PWP des 4 scénarios étudiés (20 à 30 diapos),
- ✓ une analyse multicritères.

### **Etape 2 pour le scénario de requalification nautique retenu**

- ✓ les définitions des typologies et pré-dimensionnement à dire d'expert des ouvrages portuaires (ouvrages de protection, quais et pontons),
- ✓ un plan détaillé de l'organisation du plan d'eau (calepinage, typologie des pontons...),
- ✓ une liste exhaustive des besoins connexes,
- ✓ les résultats des études d'agitation et de tenue à poste,
- ✓ une note justificative des estimations et détermination de l'enveloppe globale du projet de requalification du Bassin saint Nicolas (y compris bâtiments portuaires : capitainerie, sanitaires portuaires...),
- ✓ un modèle économique pour le port ainsi requalifié reprenant les principales hypothèses (prix de la location, services annexes, coûts d'exploitation) et le compte d'exploitation s'y rapportant.

### **Phase 2 : Requalification des espaces portuaires**

Pour les scénarios B et C, les livrables, pour les deux scénarios contrastés, feront l'objet :

- ✓ d'une note de synthèse et de présentation de l'ensemble des études fournies par la CdC et d'une note d'appropriation de ces études et du programme,
- ✓ un rapport présentant, par proposition d'aménagement, un schéma d'aménagement global illustré par des plans au 1/1000 et une note descriptive du projet avec, en particulier, la quantification des surfaces, les volumes et de la justification de chaque aménagement,
- ✓ un plan de circulation avec en particulier les modes de circulation et d'accès à chaque type d'aménagement,
- ✓ un plan et une description détaillé des aménagements de VRD et espaces végétalisés,
- ✓ un photomontage en vision 3D sous trois angles différents (vue de la ville, vue du Nord et vue du Sud),
- ✓ chaque scénario fera l'objet d'une estimation des coûts par type d'aménagements (estimation par ratio sur la base de références),
- ✓ une note concernant les programmes d'immobilier commerciaux et résidentiels avec une évaluation de leur équilibre financier ainsi que les recettes susceptibles d'abonder le projet.

Il en sera de même pour le scénario A1 pour lequel deux aménagements sont à étudier.

### **Phase 3 : Relation centre-ville/port**

Chacun des scénarios B et C fera l'objet :

- ✓ d'une note de synthèse et de présentation de l'ensemble des études fournies par la CTC et d'une note d'appropriation de ces études et du programme,
- ✓ un rapport présentant, par proposition d'aménagement, un schéma d'aménagement global illustré par des plans au 1/1000 et une note descriptive du projet avec, en particulier, la quantification des surfaces, les volumes et de la justification de chaque aménagement,
- ✓ un plan de circulation avec en particulier les accès aux terre-pleins requalifiés (phase 2),
- ✓ un plan et une description détaillé des aménagements de VRD et espaces végétalisés avec leur chiffrage,
- ✓ un photomontage en vision 3D sous trois angles différents (vue de la ville, vue du Nord et vue du Sud),
- ✓ chaque scénario fera l'objet d'une estimation des coûts (estimation par ratio sur la base de références),

Il en sera de même pour le scénario A1 pour lequel les deux aménagements étudiés sont aussi à insérer avec le centre-ville.

### **Synthèse des phases 1, 2 et 3 :**

Une présentation PWP de synthèse sera produite (50 à 60 diapos) à l'issue des études selon ces trois phases.

Cette présentation devra synthétiser l'ensemble des scénarios étudiés, les présenter de façon comparative de façon à faciliter la prise de décision par le comité de suivi.

### **Phase 4 : Relation ville/Port au Sud**

Au préalable un diagnostic urbain sera établi pour les quartiers Sud (Montesoro, Lupino, Furiani Nord).

Chacun des trois scénarios, corrélés aux trois insertions routières, fera l'objet :

- ✓ d'une note de synthèse et de présentation de l'ensemble des études fournies par la CTC et d'une note d'appropriation de ces études et du programme,
- ✓ un rapport présentant, par proposition d'aménagement, un schéma d'aménagement global illustré par des plans au 1/1000 et une note descriptive du projet avec, en particulier, la quantification des surfaces, les volumes et de la justification de chaque aménagement,
- ✓ un plan de circulation avec en particulier les voiries et leurs justifications,
- ✓ un plan de continuation du Spassimar et déplacement doux,
- ✓ un plan et une description détaillé des aménagements de VRD et espaces végétalisés,
- ✓ un photomontage en vision 3D sous trois angles différents (vue de la ville, vue du nord et vue du sud)



- ✓ chaque scénario fera l'objet d'une estimation des coûts (estimation par ratio sur la base de références).

#### **Synthèse des phases 4 :**

Une présentation PWP de synthèse sera produite (40 à 50 diapos) à l'issue des études de la phase 4.

Cette présentation devra synthétiser l'ensemble des scénarios étudiés, les présenter de façon comparative de façon à faciliter la prise de décision par le comité de suivi.

#### **5.3 Supports à remettre :**

Les documents définitifs seront fournis en 5 exemplaires papiers plus un exemplaire numérique (fichiers permettant l'impression directe/totale des rapports et en formats natifs modifiables), les photographies et vidéos éventuelles seront remises également sur support numérique aux formats usuels.

Les supports de communication seront remis en formats éditable, modifiable et prêt à l'impression.

#### **5.4 Réunions**

Il est à prévoir un minimum de 8 réunions de:

- ✓ démarrage,
- ✓ état d'avancement,
- ✓ présentation de rendu intermédiaire,
- ✓ présentation de la version finale,
- ✓ présentation rendu intermédiaire et final devant le comité de suivi.

Le prestataire est tenu d'assister aux réunions provoquées par le maître d'ouvrage.

Ces réunions auront une durée d'une journée et se tiendront indifféremment à Ajaccio, Bastia ou dans leurs périphéries proches.

Le prestataire sera tenu d'être présent sur le lieu de réunion aux horaires décidés par le maître d'ouvrage. Ces dates et horaires seront communiqués avec un minimum d'une semaine d'anticipation.

Des réunions intermédiaires en visioconférence pour un suivi plus fin de l'étude, pourront être programmées à la demande du maître d'ouvrage avec comme objets (non limitatif) :

- ✓ une mise au point des différentes démarches,
- ✓ une l'analyse de l'état d'avancement des études,
- ✓ une remise et présentation des documents et résultats concernant les études réalisées,
- ✓ l'examen des problèmes administratifs et techniques de toute nature,
- ✓ une mise au point des dossiers, documents...,
- ✓ une présentation par le prestataire des études réalisées, en cours, ou à venir auprès des différents partenaires du maître d'ouvrage (CCIC, comités,...).

Le compte rendu de chaque réunion, à la charge du prestataire, sera à transmettre au maître d'ouvrage dans le délai d'une semaine.

La convocation aux réunions se fera par courriel.

Le prestataire indiquera dans son mémoire technique la liste minimale des personnes qualifiées qui seront amenées à être présentes à chaque réunion (et qui représenteront le mandataire ainsi que ses éventuels cotraitants et sous-traitants).

Au-delà de ces 8 réunions, le prestataire aura à prendre en compte dans son offre tous les déplacements de toute nature nécessaire à l'accomplissement des prestations (rencontre d'acteurs, réunions avec les services extérieurs, ...)

Le prestataire intégrera le coût global de l'ensemble des réunions dans son offre financière mais précisera pour mémoire le coût d'une réunion d'une journée en Corse.

### **5.5 Calendriers des études**

Le délai de réalisation de l'étude est estimé à 5 mois. Ces délais ne comprennent pas les temps de validation des rapports.

Le prestataire devra remettre son rapport intermédiaire une semaine avant la fin de chaque phase, afin de permettre à la CdC de revenir vers lui avec ses corrections et remarques. Celles-ci devront être intégrées sous 15 jours.

Les comptes rendus de réunions seront remis à la CdC sous 7 jours.

## **6 Annexes**

**Annexe 1 :** Etudes de requalification du bassin Saint Nicolas (Artelia 2015)

**Annexe 2 :** Données météo océanographique au droit du port actuel

**Annexe 3 :** Etudes scénario A (Suez 2015)

**Annexe 4 :** Etudes routières du scénario B (Carbonite Artelia 2015)

**Annexe 5 :** Synthèse projet ZAC Carbonite 2012

**Annexe 6 :** Etudes préliminaires du pôle multimodal (Artelia 2016)

# Mai 2020

## DELEGATION AUX GRANDS PROJETS MARITIMES ET PORTUAIRES

*Etudes préliminaires de  
restructuration du site  
portuaire actuel de Bastia*

*« Montages juridiques et  
scénarios économiques et  
financiers »*

# PROGRAMME

## **SOMMAIRE**

|             |  |           |
|-------------|--|-----------|
| <b>I.</b>   | <b>CONTEXTE DE L'ETUDE .....</b>   | <b>3</b>  |
| A.          | LE PROJET DE DEVELOPPEMENT DU PORT DE BASTIA.....                            | 3         |
| 1.          | <i>Objectifs.....</i>  | 3         |
| 2.          | <i>Méthode .....</i>   | 3         |
| B.          | LES TRAFICS MARCHANDISES .....   | 6         |
| C.          | LES TRAFICS PASSAGERS.....   | 6         |
| <b>II.</b>  | <b>PROGRAMME DE L'ETUDE.....</b>   | <b>8</b>  |
| 1.          | <i>Mode de réalisation et de gestion de la nouvelle infrastructure .....</i> | <i>8</i>  |
| 2.          | <i>Scénarios de prospective financière .....</i>                             | <i>9</i>  |
| <b>III.</b> | <b>CONTENU DE L'ETUDE.....</b>   | <b>10</b> |
| A.          | <i>ACTEURS À RENCONTRER.....</i>   | <i>10</i> |
| B.          | <i>RÉSULTATS ATTENDUS ET LIVRABLES .....</i>                                 | <i>10</i> |
| C.          | <i>RÉUNIONS.....</i>   | <i>11</i> |
| D.          | <i>CALENDRIERS DES ÉTUDES.....</i>   | <i>12</i> |
| <b>IV.</b>  | <b>ANNEXES .....</b>   | <b>12</b> |
|             | <i>ANNEXE 1 : PORT DE BASTIA BILAN STATISTIQUE 2017 .....</i>                | <i>13</i> |
|             | <i>ANNEXE 2 : ETUDE ERNST 1 YOUNG MAI 2010.....</i>                          | <i>13</i> |



# **I. Contexte de l'étude**

## **A. Le projet de développement du port de Bastia**

### **1. Objectifs**

La Collectivité de Corse, responsable de la politique du développement portuaire, a conduit de nombreuses études sur l'extension du port de Bastia dans le cadre de la procédure des grands projets d'infrastructures.

La Chambre de Commerce et d'Industrie de Bastia et de Haute Corse, concessionnaire du port de Bastia, a engagé dès 2003 une étude de développement du port afin de pouvoir répondre aux évolutions du trafic portuaire attendu, en 2003, en forte croissance et aux modèles économique du transport de passagers et fret.

Ces différentes études ont mis en évidence que le port n'était plus adapté au trafic maritime en raison principalement de l'accroissement de la taille des navires engendrant des difficultés de fonctionnement croissants et des conditions d'exploitation peu sécuritaires.

Une extension portuaire à Bastia est une nécessité qui s'impose.

La ville de Bastia, soucieuse de son rayonnement économique et touristique souhaite conserver son statut de premier port d'entrée en Corse tout en développant ses capacités d'accueil des navires de croisières et des bateaux de plaisances, voire grande plaisance, tout en améliorant la mobilité et la qualité des espaces structurants.

La Collectivité de Corse a engagé dès 2005 des études relatives à la faisabilité d'une nouvelle entité portuaire pouvant être située au sud de sa commune sur le site de la Carbonite et a mené une procédure de débat public (2007/2008) sous l'égide de la Commission Nationale du Débat Public (CNDP).

Les études environnementales associées et réalisées en 2006/2008 ont permis d'évaluer les impacts de ce projet sur l'environnement et le cadre de vie. Ceux-ci visent essentiellement la destruction ou l'impact sur 90ha de posidonie et une anthropisation forte de la plage la plus proche de Bastia sur le site de l'Arinella.

A la demande du maire de Bastia, actuel président du Conseil Exécutif de la Collectivité de Corse (CdC), à l'occasion de la cession du 24 septembre 2014 de l'Assemblée de Corse, des études d'impact sur la stabilité du trait de côte sur les plages de l'Arinella et le grau de Biguglia ont été entreprises. Rendues début 2019, ces études montrent un impact faible sur la stabilité du trait de côte permettant ainsi de poursuivre les études sur une option de déplacement du port de Bastia au sud de la citadelle

A ce jour force est de constater que les projections de trafics ayant justifiées le projet étudié n'ont pas suivi la progression attendue, en particulier pour les passagers avec un report modal sur l'aérien.

De ce fait des solutions initialement écartée retrouvent une légitimité et en particulier celles mieux adaptées aux besoins identifiés et moins impactantes que ce soit sur le site de la Carbonite ou sur l'actuel port de Bastia.

### **2. Méthode**

L'Assemblée de Corse, au cours de la cession du 26 juillet 2019, a acté une méthode visant à documenter trois scénarios de développement du port de Bastia afin de permettre un choix libre et éclairé à l'occasion d'une prochaine session en mai 2020.

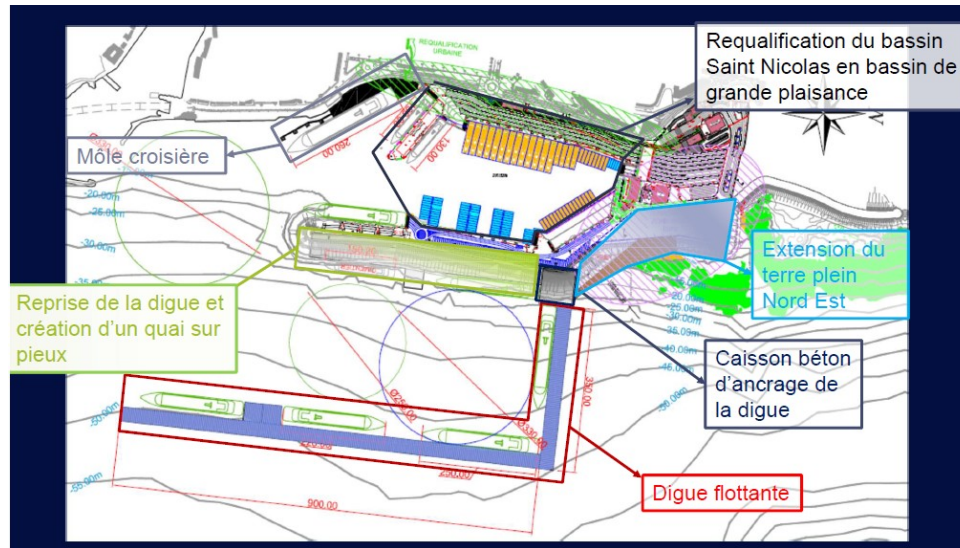
Ces scénarios sont :

## SCENARIO A

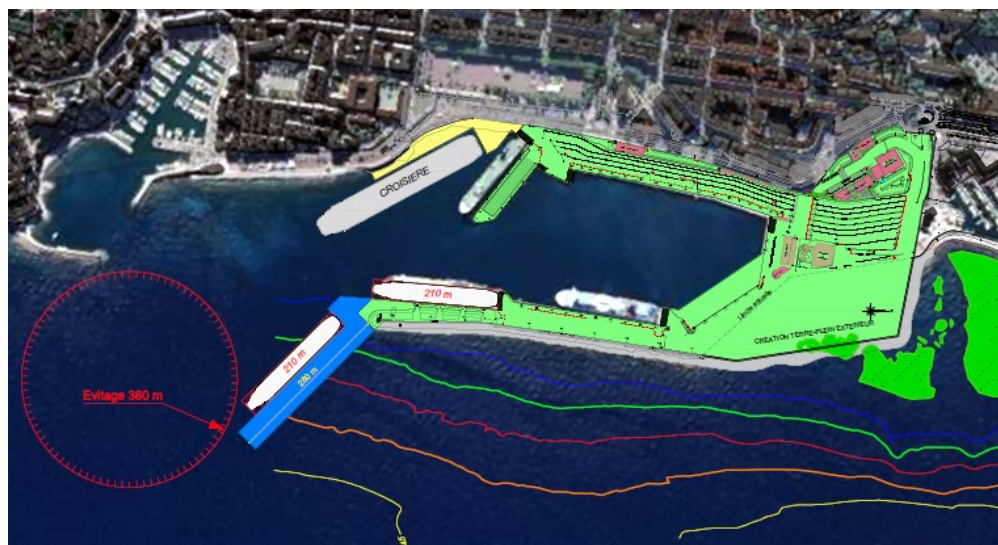
Il s'agit d'un scénario de maintien de l'activité portuaire commerciale sur le site de centre-ville au droit du bassin actuel.

Ce scénario se décline en deux options :

- ✓ A.1 Un projet de doublement du bassin actuel par la construction et mise en place d'une digue flottante à l'Est de la digue existante avec un bassin reconfiguré ainsi qu'une extension des terre-pleins en remblai au Nord Est.



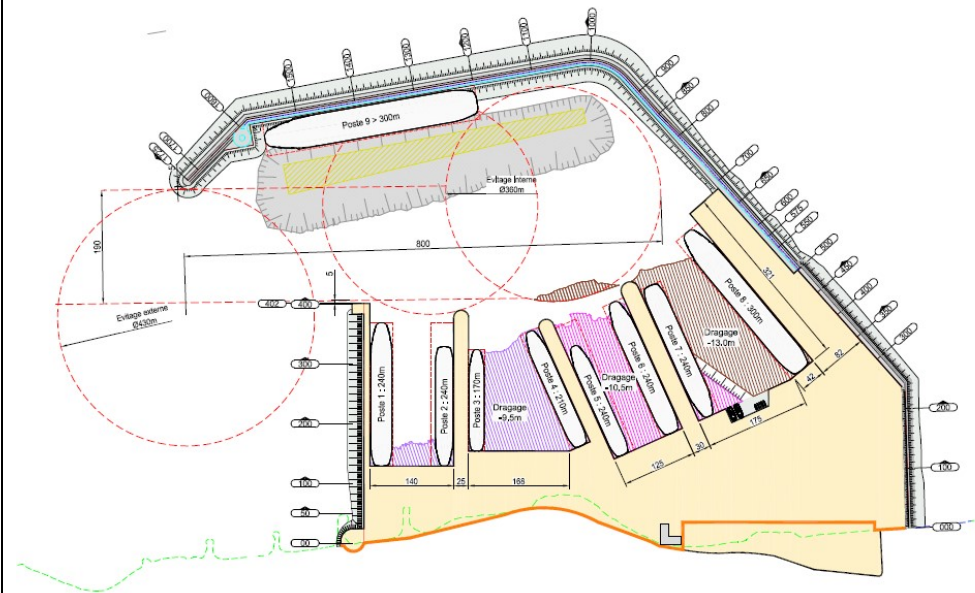
- ✓ **A.2 A.2** Un projet d'agrandissement du bassin actuel dit « des pêcheurs » en prolongeant l'actuelle digue Est par un ouvrage plus au large devant le quai des Martyres et l'entrée du vieux port



## SCENARIO B

Il s'agit du projet dit de la Carbonite abondamment étudié depuis 2003.

Il se situe au Sud de la citadelle avec un enracinement de la digue principale sur la plage de l'Arinella en offrant 11 postes à quai en configuration maximale.



## SCENARIO C

Ce scénario dit « Portu Novu » se situe lui aussi au Sud de la citadelle

Il intègre les données et enjeux actuels (progression des fréquentations faible à nulle sur les dernières années) et est voulu plus respectueux des proches zones balnéaires, de la sécurité maritime et de l'environnement marin. 9 postes à quai en configuration maximale.



## **B. Les trafics marchandises**

Les ports de Corse, et au premier rang de ceux-ci le port de Bastia, sont les portes d'entrée de la quasi-totalité des importations de biens de consommation de la Corse qui ne dispose que d'une faible autosuffisance.

Les importations et exportation se font exclusivement par remorque sur roue, avec ou sans tracteur, par des cargos mixtes ou ferries en Roll on/Roll off (RO/PAX).

La mesure de l'activité de fret est ici faite en « mètre linéaire » de remorques transitées.

Par le port de Bastia, le plus proche du continent, transite l'essentiel des trafics de marchandises qui totalisent, en 2017, 1 346 000 ml de fret pour environ 1 million de tonnes net (environ 2 million de tonnes brut).

Ce fret correspond à tous type de marchandises, que ce soit les biens de consommations, les produits frais alimentaires, les secs alimentaires, les équipements de la maison...

Seul trafic en vrac solide qui ne pratique pas ce mode de transport, les ciments, ils sont acheminés par des navires « cimentier » spécialisés pour 31 400 tonnes annuellement (2016 et 2017).

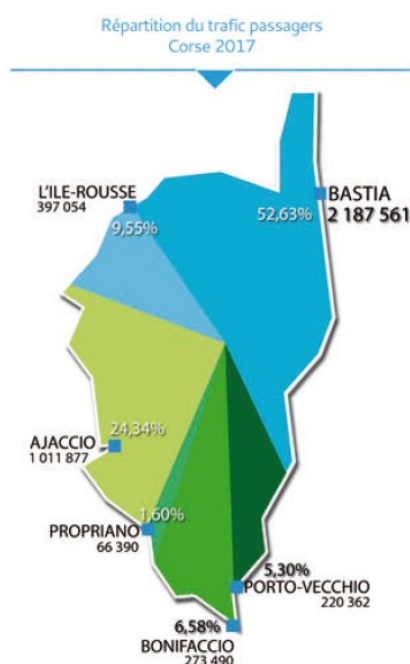
Les prix de revient du transport de fret par remorques roulantes embarquées sont modulés par des dispositifs d'aides sous la forme de subventions accordées aux transporteurs maritimes ayant été retenus dans le cadre de consultations publiques de « DSP de continuité territoriale », en remplissant un cahier des charges préétablis.

L'exploitation portuaire facture, sous la forme de diverses taxes, le fret qui transite par le port de Bastia dont l'assiette est :

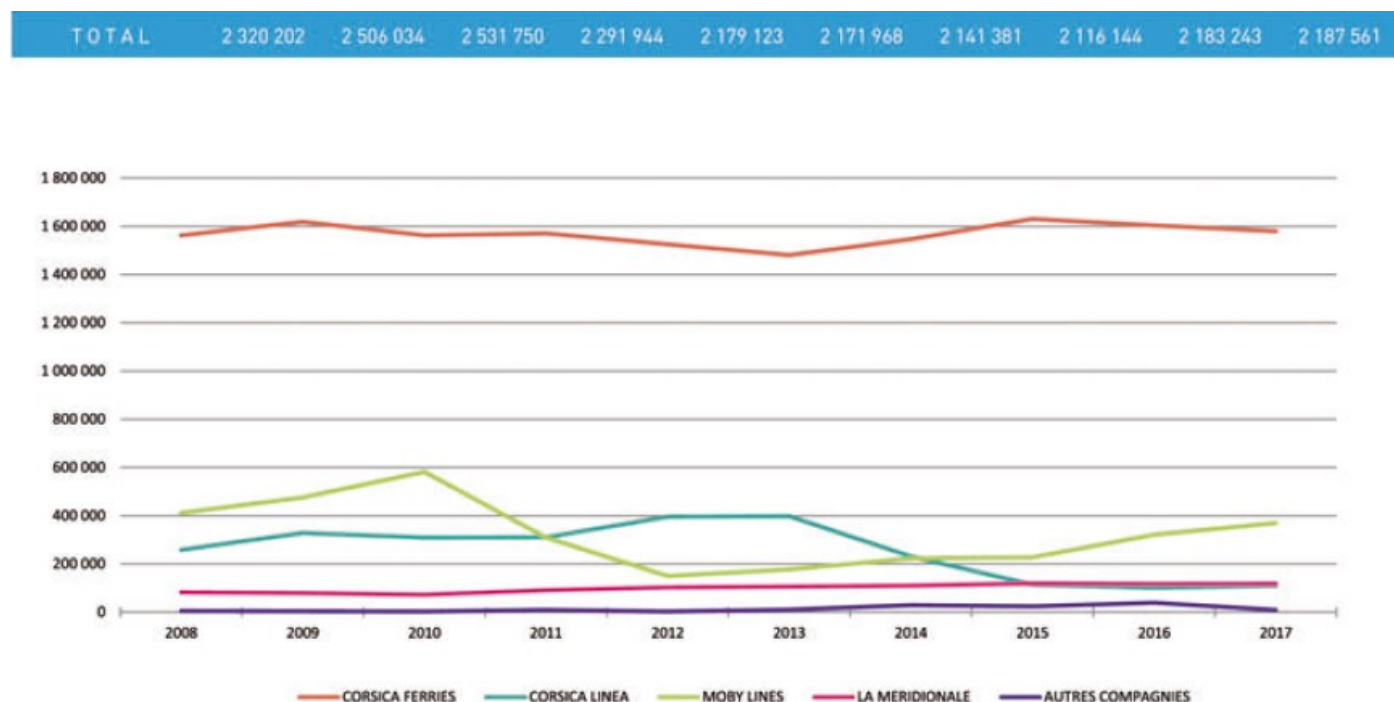
- chaque tonne de fret débarquée : taxe d'usage fret.

## **C. Les trafics passagers**

Là aussi le port de Bastia est la première porte d'entrée maritime pour les passagers et véhicules de tourisme avec plus de 50% de part de marché, les autres ports maritimes (Ajaccio, Île Rousse, Propriano, Porto-Vecchio et Bonifacio) totalisant le reste de ce trafic.



Le port de Bastia a réalisé 5 049 escales en 2017 pour un total de 2 187 000 passagers, chiffre stable avec celui de 2016. L'évolution sur les 10 dernières années est dépendante des conditions d'exercice des compagnies et globalement assez stable.



Les véhicules légers (hors fret) ont été de 790 000 unités transportées en 2017

L'exploitation portuaire facture, sous la forme de diverses taxes, le trafic passager et véhicules légers qui transitent par le port de Bastia dont l'assiette est :

- Chaque passager débarqué : redevance d'usage passager
- Chaque passager débarqué : droit de port passager
- Chaque véhicule débarqué : redevance d'usage véhicule
- Chaque véhicule débarqué : droit de port véhicule



La présente consultation vise à explorer, au stade de sa faisabilité, les modes de réalisation et de gestion de la nouvelle infrastructure d'une part et, d'autre part, d'évaluer la capacité d'autofinancement du port par son exploitation sur une durée longue (30 à 50 ans)

## **II. Programme de l'étude**

### **1. Mode de réalisation et de gestion de la nouvelle infrastructure**

La Collectivité de Corse souhaite étudier les possibilités de faire évoluer, dans la perspective d'une nouvelle infrastructure portuaire, les modalités de gestion de ce nouvel outil de développement économique.

Le mode de gestion actuel est une gestion par un délégataire titulaire d'une délégation de service publique.

Le délégataire actuel est la Chambre de Commerce et d'Industrie de Haute Corse (CCIHC).

La délégation se termine le 31 décembre 2020 et la gestion portuaire doit faire l'objet d'une nouvelle consultation dans un cadre à déterminer.

La Collectivité de Corse souhaite disposer de l'ensemble des solutions existantes sur le plan juridique pour pouvoir réaliser les nouveaux investissements et exploiter le port de commerce de Bastia dont elle est l'autorité portuaire.

Pour ce faire le prestataire listera toutes les solutions ayant une faisabilité juridique et en décrira les conditions de réalisation :

- Condition de mise en place (texte de référence, consultations...),
- Flexibilité de gestion,
- Capacité de suivi et d'inflexion en cours de contrat.

La Collectivité souhaite en effet disposer d'un outil de gestion pertinent dans une exploitation demandant une grande réactivité dans un marché fluctuant.

La Collectivité souhaite néanmoins pouvoir, y compris en cours de contrat, intervenir sur les grandes orientations de l'outil de développement économique qu'est le port de Bastia.

La Collectivité a fait réaliser une étude similaire en 2010 dans le cadre du projet initial dit de la Carbonite.

Cette étude, réalisée par Ernst & Young, constitue une base à réactualiser, en particulier avec les nouvelles possibilités.

Outre la réactualisation des scénarios présentés, le scénario de la concession de service public avec mise en place d'une SEMOP et les avantages et inconvénients de cette variante devra être particulièrement approfondi.

Une analyse de la pertinence du montage envisagé par l'Office des Transports de Corse (OTC), pour la mise en place d'une compagnie régionale, adaptée à la construction et l'exploitation d'une nouvelle infrastructure portuaire à Bastia devra être produite. Pour ce faire, une concertation avec l'OTC sera à programmer.

Les calendriers des différents montages proposés devront être détaillés, afin de permettre à la Collectivité de Corse d'identifier les principales étapes de chacun d'eux.

Enfin, il est attendu du prestataire des recommandations quant à la solution juridique à mettre en place, temporairement, entre la fin de concession actuelle et le lancement du montage destiné à la réalisation des nouveaux investissements.

## **2. Scénarios de prospective financière**

Parallèlement, la Collectivité souhaite savoir quelle est la capacité de la nouvelle infrastructure à amortir sur le long terme une fraction des investissements envisagés. Cette approche est essentielle pour permettre à la Collectivité de Corse d'anticiper les impacts financiers sur ses grands équilibres.

Le montant global de l'opération n'est à ce jour pas parfaitement défini du fait des études en cours (géotechnique, chiffrage en cours d'actualisation...) mais les hypothèses de base sont les suivantes :

La solution Carbonite de 2016 (Artelia) est chiffrée de la façon suivante :

|   |        |
|---|--------|
| • Infrastructure portuaire (9 postes) :   | 411 M€ |
| • Réseaux (EP, élec a quai..) :           | 20 M€  |
| • Requalification bassin St Nicolas :     | 15 M€  |
| • Gare multimodale :                      | 6 M€   |
| • Parkings :                              | 20 M€  |
| • Raccordement routier :                  | 22 M€  |
| • Conteneurisation :                      | 10 M€  |
| • Requalification relation ville / port : | 25 M€  |
| • Etudes et MOE                           | 23 M€  |

**Total : 550 M€**

Là aussi une étude Ernst & Young de mai 2010 s'est essayée à l'exercice avec une prospective financière dans le cas d'un contrat de concession sur 40 ans.

Le prestataire établira plusieurs scénarios prenant en compte :

- La durée des amortissements,
- Le montage juridique,
- La variation de la tarification,
- Les coûts d'exploitation,
- Des hypothèses de financement (emprunts, subventions, capitaux propres et les coûts correspondants),
- Les données de trafic.

En outre la possibilité d'une amodiation d'un ou deux quai devront être investigué tant sur le plan juridique que financier.

Pour ce point le prix d'une amodiation devra être établi selon différents critère (prix de revient, résultat d'exploitation attendu...) en fonction de la durée de cette amodiation.

Le prestataire décrira trois scénarios économiques dont il justifiera les hypothèses et pour lesquelles une analyse financière complète sera produite. Il est précisé qu'il n'est pas attendu d'étude de marché devant aboutir à des scénarios de trafics et de prix. Le prestataire devra néanmoins disposer d'une bonne connaissance de l'économie du secteur portuaire, afin de pouvoir argumenter le choix des hypothèses.

### 3. Tableau de prospective financière

Un tableau de simulation des comptes d'exploitation sera réalisé sur tableur. L'outil délivré devra permettre de faire varier, à la demande, les paramètres d'entrée (durée, tarification, trafic, et hypothèses de financement...) pour simuler autant de situations que le croisement des données d'entrée le permet.

Le livrable attendu est un fichier sous Excel avec modélisation de l'intégralité des flux sur la durée souhaitée de simulation. L'outil permettra d'évaluer les grands ratios du financement de ce type de projet : gearing, couverture du service de la dette, rentabilité des fonds propres, montant de subventions d'investissement nécessaires pour assurer l'équilibre économique et financier, etc.

Une version mise à jour pour chaque scénario économiques produit en phase 2 sera produit.

## III. Contenu de l'étude

### A. Acteurs à rencontrer

Durant son étude, le prestataire devra rencontrer les acteurs compétents en matière de gestion de la filière logistique :

- la Collectivité de Corse, qui sera associée tout au long de l'étude en tant qu'autorité portuaire,
- la CCI HC, pour ce qui concerne le trafic maritime et en tant que délégataire de la CdC pour la gestion du port de Bastia,
- L'Office des transports de Corse (OTC),
- ...

Cette liste est non exhaustive. Le Maître d'Ouvrage s'assurera de faciliter la rencontre avec tout autres organismes ou personnes que le prestataire jugera utile de rencontrer pour mener à bien sa mission.

Le prestataire devra indiquer dans son mémoire technique la liste exhaustive éventuelle des autres organismes ou personnes qu'il envisage de rencontrer.

### B. Résultats attendus et livrables

La Collectivité de Corse attend une vision exhaustive des solutions de mode de gestion possible pour le nouvel ouvrage portuaire.

Chaque solution comportera, outre les références juridiques et les modalités de mise en œuvre, un regard critique sur la capacité de la solution étudiée à remplir les besoins exprimés par la Collectivité.

La Collectivité de Corse devra disposer de propositions au minimum pour :

- En contrat de concession simple tel qu'il existe à ce jour,
- En création de société portuaire,
- En création de SEMOP,
- ....

Pour la partie prospectives financières, la Collectivité attend de pouvoir disposer d'une feuille de calcul facile d'emploi avec :

- Une partie d'établissement des hypothèses disposant de case à remplir pour chaque scénario testé,

Cette feuille devra se présenter de façon lisible et didactique,

- Une partie consacrée aux emplois/ressources illustrant les hypothèses de tirage et de remboursement prises sur les sources de financement,
- Une partie en feuille de calcul reprenant l'ensemble des flux de trésorerie annuels (une colonne par année) ainsi que les éléments comptables associés : Compte de résultat et Bilan,
- Une feuille de restitution des principaux paramètres du scénario avec (rappel de la durée, TRI, ...).

Il est attendu de la part du prestataire d'intégrer, tout au long de l'étude, les indications et remarques de la CCI HC ainsi que de tous les membres du Comité de Pilotage des études du développement du port de Bastia.

***Pour l'étape « modalité de gestion » seront remis :***

- un rendu intermédiaire avec les sous chapitres suivants :
- un rendu final, intégrant les remarques de la CdC.
- des comptes rendus de chaque réunion.

***Pour l'étape « prospective financière » seront remis :***

- un rendu intermédiaire avec les sous chapitres suivants :
- un rendu final, intégrant les remarques de la CdC.
- des comptes rendus de chaque réunion.

Une présentation de synthèse sous PwP (25 à 30 diapos) sera produite en fin de prestation.

Cette présentation aura pour but d'être exposée aux acteurs de la communauté portuaire et aux élus de la CdC.

Les documents définitifs seront fournis en 5 exemplaires papiers plus un exemplaire numérique (fichiers permettant l'impression directe/totale des rapports et en formats natifs modifiables), les photographies et vidéos éventuelles seront remises également sur support numérique aux formats usuels.

Les supports de communication seront remis en formats éditable, modifiable et prêt à l'impression.

### ***C. Réunions***

Il est à prévoir un minimum de 4 réunions de:

- démarrage,
- présentation du rendu intermédiaire,
- présentation de la version finale,
- Présentation rendu final devant le comité de suivi.

Le prestataire est tenu d'assister aux réunions provoquées par le maître d'ouvrage.

Ces réunions auront une durée d'une journée et se tiendront indifféremment à Ajaccio, Bastia ou dans leurs périphéries proches.

Le prestataire sera tenu d'être présent sur le lieu de réunion aux horaires décidés par le maître d'ouvrage. Ces dates et horaires seront communiqués avec un minimum d'une semaine d'anticipation.



Des réunions intermédiaires en visioconférence pour un suivi plus fin de l'étude, pourront être programmées à la demande du maître d'ouvrage avec comme objets (non limitatif) :

- une mise au point des différentes démarches,
- une l'analyse de l'état d'avancement des études,
- une remise et présentation des documents et résultats concernant les études réalisées,
- l'examen des problèmes administratifs et techniques de toute nature,
- une mise au point des dossiers, documents...,
- une présentation par le prestataire des études réalisées, en cours, ou à venir auprès des différents partenaires du maître d'ouvrage (CCI HC, comités,...).

Le compte rendu de chaque réunion, à la charge du prestataire, sera à transmettre au maître d'ouvrage dans le délai d'une semaine.

La convocation aux réunions se fera par courriel.

Le prestataire indiquera dans son mémoire technique la liste minimale des personnes qualifiées qui seront amenées à être présentes à chaque réunion (et qui représenteront le mandataire ainsi que ses éventuels cotraitants et sous-traitants).

Au-delà de ces 4 réunions, le prestataire aura à prendre en compte dans son offre tous les déplacements de toute nature nécessaire à l'accomplissement des prestations (rencontre d'acteurs, réunions avec les services extérieurs, ...)

Le prestataire intégrera le coût global de l'ensemble des réunions dans son offre financière mais précisera pour mémoire le coût d'une réunion d'une journée en Corse.

#### ***D. Calendriers des études***

Le délai de réalisation de l'étude est estimé à 4 mois. Ces délais ne comprennent pas les temps de validation des rapports.

Le prestataire devra remettre son rapport intermédiaire une semaine avant la fin de chaque phase, afin de permettre à la CdC de revenir vers lui avec ses corrections et remarques. Celles-ci devront être intégrées sous 15 jours.

Les comptes rendus de réunions seront remis à la CdC sous 7 jours.

## **IV. Annexes**

**Annexe 1:** *Port de Bastia Bilan statistique 2017*

**Annexe 2:** *Etude Ernst & Young mai 2010*





# Mai 2020

## DELEGATION AUX GRANDS PROJETS MARITIMES ET PORTUAIRES

*Etudes pour le  
renouvellement des  
infrastructures portuaires de  
Bastia*

**« Assistance à Maîtrise  
d'Ouvrage Environnement »**

# PROGRAMME



# Sommaire

- 1    CONTEXTE DE LA CONSULTATION ..... 2**
  - 1.1    PRESENTATION DU PROJET ..... 3
  - 1.2    PERIMETRE DU PROJET ..... 6
  - 1.3    DONNEES ET ETUDES DISPONIBLES..... 7
- 2    OBJET ET DELAIS D’EXECUTION DU MARCHE..... 8**
- 3    DESCRIPTION TECHNIQUE..... 9**
  - 3.1    MISSION D’ASSISTANCE GENERALE DU MAITRE D’OUVRAGE ..... 9
  - 3.2    DES MISSIONS SPECIFIQUES DE DEFINITION DU PROJET ..... 13
  - 3.3    DES MISSIONS SPECIFIQUES EN PHASE DE CONSULTATION DES MARCHES DE TRAVAUX ..... 15
- I.    CONTENU DE L’ETUDE..... 17**

# Tables des illustrations

|  |   |
|--|---|
| Figure 1: caractéristiques de l'option A1 extension du port sur le "site actuel" (Source : SUEZ 2016). .....                       | 3 |
| Figure 2: caractéristiques de l'option A2 extension du port sur le "site actuel" (Source :CdC 2019).....                           | 3 |
| Figure 3: plan de masse optimisée de l'option extension du port sur le "site de la Carbonite" (Source : Artélia, 2015-2017). ..... | 4 |
| Figure 4: Plan de masse de l'option extension du port sur le "site de Portu Novu" (Source :CdC 2019). .....                        | 4 |
| Figure 5 : délimitation indicative de la zone d'étude. ....  | 6 |

# Table des annexes

|  |  |
|--|--|
| Annexe 1 : Arrêté d'autorisation de destructions d'habitats et d'espèces protégées en milieu marin en date du 3 mai 2013   |  |
| Annexe 2 : Désignation des membres de ces instances de suivi est du projet de développement des nouvelles infrastructures portuaires de Bastia                                 |  |
| Annexe 3 : Modélisation physique et numérique des impacts du projet sur les courants du littoral (EGIS, 2018   |  |
| Annexe 4 : Etudes environnementales (Créocéan - 2006)  |  |
| Annexe 5 : Etat initial des fonds marins (Chery et al. - 2011)   |  |
| Annexe 6 : Etude des peuplements benthiques (Chery et al. - 2011)  |  |
| Annexe 7 : Etude des espèces de l'étage médiolittoral sur la jetée du port de commerce de Bastia - Recensement des effectifs de <i>Patella ferruginea</i> (Sintinelles - 2007) |  |
| Annexe 8 : Etude de faisabilité extension du port de commerce actuel (SUEZ Consulting - 2016)  |  |
| Annexe 9 : Réalisation d'une étude et d'un dossier de dérogation d'atteinte aux espèces protégées (SEANEO - 2012   |  |
| Annexe 10 : Evaluation des incidences du projet de port de la Carbonite sur les sites Natura 2000 proches (Biotope - 2013)   |  |

## **1** Contexte de la consultation

La Collectivité de Corse, responsable de la politique du développement portuaire, a conduit de nombreuses études sur l'extension du port de Bastia dans le cadre de la procédure des grands projets d'infrastructures.

La Chambre de Commerce et d'Industrie de Bastia et de Haute Corse, concessionnaire du port de Bastia, a engagé dès 2003 une étude de développement du port afin de pouvoir répondre aux évolutions du trafic portuaire attendu, en 2003, en forte croissance et aux modèles économique du transport de passagers et fret.

Ces différentes études ont mis en évidence que le port n'était plus adapté au trafic maritime en raison principalement de l'accroissement de la taille des navires engendrant des difficultés de fonctionnement croissants et des conditions d'exploitation peu sécuritaires.

Une extension portuaire à Bastia est une nécessité qui s'impose.

La ville de Bastia, soucieuse de son rayonnement économique et touristique souhaite conserver son statut de premier port d'entrée en Corse tout en développant ses capacités d'accueil des navires de croisières et des bateaux de plaisances, voire grande plaisance, tout en améliorant la mobilité et la qualité des espaces structurants.

La Collectivité de Corse a engagé dès 2005 des études relatives à la faisabilité d'une nouvelle entité portuaire pouvant être située au sud de sa commune sur le site de la Carbonite et a mené une procédure de débat public (2007/2008) sous l'égide de la Commission Nationale du Débat Public (CNDP).

Les études environnementales associées et réalisées en 2006/2008 ont permis d'évaluer les impacts de ce projet sur l'environnement et le cadre de vie. Ceux-ci visent essentiellement la destruction ou l'impact sur 90ha de posidonie et une anthropisation forte de la plage la plus proche de Bastia sur le site de l'Arinella.

La destruction d'espèces protégée a fait l'objet d'une autorisation de la part du CNPN en décembre 2012 comprenant des mesures d'accompagnement et de compensation. Un arrêté préfectoral a également été établi en mai 2013 dont le délai de validité cours jusqu'à la fin des travaux.

A la demande du maire de Bastia, actuel président du Conseil Exécutif de la Collectivité de Corse (CdC), à l'occasion de la cession du 24 septembre 2014 de l'Assemblée de Corse, des études d'impact sur la stabilité du trait de côte sur les plages de l'Arinella et le grau de Biguglia ont été entreprises. Rendues début 2019, ces études montrent un impact faible sur la stabilité du trait de côte permettant ainsi de poursuivre les études sur une option de déplacement du port de Bastia au sud de la citadelle

A ce jour force est de constater que les projections de trafics ayant justifiées le projet étudié n'ont pas suivi la progression attendue, en particulier pour les passagers avec un report modal sur l'aérien.

De ce fait des solutions initialement écartée retrouvent une légitimité et en particulier celles mieux adaptées aux besoins identifiés et moins impactantes que ce soit sur le site de la Carbonite ou sur l'actuel port de Bastia.

## 1.1 Présentation du projet

Dans le cadre du projet d'extension du port de commerce de Bastia, plusieurs sites et diverses configurations ont été étudiés. Pour des raisons techniques, environnementales ou économiques, seules trois options ont été retenues, avec des niveaux de maturité différents :

### - **Extension du port sur le « site actuel » (option A1)**

Cette option consiste en une extension du port de Bastia au droit du bassin actuel a base de technique de digues flottante et requalification du bassin actuel en port de plaisance.

Réemploi de la majorité des terre-pleins existant pour la partie commerciale du port.

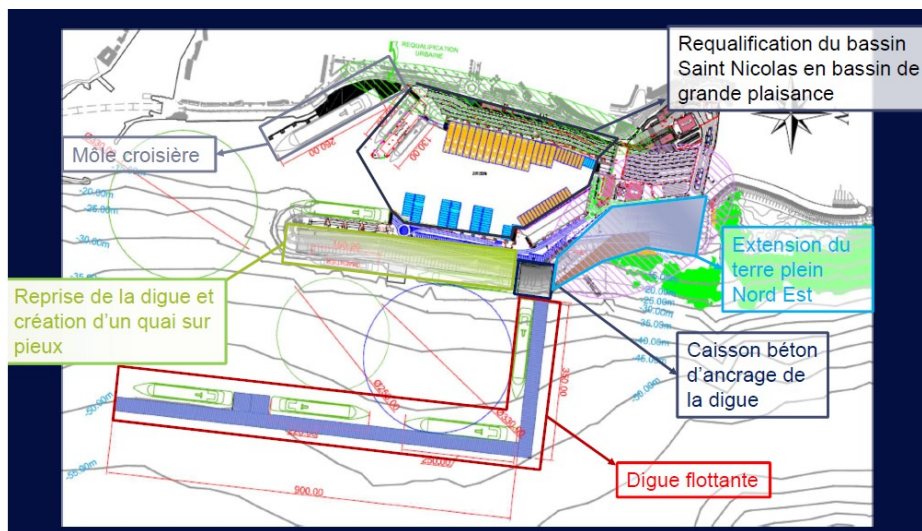


Figure 1: caractéristiques de l'option A1 extension du port sur le "site actuel"

### - **Conservation du port sur le « site actuel » (option A2 dite « des pêcheurs »)**

Cette option consiste en un maintien de l'activité portuaire commerciale dans le bassin actuel, sans augmentation de la taille des navires et construction d'une extension dans le sud-est d'une digue d'envions 250ml.

L'intégralité des terre-pleins portuaires sont conservés pour l'exploitation commerciale.

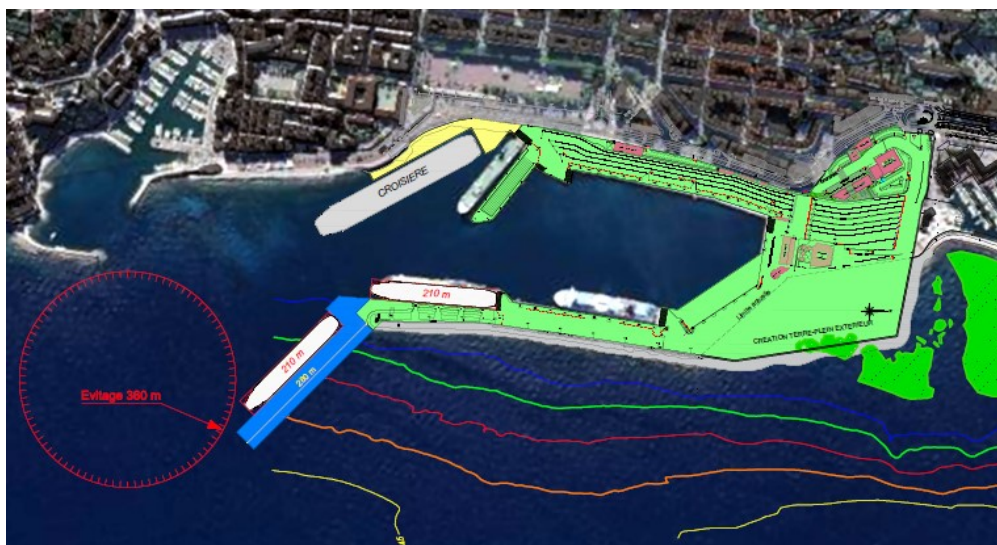
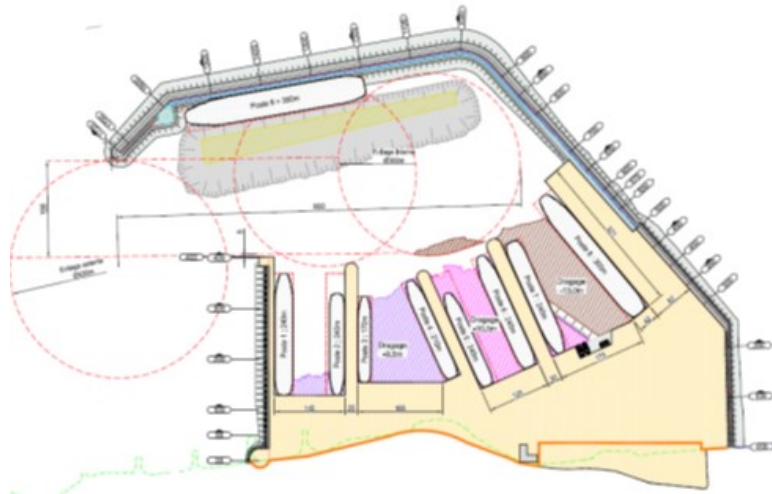


Figure 2: caractéristiques de l'option A2 « des pêcheurs »



Situé au nord de la plage de l'Arinella, sur l'emprise du littoral déjà artificialisé, cette option consiste à créer les aménagements suivants :



- **Extension du port sur le « site de Portu Novu » (option C)**

Le projet dit « Portu Novu », est situé à environ 300 m au Nord de l'option appelée « site de la Carbonite ». Il a été conçu comme une solution intermédiaire entre l'option A (extension du site actuel) et l'option B (Port de la Carbonite) et intégrant les données et enjeux qui ont évolué ou se sont précisés depuis 2007 et voulu plus respectueux des proches zones balnéaires et de baignade (plage de l'Arinella, mais également plage de Ficaghjola) de la sécurité maritime et de l'environnement marin (recours aux nouvelles techniques de construction moins impactantes notamment pour les herbiers de posidonies, surfaces impactées diminuées quantitativement), option ci-après désignée par ordre de présentation option C).



4 / 18

Notons que ces deux dernières options diffèrent entre elles mais présentent un certain nombre de problématiques communes dans la mesure où elles impliquent l'une et l'autre **la création d'un nouveau Port au Sud de la Citadelle de Bastia et la requalification actuelle du Port de commerce.**

## 1.2 Périmètre du projet

Afin de distinguer les différentes alternatives d'implantation, la zone d'étude est scindée en deux grands secteurs :

- Le secteur 1 : au cœur de la ville le projet de requalification du Bassin St Nicolas
- Le secteur 2 : le secteur contenant la variante de la Carbonite et Portu Novu



Figure 2 : délimitation indicative de la zone d'étude.

### 1.3 Données et études disponibles

#### 1.3.1 Liste des études réalisées à ce jour dans le cadre du projet de création du port

| Thématiques étudiées                       |  | Données à utiliser   |
|--|--|--|
| Comparaison de variantes                   |  | Etude la requalification du port de ST Nicolas (Artélia - 2015)  |
|  |  | Etude préliminaires du bassin de la Carbonite (Artélia - 2016)   |
|  |  | Etudes préliminaires du pôle d'échange multimodal (Artélia - 2016)   |
|  |  | Etude la requalification du port de ST Nicolas (Artélia - 2015)  |
| Milieu physique                            | Structure physique et géologique               | Etude géotechnique terrestre (Artélia - 2016)  |
|  |  | Etude de faisabilité de l'approvisionnement en matériaux (JONCTION - 2006)   |
|  | Bathymétrie et géomorphologie du milieu côtier | Etudes hydrauliques, Maritimes et hydrosédimentaires phases 1 et 2 + annexes (SOGREAH - 2006)  |
|  | Nature des fonds et sédiments marins           | Etude géotechnique maritime – <i>en cours</i>  |
|  |  | Etude sédimentaire (Chery et al. - 2011)   |
|  |  | Etude qualité des sédiments – <i>en cours</i>  |
| Masses d'eau en présence                   | Masses d'eaux côtières et marines              | Modélisation physique et numérique des impacts du projet sur les courants du littoral (EGIS, 2018) <b>Annexe 3</b>   |
| Milieu naturel côtier et marin             | Habitats                                       | Etudes environnementales (Créocéan - 2006) <b>Annexe 4</b>   |
|  |  | Etat initial des fonds marins (Chery et al. - 2011) <b>Annexe 5</b>  |
|  |  | Etude des peuplements benthiques (Chery et al. - 2011) <b>Annexe 6</b>   |
|  |  | Etude des espèces de l'étage médiolittoral sur la jetée du port de commerce de Bastia - Recensement des effectifs de Patella ferruginea (Sintinelles - 2007) <b>Annexe 7</b> |
|  |  | Etude des espèces de l'étage médiolittoral sur la jetée du port de commerce de Bastia (Sintinelles, 2007)  |
|  | Synthèse des enjeux                            | Etude de faisabilité extension du port de commerce actuel (SUEZ Consulting - 2016) <b>Annexe 8</b>   |
|  |  | Réalisation d'une étude et d'un dossier de dérogation d'atteinte aux espèces protégées (SEANEO - 2012) <b>Annexe 9</b>   |
|  |  | Evaluation des incidences du projet de port de la Carbonite sur les sites Natura 2000 proches (Biotopie - 2013) <b>Annexe 10</b>   |
|  |  | Plan projet + impact herbiers de Posidonie (surface)   |
|  |  | Inventaires Posidonie et Grandes nacres (Frances et al 2011)   |
| Milieu humain et contexte socio-économique | Evaluation socio-économique                    | Etude des retombées socio-économique (2006)  |
|  | Infrastructures et réseaux                     | Etude de trafic et de développement portuaire - phase 1 (SOGREAH, CATRAM, JONCTION - 2002)   |
|  |  | Etude de trafic et de développement portuaire - phase 2 (SOGREAH, CATRAM, JONCTION - 2002)   |
|  |  | Etude de trafic et de développement portuaire - phase 3 (SOGREAH, CATRAM, JONCTION - 2007)   |
|  |  | Etude de trafic et de développement portuaire - rapport de synthèse (SOGREAH, CATRAM, JONCTION - 2004)   |
|  |  | Etude de la faisabilité de la desserte terrestre d'un nouveau site portuaire (ISIS - 2006)   |
|  |  | Etude préliminaires du pôle d'échange multimodal (Artélia - 2016)  |

#### 1.3.2 Dossiers réglementaires et autorisations réglementaires

Le **projet de la Carbonite** a fait l'objet d'une procédure de demande de dérogation espèces protégées (2012) et d'une évaluation des incidences du projet sur les sites Natura 2000 (mars 2013).



Cette procédure a abouti à l'obtention d'un arrêté d'autorisation de destructions d'habitats et d'espèces protégées en milieu marin en date du 3 mai 2013. Cet Arrêté est joint en **annexe 1** de la présente consultation.

Le comité de suivi et le comité scientifique et environnemental a été arrêté suite à la délibération en date du 25 juillet 2019. La désignation des membres de ces instances de suivi est du projet de développement des nouvelles infrastructures portuaires de Bastia est jointe en **annexe 2** de la présente consultation.

## 2 Objet et délais d'exécution du marché

Le maître d'ouvrage s'est fixé des objectifs ambitieux pour la maîtrise environnementale de son projet. Le présent marché a pour objet de réaliser la mission d'assistance à la maîtrise d'ouvrage pour la maîtrise environnementale du projet.

La mission comprend :

- **Une phase 1 d'assistance générale** du maître d'ouvrage sur l'ensemble des sujets environnementaux et réglementaire dans le but d'assurer la coordination des interfaces tout au long du projet,

Cette mission d'assistance générale peut être divisée en quatre missions :

| Missions   | Planning associé prévisionnel                |
|--|--|
| <b>Mission 1 : amont (avant le démarrage des principales missions)</b> | Juin 2020 à février 2021<br>(9 mois)         |
| <b>Mission 2 : étude</b>   | Février 2021 à Septembre 2021<br>(8 mois)    |
| <b>Mission 3 : d'instruction des dossiers</b>                          | Septembre 2021 à Septembre 2022<br>(12 mois) |
| <b>Mission 4 : conception DCE</b>                                      | Septembre 2022 à Juillet 2023<br>(10 mois)   |

- **Une phase 2 de missions spécifiques** de définition du projet et préparation du chantier.

Ces missions spécifiques sont réparties en deux missions principales :

| Missions   | Objet   | Date butoir envisagée  |
|--|---|------------------------|
| <b>Mission 1 :<br/>Définition du projet</b>                  | Aide à l'analyse multicritères des différents scénarios d'aménagement | Novembre 2020          |
|  | Réalisation du cadrage réglementaire                                  | Novembre 2020          |
| <b>Missions 2 :<br/>Consultation pour marchés de travaux</b> | Consultation des suivis environnementaux en phase chantier            | Premier trimestre 2023 |
|  | Consultation pour la mission management environnemental de chantier   | Second trimestre 2023  |
|  | Rédaction du volet environnement du DCE Travaux                       | Second trimestre 2023  |
|  | Analyse du volet environnement des offres travaux                     | Fin 2023-début 2024    |

Le marché global est prévu sur une durée estimative de **trente-neuf (39) mois** à compter de sa date de notification soit jusqu'à l'attribution des marchés de travaux.

### 3 Description technique

#### 3.1 Phase d'assistance générale du maître d'ouvrage

##### 3.1.1 Assistance générale tout au long du projet

Cette Phase comprend notamment :

- Le pilotage des différents prestataires au fur et à mesure de leurs attributions;
- La gestion des interfaces (Maître d'œuvre, prestataires, services de l'Etat, comité scientifique et environnemental, comité de suivi...) ;
- Le suivi du planning et la gestion des risques...
- Le contrôle de la bonne exécution des missions de réalisation des dossiers réglementaires et la gestion des interfaces avec études techniques environnementales (organisation de réunions d'avancement) et de la mission de débat public ;
- La préparation et l'animation des réunions et comités scientifiques ;

Le titulaire est tenu d'assister aux réunions de suivi demandées par le maître d'ouvrage sans limites numéraires. Toutes les réunions jugées nécessaires à la bonne exécution du marché seront réalisées.

- Les supports et documents présentés lors des différentes réunions seront ensuite laissés à la disposition du maître d'ouvrage.
- Le titulaire rédigera le compte-rendu des réunions auxquelles il participera, qu'il adressera (par E-mail et par courrier) dans un délai de **7 jours calendaires** maximum suivant la date de la réunion, au maître d'œuvre et au maître d'ouvrage pour avis : après validation, ce dernier l'adressera à l'ensemble des participants ainsi qu'à d'autres intervenants à définir lors de la phase de mise au point de la mission.

L'ensemble des documents relatifs à la présente mission (données, cartographie, note intermédiaire, compte-rendu de réunions) devra être accessible aux représentants de la maîtrise d'ouvrage.

Le titulaire mettra donc à disposition, un espace collaboratif virtuel, accessible pour une quarantaine d'intervenants (membres du comité de suivi) via une plate-forme web. Il en assurera l'administration et la gestion et utilisera cet espace comme système d'échange principal dans le cadre du projet.

Le titulaire assurera également la coordination avec l'office de l'environnement dans sa mission d'étude et de création de réserves naturelles de Corse en compensation à la destruction d'espèces protégées liée à la construction du nouveau port. Rappelons que la création de ces réserves avant le démarrage des travaux est obligatoire.

### 3.1.2 Assistance à la passation des marchés structurants en phase amont

En phase amont, le titulaire sera chargé d'assister le Maître d'ouvrage lors de la passation des trois (3) types de marchés différents.

Pour chacun des marchés cités dans les paragraphes suivants, cette mission se décompose ainsi :

- Etablissement du Dossier de Consultation des Entreprises (DCE) ;
- Assistance pendant la période de consultation ;
- Analyse des candidatures et des offres ;
- Modifications du DCE en cas de consultation infructueuse et mise au point du marché.

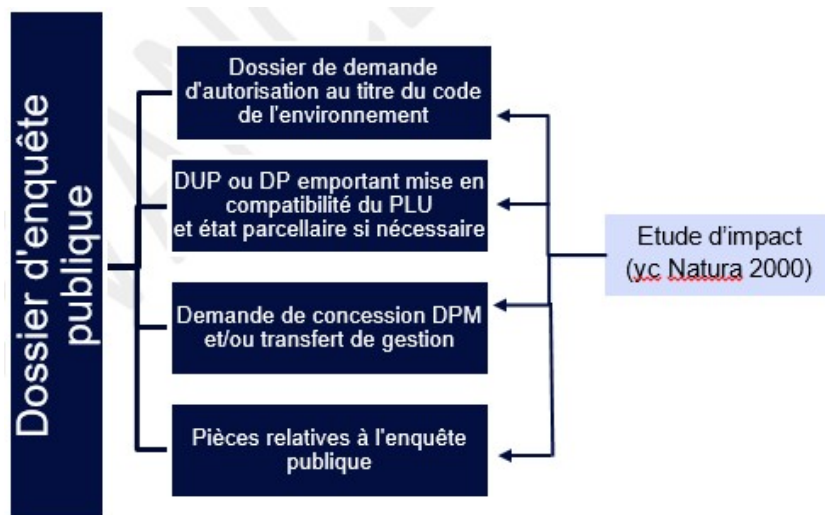
Le titulaire établit une note de synthèse dans laquelle il précise son appréciation sur les candidatures et les offres en rapport avec les critères du règlement de consultation.

Il est rappelé que le titulaire ne sera pas autorisé à prendre contact directement avec les entreprises candidates. La transgression de cette réserve est passible des sanctions prévues à l'article 432-14 du Code Pénal.

Le titulaire proposera au Maître d'ouvrage les mises au point nécessaires permettant la passation du marché dans le respect de l'enveloppe financière et de l'objet de la mission concernée.

#### 3.1.2.1 Le marché de réalisation des dossiers réglementaires et procédures d'autorisations

Ce marché comprendra notamment, sans être exhaustif à ce stade, la réalisation des dossiers suivants y compris le suivi d'instruction :



D'autres procédures en parallèle seront certainement à conduire et notamment les autorisations d'urbanisme (Permis d'aménager, Permis de construire). Le cas échéant, ces autorisations porteront les dossiers nécessaires au titre code du patrimoine pour l'autorisation des travaux en abords des monuments historiques.

Cette mission comprendra également l'assistance technique du maître d'ouvrage sur le plan technique et administratif durant l'instruction des dossiers et notamment aux phases clefs :

- Recevabilité et complétude : concertation avec les différents services de l'Etat pour compléter et ajuster le dossier avant le lancement de l'instruction inter-services ;
- Avis de l'autorité environnementale (AE) : accompagnement pour la rédaction des réponses aux recommandations ou demandes de l'AE ;
- Rapport du commissaire enquêteur : accompagnement pour la rédaction du mémoire en réponse ;
- Participation au CODERST ;
- Relecture du projet des projets d'Arrêtés.

### **3.1.2.2 Le marché de préparation, réalisation et pilotage du débat Public**

La mission du prestataire comprend la préparation des consultations pour la préparation, la réalisation et le pilotage du débat public.

La consultation comprendra notamment:

- La rédaction du dossier de saisine y compris l'ensemble des reprises demandées par la CNDP
- La rédaction du dossier de synthèse
- L'organisation et la préparation des supports et pilotage pour :
  - ✓ La participation en ligne,
  - ✓ Débats mobiles,
  - ✓ Réunions publiques,
  - ✓ Atelier thématiques et focus groups.
- Le suivi et rédaction des comptes-rendus :
  - ✓ La prestation du titulaire comprendra également la transmission d'une synthèse des échanges ainsi que le verbatim retranscrivant l'intégralité des débats.
  - ✓ Rédaction du bilan du débat public.

### **3.1.2.3 Les marchés de réalisation des études techniques environnementales**

Ce marché comprend la préparation des consultations et le pilotage pour l'ensemble des études techniques environnementales jugées nécessaires pour les autorisations du projet de développement des nouvelles infrastructures portuaires de Bastia.

La nature et le nombre des marchés à envisager seront à définir avec précision lors du cadrage réglementaire et en concertation avec les Services de l'état et le comité scientifique et environnemental.

Plus particulièrement, dans le cadre de l'élaboration de l'étude d'impact, les études environnementales préalables à la mise en œuvre du projet viseront à définir un **état initial de l'environnement** et à **évaluer certains impacts** du projet sur l'environnement. Elles auront également pour objet **d'accompagner l'optimisation environnementale** du projet et de **concevoir des mesures environnementales** adaptées (en particulier pour les mesures d'évitement et de réduction). Selon les compartiments ciblés, il s'agit d'expertises, d'investigations in situ (enquêtes, mesures, prélèvements...), d'analyses en laboratoire ou d'études spécifiques (étude de propagation du bruit sous-marin...).



### 3.1.3 Coordination générale à chaque phase du projet

Cette mission consiste à la fois à :

- Garantir une interface fonctionnelle entre les préconisations environnementales et réglementaires et les documents de conception du projet en phases EP, AVP et PRO ;
- Veiller à la bonne réalisation des dossiers réglementaires dans le but d'optimiser au maximum la période d'instruction en déposant des dossiers complets.

Les différentes prestations envisagées ainsi que les livrables associés sont présentés dans le tableau ci-après. Ces prestations sont réparties en fonction des phases de maîtrise d'œuvre correspondantes.

| Phase de MOe | Prestations envisagées  | Livrables attendus   |
|--------------|---|--|
| EP           | Aide au pilotage des dossiers de faisabilité technique des trois variantes à étudier  | Validation de la complétude des dossiers et analyse réglementaire comparée |
| AVP          | - Pilotage des <b>études réglementaires et environnementales</b><br>- Réalisation d'un <b>fichier de suivi</b> synthétisant l'ensemble des données structurantes (hypothèses de l'analyse réglementaire) qui servira de support à la gestion de l'interface environnement/réglementaire et technique<br>- construction du <b>tableau de bord</b> synthétisant des mesures environnementales | Note de synthèse, tableau de bord  |
|              | Avis environnemental et réglementaire sur l'AVP définitif   | Note d'avis sur l'AVP  |
| PRO          | -Avis environnemental et réglementaire sur le PRO ;<br>- <b>Audit final</b> des dossiers réglementaires produits avant dépôt (étude d'impact, dossier d'autorisation environnementale,)<br>- Pilotage du <b>suivi d'instruction</b> de la complétude jusqu'à l'obtention des arrêtés définitifs   | Note d'avis sur le PRO   |

#### 3.1.3.1 Pilotage des dossiers réglementaires et études environnementales

En première approche, l'ensemble des dossiers réglementaires seront initiés durant la phase AVP. Lors de la réalisation de ces dossiers, le titulaire sera en charge du bon déroulement de la mission. La complétude de ces dossiers est étroitement liée aux études techniques environnementales qui devront, pour la majorité, y être intégrées. Ainsi, le titulaire aura également à sa charge la gestion du planning global des procédures ainsi que des différentes interfaces entre les prestataires chargés de mener les études environnementales et celui qui rédigera l'ensemble des dossiers réglementaires.

Le titulaire précisera lors du démarrage de sa mission des points d'arrêt lui permettant de contrôler la bonne exécution de l'ensemble des dossiers. Il organisera, lorsque cela est jugé nécessaire, des réunions de travail afin de maîtriser l'avancement des dossiers et leur bon déroulement.

Une fois les dossiers finalisés, le prestataire réalise une relecture détaillée lui permettant de réputer les dossiers complets ou à défaut d'établir une liste de modifications et/ou des éléments manquants à apporter. Le prestataire réalisera autant de relectures que nécessaire avant le dépôt des différents dossiers.

Aussi, le prestataire s'assurera du bon déroulement du suivi d'instruction des dossiers réglementaires jusqu'à l'obtention des arrêtés définitifs (respects des délais pour les demandes de compléments, gestion des interfaces et sécurisation du contenu des arrêtés définitifs).

### **3.1.3.2 Gestion des interfaces avec la conception et la préparation du management environnemental de chantier**

Le titulaire sera chargé d'assurer la prise en compte des éléments du projet dans les dossiers réglementaires mais aussi de vérifier que les évolutions du projet ne remettent pas en cause l'analyse réglementaire initiale et les mesures ERCA inscrites dans les dossiers qui seront repris dans les Arrêtés.

Pour cela, il met en œuvre des outils opérationnels afin :

- D'acter et suivre les données projet structurantes qui ont permis de réaliser le cadrage réglementaire et la réalisation des dossiers. L'outil mis en place doit servir de support à la maîtrise d'œuvre afin d'anticiper au plus tôt les éventuelles modifications de projet pouvant avoir des conséquences réglementaires dans le but de les minimiser et si nécessaire de les intégrer au plus tôt aux procédures en cours. Le titulaire tiendra à jour ce fichier durant toutes les phases de maîtrise d'œuvre et sera chargé de le faire appliquer.
- D'acter et suivre les mesures environnementales inscrites dans les dossiers réglementaires. La traçabilité de la mise en œuvre des mesures environnementales sera formulée sur la base du tableau de synthèse des mesures amendé d'une colonne permettant de préciser l'application de chaque mesure et son suivi, tel un tableau de bord. Dès l'obtention des avis réglementaires et des arrêtés définitifs, ce tableau sera mis à jour par le titulaire afin d'intégrer les prescriptions réglementaires applicables.

## **3.2 Une phase 2 /mission 1 : de missions spécifiques de définition du projet**

### **3.2.1 Aide à l'analyse multicritères des différents scénarios d'aménagement**

A l'heure actuelle, certaines études techniques complémentaires sont en cours afin d'étudier les variantes du projet qui seront comparées lors du débat public.

Le titulaire évalue la complétude de ces études afin que le prestataire qui sera chargé de mener le débat public ait tous les éléments de projet nécessaires au démarrage de sa mission pour rédiger le dossier de saisine de la CNDP.

Le titulaire aura à sa charge la validation du périmètre du débat au préalable avec la CNDP afin de s'assurer de la complétude de ces éléments.

### **3.2.2 Cadrage réglementaire préalable**

#### **3.2.2.1 Synthèse des données disponibles**

L'intégralité des études existantes feront l'objet d'une analyse critique qui en synthétisera les résultats et les propositions nécessaires à l'analyse réglementaire.

Les principales données mises à disposition du titulaire sont indiquées au paragraphe 1.3 du présent cahier des charges.

#### **3.2.2.2 Définition des études complémentaires**

Sur la base des études disponibles, le titulaire définit et justifie les études complémentaires nécessaires à la réalisation des missions de maîtrise d'œuvre et à

l'obtention des autorisations administratives (étude d'impact, dossier Loi sur l'Eau, etc.). Le candidat établira dès le stade de l'offre une liste des études spécifiques qu'il juge nécessaires à ce stade.

Le titulaire assurera la préparation des consultations et le pilotage de celle-ci.

### 3.2.2.3 Réalisation du cadrage réglementaire

Comme indiqué en paragraphe 3.1.2.1, le projet nécessitera l'obtention d'autorisations administratives au titre de différentes réglementations : Code de l'environnement, Code de l'expropriation pour cause d'utilité publique, Code forestier, Code de l'urbanisme, Code du patrimoine, etc.

Afin de contribuer à sécuriser le projet de la Collectivité de Corse sur les volets environnementaux et réglementaires, le titulaire réalisera les missions suivantes :

- ✓ Une première analyse de la sensibilité environnementale du site sur la base de données bibliographiques fournies par la CdC et des données disponibles sur internet (site Carmen en particulier et consultation du PLU) afin d'identifier les premiers enjeux environnementaux pour leur prise en compte dans la conception du projet :
  - Enjeux écologiques,
  - Eau et milieux aquatiques,
  - Qualité de l'air et environnement sonore,
  - Enjeux liés à la circulation.
- ✓ Une analyse de la réglementation applicable au titre du Code de l'environnement : ICPE, loi sur l'eau, ... afin de définir **les dossiers réglementaires nécessaires au projet de développement d'une nouvelle infrastructure portuaire et d'alimenter le planning de l'opération**. Cette analyse devra également prendre en compte les autres procédures réglementaires qui pourront s'avérer nécessaires vis-à-vis du Code de l'expropriation pour cause d'utilité publique, du Code de l'urbanisme, du code du Patrimoine, Code de la Propriété de la Personne Publique ...
- ✓ L'assistance à la **phase amont de cadrage préalable du projet** de sorte à préparer et « sécuriser » l'étude d'impact et le dossier d'autorisation environnementale, y compris lors d'une réunion de présentation du projet et de son contexte réglementaire avec les Services instructeurs.

*Conformément à la possibilité offerte par l'article R122-4 du Code de l'environnement, cette phase amont vise à faire préciser par l'Autorité Environnementale le champ et le degré de précision attendu pour les différentes thématiques de l'étude d'impact. Nous prévoyons que le cadrage préalable porte sur deux aspects principaux :*

- Le contenu de l'étude d'impact : structuration, aires d'étude, approches par thématiques, ... ;
- Les études spécifiques attendues (bruit, air/santé, circulation, milieu marin ...).

Le titulaire procédera donc à l'analyse réglementaire du projet et identifiera les dossiers à réaliser.

A l'issu de cette mission, le titulaire établit une note de cadrage réglementaire détaillé permettant au maître d'ouvrage d'avoir une vision exhaustive des dossiers réglementaires à produire, une analyse des risques associés ainsi qu'un planning prévisionnel.

### **3.3 Une phase 2/ mission 2: missions spécifiques en phase de consultation des marchés de travaux**

#### **3.3.1 Consultation des suivis environnementaux en phase chantier**

Le titulaire sera chargé d'assister le maître d'ouvrage lors de la passation de l'ensemble des marchés de suivis environnementaux qui seront nécessaires en phase chantier.

La nature et le nombre des marchés à envisager seront à définir avec précision lors du cadrage réglementaire et en concertation avec les Services de l'état et le comité scientifique et environnemental indépendant.

Cette mission se décompose de la manière suivante :

- Etablissement du Dossier de Consultation des Entreprises (D.C.E.) ;
- Assistance pendant la période de consultation ;
- Analyse des candidatures et des offres ;
- Modifications du DCE en cas de consultation infructueuse et mise au point du marché.

Le titulaire établit une note de synthèse dans laquelle il précise son appréciation sur les candidatures et les offres en rapport avec les critères du règlement de consultation.

Il est rappelé que le titulaire ne sera pas autorisé à prendre contact directement avec les entreprises candidates. La transgression de cette réserve est passible des sanctions prévues à l'article 432-14 du Code Pénal.

Le titulaire proposera au Maître d'ouvrage les mises au point nécessaires permettant la passation du marché dans le respect de l'enveloppe financière et de l'objet de la mission concernée.

#### **3.3.2 Consultation pour la mission management environnemental de chantier**

Sur la base du tableau de bord réalisé dans le cadre de sa mission, le titulaire sera chargé d'assister le maître d'ouvrage lors de la rédaction du marché de management environnemental de chantier.

Cette mission consiste en l'établissement du Dossier de Consultation des Entreprises (D.C.E.). Le titulaire ne participera pas aux procédures d'attribution du marché (analyses des offres) et pourra participer à la consultation pour la mission de management environnemental de chantier.

La future mission envisagée comprendra un panel de missions de management ayant les vocations fondamentales de s'assurer du respect des prescriptions des arrêtés d'autorisation lors de la réalisation des travaux, garantir la protection de l'environnement et sécuriser le projet.



### 3.3.3 Appui à la rédaction du volet environnement du DCE Travaux et analyse du volet environnement des offres travaux

Le titulaire sera chargé de l'analyse du volet environnemental du DCE du marché de travaux rédigé par le maître d'œuvre (incluant le DQE). Il identifiera l'ensemble des points à compléter ou à ajuster et les éventuelles lacunes.

Le titulaire formule des commentaires et suggestions notamment sur les points particuliers suivants : objectifs de performance environnementale, mesures environnementales, prescriptions réglementaires, régime de responsabilité et pénalités en cas de non-respect des mesures réglementaires ou de dommage environnemental, stand-by environnemental, liste et cadre des documents à fournir (PAE, SOGED...)

Le livrable de cette mission est la note d'avis sur le volet environnemental du DCE.

### 3.3.4 Analyse du volet environnement des offres travaux

Le Titulaire du présent contrat assiste le Maître d'ouvrage dans la passation des marchés travaux pour leur aspect environnemental et notamment pour :

| Phase de MOe                 | Prestations envisagées   | Livrables attendus                       |
|------------------------------|--|--|
| Consultation des entreprises | Analyse du volet environnemental des offres des candidats (yc PRE et SOGED)                        | Une note d'analyse par offre             |
|                              | Rédaction de demandes de compléments sur le volet environnemental                                  | Note                                     |
|                              | Participation aux auditions en tant que spécialiste en environnement                               | Commentaires sur le CR du Maître d'œuvre |
|                              | Vérification de la conformité environnementale et réglementaire lors de la mise au point du marché | Note                                     |

## **I. Contenu de l'étude**

### **A. Acteurs à rencontrer**

Durant son étude, le prestataire devra rencontrer les acteurs compétents en matière de gestion des procédures réglementaires et en particulier :

- La Collectivité de Corse, qui sera associée tout au long de l'étude en tant qu'autorité portuaire,
- Le comité scientifique et environnemental
- Les services de l'état, DDTM et DREAL
- L'office de l'environnement de Corse
- Les gestionnaires de réserves, parcs marins et conservatoire du littoral
- ...

Cette liste est non exhaustive. Le Maître d'Ouvrage s'assurera de faciliter la rencontre avec tout autres organismes ou personnes que le prestataire jugera utile de rencontrer pour mener à bien sa mission.

Le prestataire devra indiquer dans son mémoire technique la liste exhaustive éventuelle des autres organismes ou personnes qu'il envisage de rencontrer.

### **B. Résultats attendus et livrables**

La Collectivité de Corse attend un accompagnement tout au long de la durée nécessaire à l'obtention de l'ensemble des autorisations réglementaires

Il est attendu de la part du prestataire d'intégrer, tout au long de l'étude, les indications et remarques de la CdC ainsi que du comité scientifique et environnemental.

Il est attendu les livrables suivants

#### ***Pour chaque prestation seront remis a minima***

- ✓ Un rapport et ou note de contexte ainsi que les documents indiqués dans la description technique de chaque
- ✓ L'ensemble des pièces de consultation (DCE)
- ✓ Un rapport d'analyse des candidatures et des offres

#### ***Pour la communication interne et externe seront remis pour chaque prestation:***

- un document de synthèse « expert » de toute l'étude d'une dizaine de pages.
- un document de synthèse « grand public » de l'étude de type plaquette de communication de quelques pages.

Une présentation de synthèse sous PwP (quelques diapos) sera produite en fin de chaque prestation.

Une version complète agrégeant chaque présentation de prestation sera consolidée au fur et à mesure de l'avancement du projet précisant ce qui a été réalisé et ce qui reste à faire.

Cette présentation aura pour but d'être exposée aux acteurs de la communauté portuaire et aux élus de la CdC.

Les documents définitifs seront fournis en 5 exemplaires papiers plus un exemplaire numérique (fichiers permettant l'impression directe/totale des rapports et en formats natifs modifiables), les photographies et vidéos éventuelles seront remises également sur support numérique aux formats usuels.

Les supports de communication seront remis en formats éditable, modifiable et prêt à l'impression.

### ***C. Réunions***

Dans la phase de mission d'assistance générale, le nombre de réunion sera fixé par le maître d'ouvrage en fonction des besoins et n'est donc pas limitée.

Le prestataire est tenu d'assister aux réunions provoquées par le maître d'ouvrage.

Ces réunions auront une durée d'une journée et se tiendront indifféremment à Ajaccio, Bastia ou dans leurs périphéries proches.

Le prestataire sera tenu d'être présent sur le lieu de réunion aux horaires décidés par le maître d'ouvrage. Ces dates et horaires seront communiqués avec un minimum d'une semaine d'anticipation.

A l'initiative du maître d'ouvrage, les réunions pourront être soit en présentiel soit en visioconférence avec comme objets (non limitatif):

- une mise au point des différentes démarches,
- une l'analyse de l'état d'avancement des études,
- une remise et présentation des documents et résultats concernant les études réalisées,
- examen des problèmes administratifs et techniques de toute nature,
- une mise au point des dossiers, documents...,
- une présentation par le prestataire des études réalisées, en cours, ou à venir auprès des différents partenaires du maitre d'ouvrage (OEC, comités,...).

Le compte rendu de chaque réunion, à la charge du prestataire, sera à transmettre au maitre d'ouvrage dans le délai d'une semaine.

La convocation aux réunions se fera par courriel.

Le prestataire indiquera dans son mémoire technique la liste minimale des personnes qualifiées qui seront amenées à être présentes à chaque réunion (et qui représenteront le mandataire ainsi que ses éventuels cotraitants et sous-traitants). Les CV des directeurs et chef de projet seront contractuel, ils ne pourront être modifiés qu'avec un remplacement d'un CV équivalent et sur acceptation formelle du maître d'ouvrage

Le prestataire intégrera le coût global de l'ensemble des réunions dans son offre financière.

***D. Calendriers des études***

Le délai de réalisation de l'étude est estimé à 39 mois. Ces délais ne comprennent pas les temps de validation des rapports.

Le prestataire devra remettre son rapport intermédiaire une semaine avant la fin de chaque phase, afin de permettre à la CdC de revenir vers lui avec ses corrections et remarques. Celles-ci devront être intégrées sous 15 jours.

Les comptes-rendus de réunions seront remis à la CdC sous 7 jours.



ANNEXE 1

ARRETE D'AUTORISATION DE  
DESTRUCTIONS D'HABITATS ET  
D'ESPECES PROTEGEES EN MILIEU  
MARIN EN DATE DU 3 MAI 2013

## ANNEXE 2

# DESIGNATION DES MEMBRES DE CES INSTANCES DE SUIVI EST DU PROJET DE DEVELOPPEMENT DES NOUVELLES INFRASTRUCTURES PORTUAIRES DE BASTIA

---

# PROJET DE PORTU NOVU

## ETUDES COMPLÉMENTAIRES

### *Annexe D – Agitation extrêmes dans le port*



---

**EPURES D'AGITATION DIVINE  
CONDITIONS EXTRÊMES - V01**



Figure D-2

Houle de 030°N, Hm0 = 1.90 m, Tp = 07.0 s - Période de retour 1%

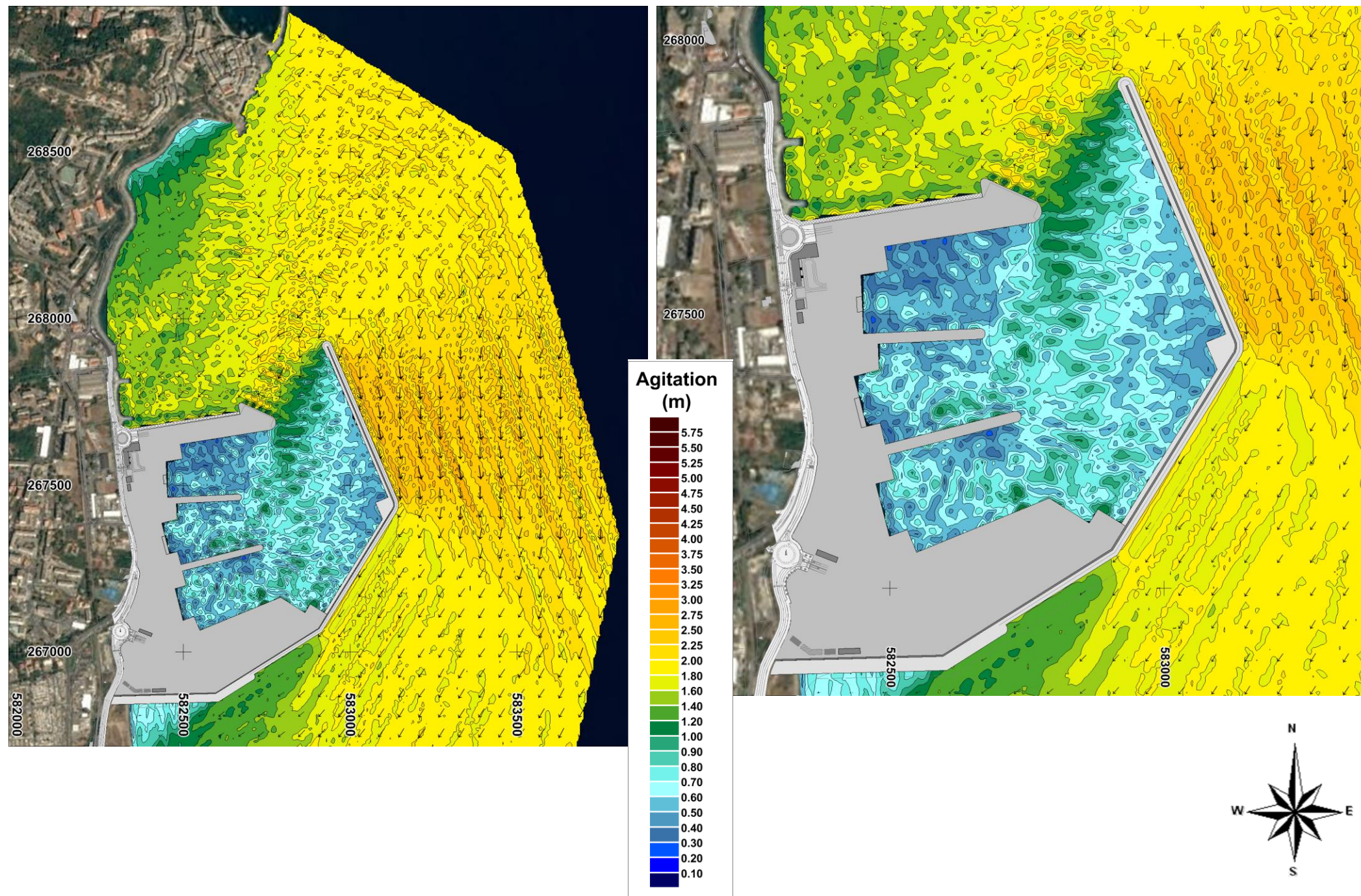




Figure D-3

Houle de 030°N, Hm0 = 3.00 m, Tp = 08.0 s - Période de retour 1 an

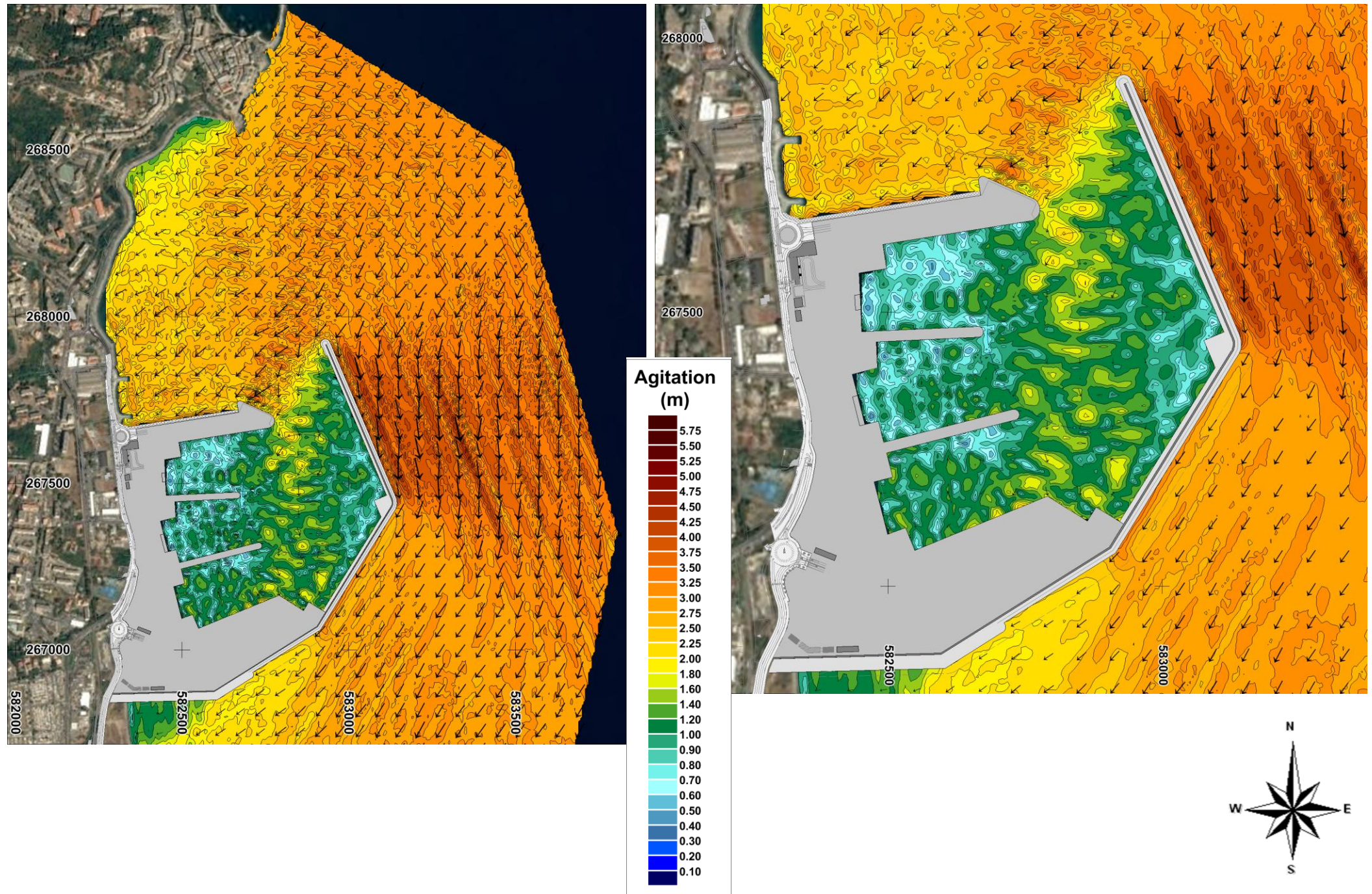




Figure D-4

Houle de 045°N, Hm0 = 4.20 m, Tp = 09.0 s - Période de retour 10 ans

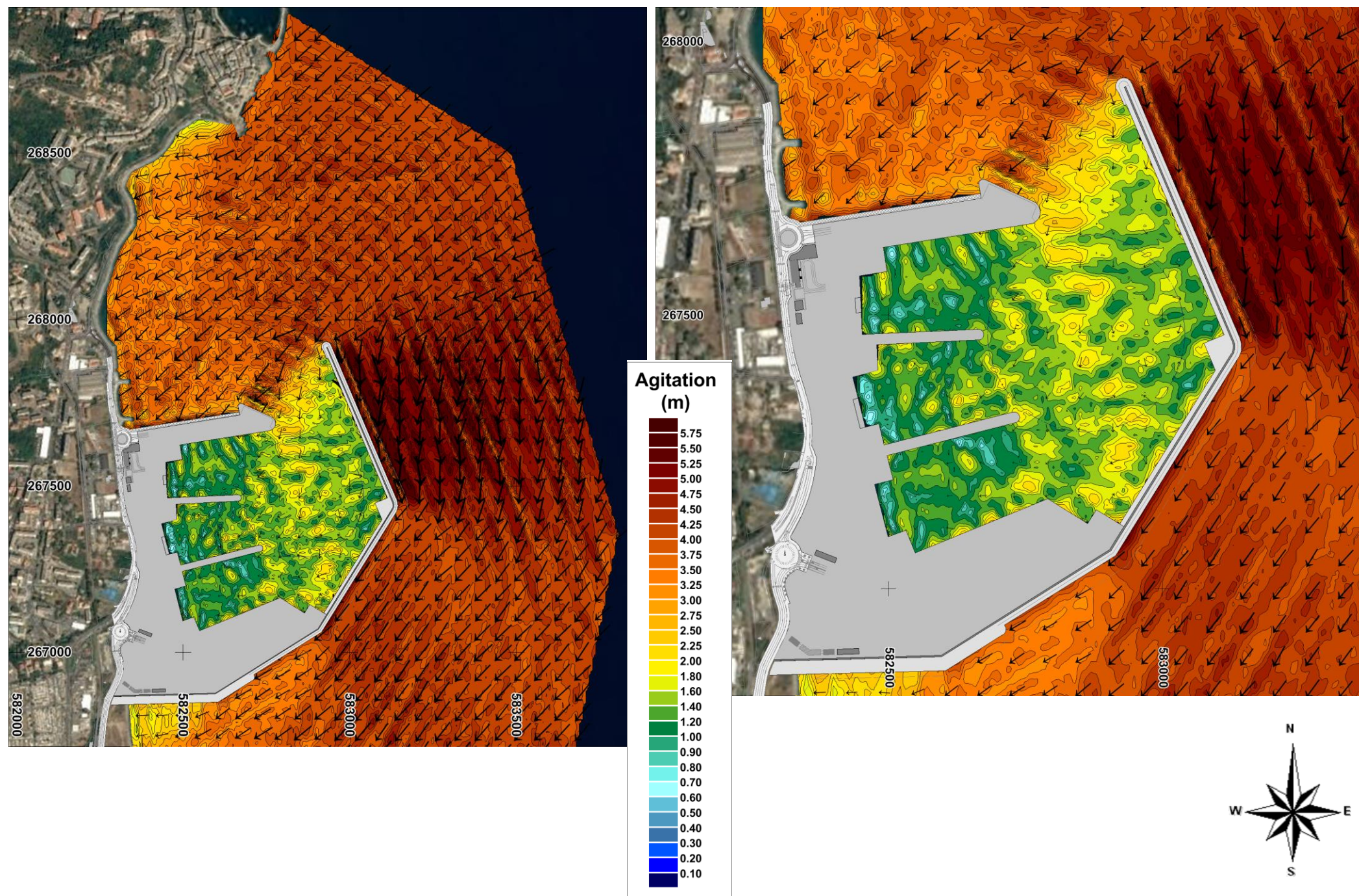




Figure D-5

Houle de 050°N, Hm0 = 5.00 m, Tp = 09.5 s - Période de retour 50 ans

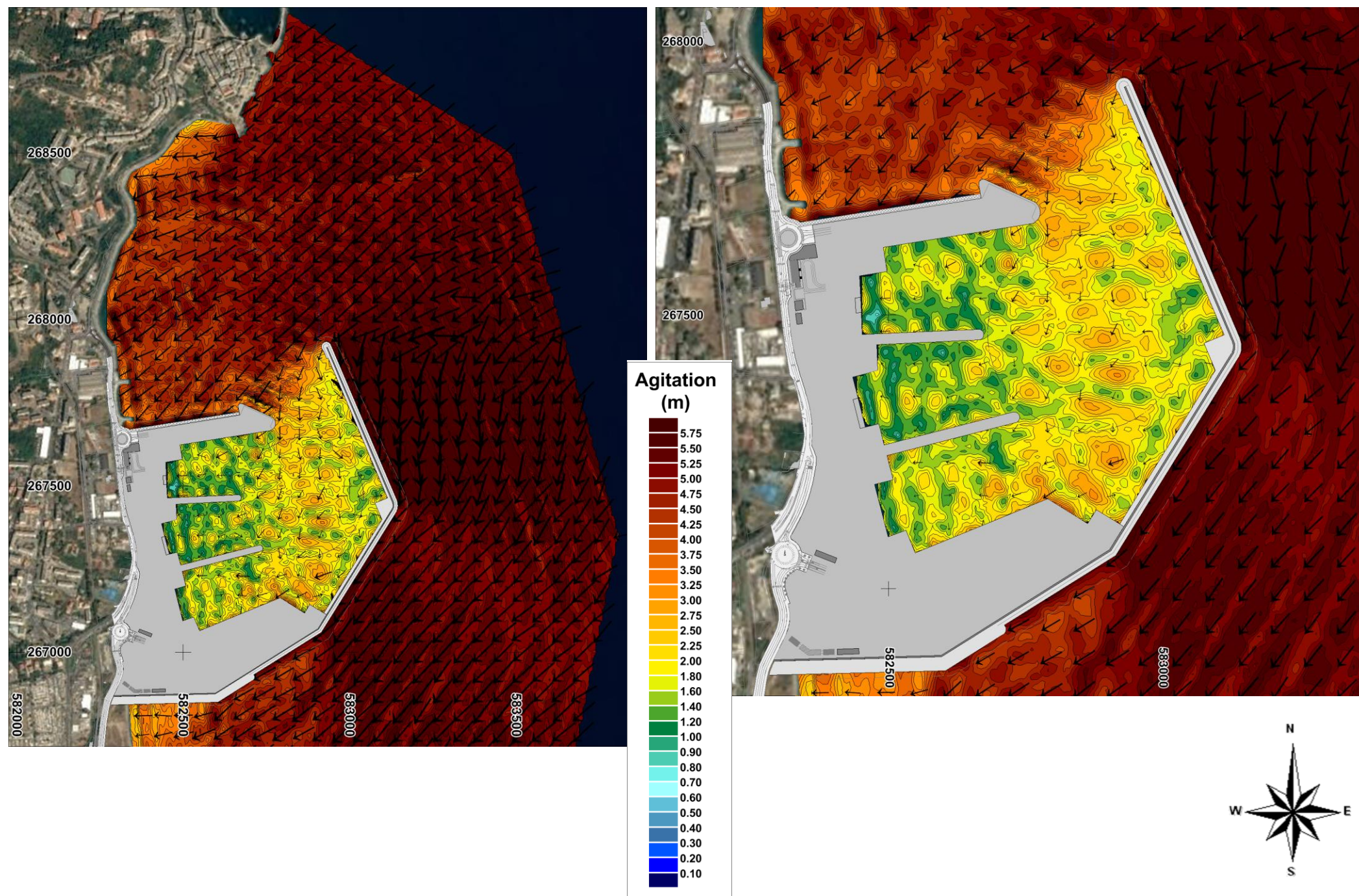




Figure D-6

Houle de 050°N, Hm0 = 5.30 m, Tp = 10.0 s - Période de retour 100 ans

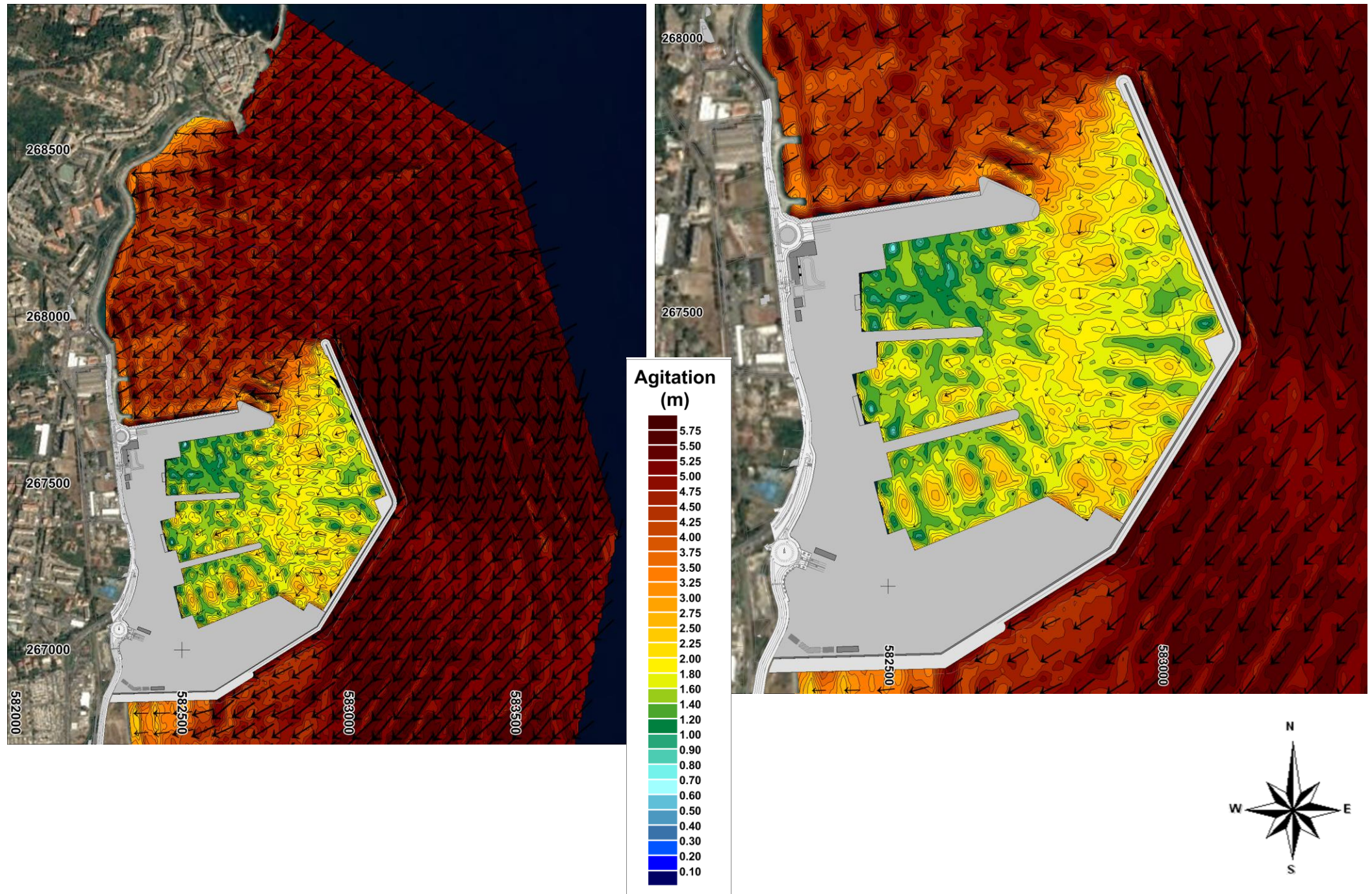




Figure D-7

Houle de 090°N, Hm0 = 1.40 m, Tp = 06.0 s - Période de retour 1%

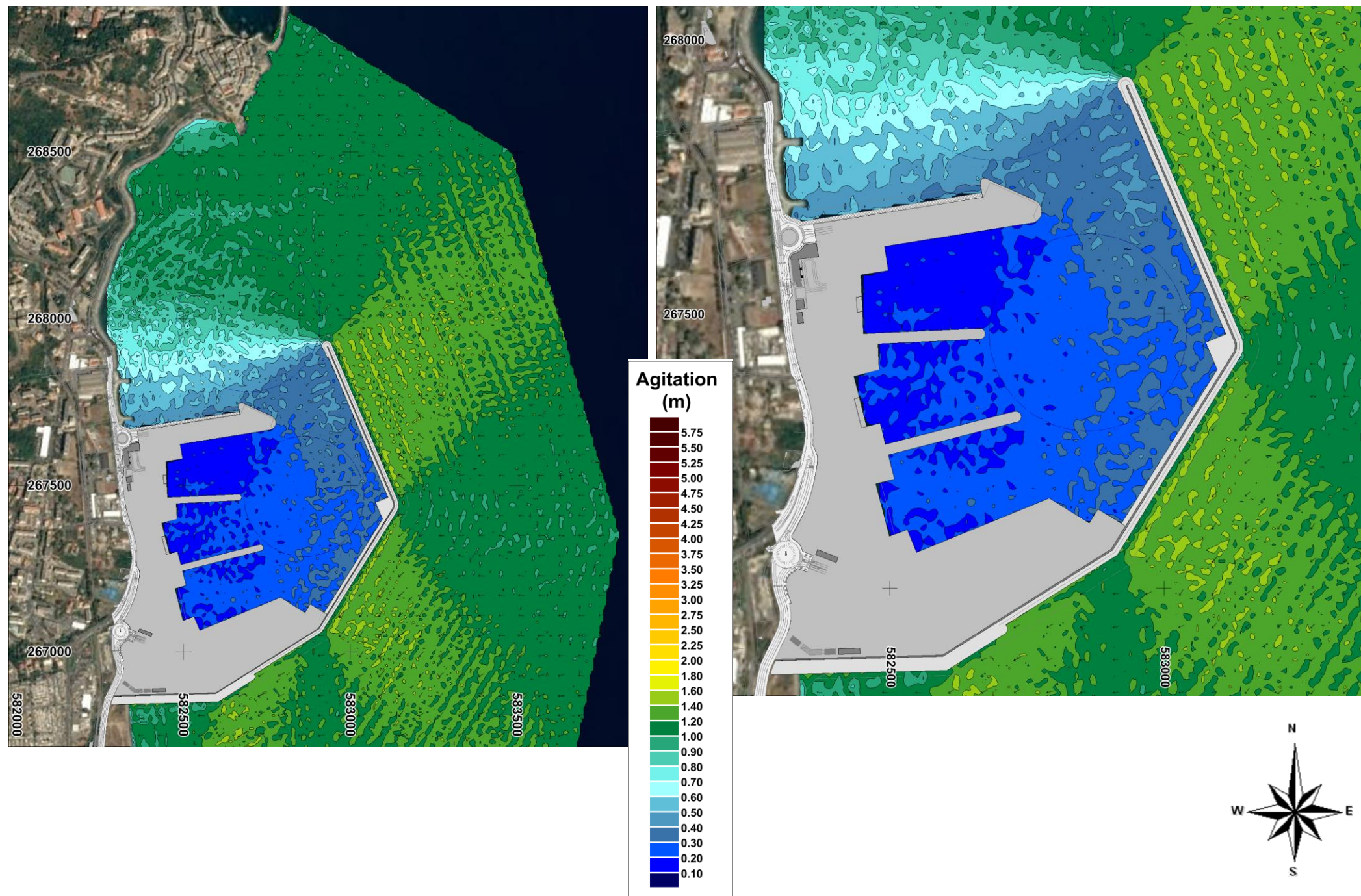




Figure D-8

Houle de 090°N, Hm0 = 2.10 m, Tp = 07.0 s - Période de retour 1 an

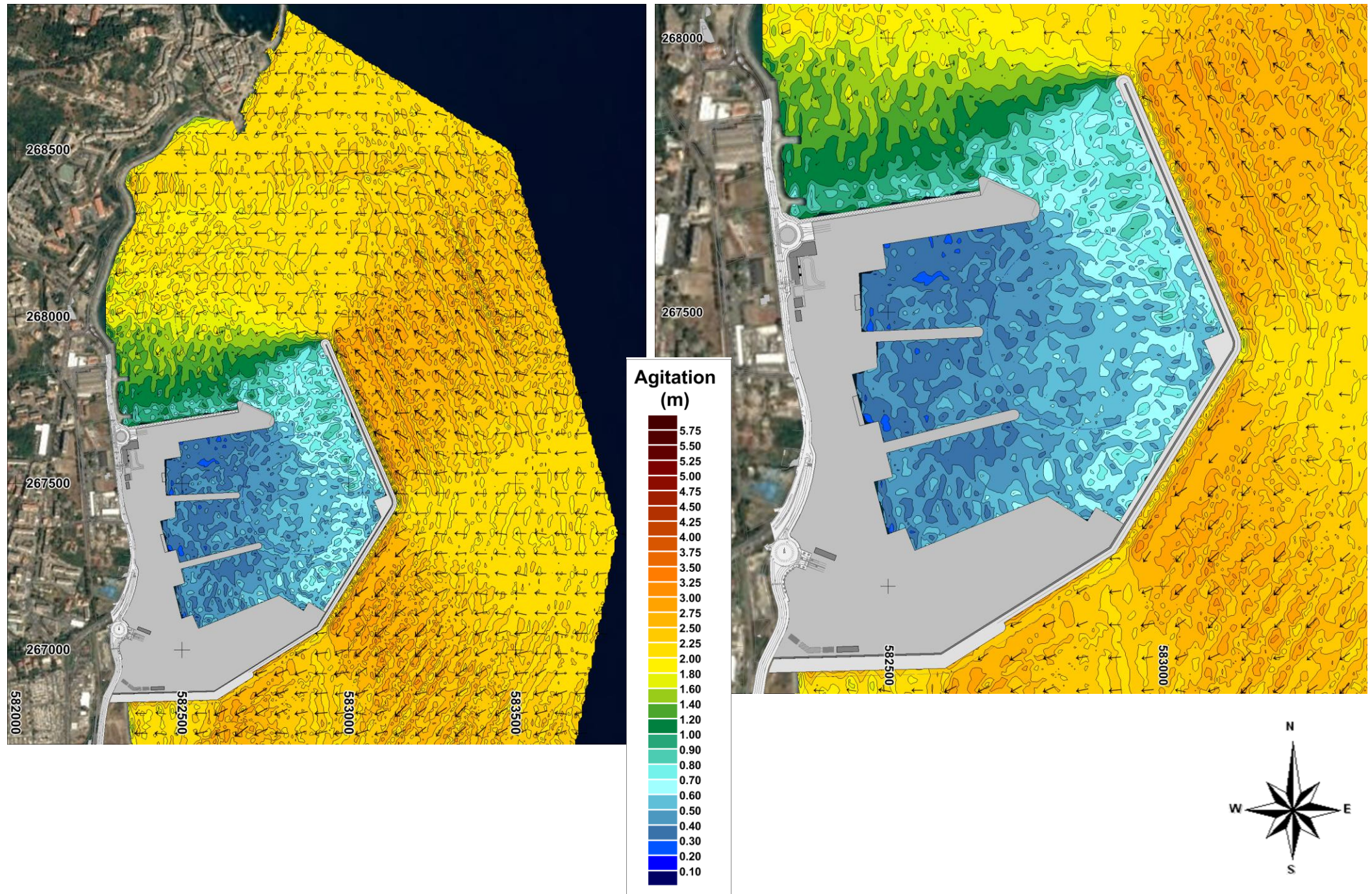




Figure D-9

Houle de 105°N, Hm0 = 3.20 m, Tp = 08.0 s - Période de retour 10 ans

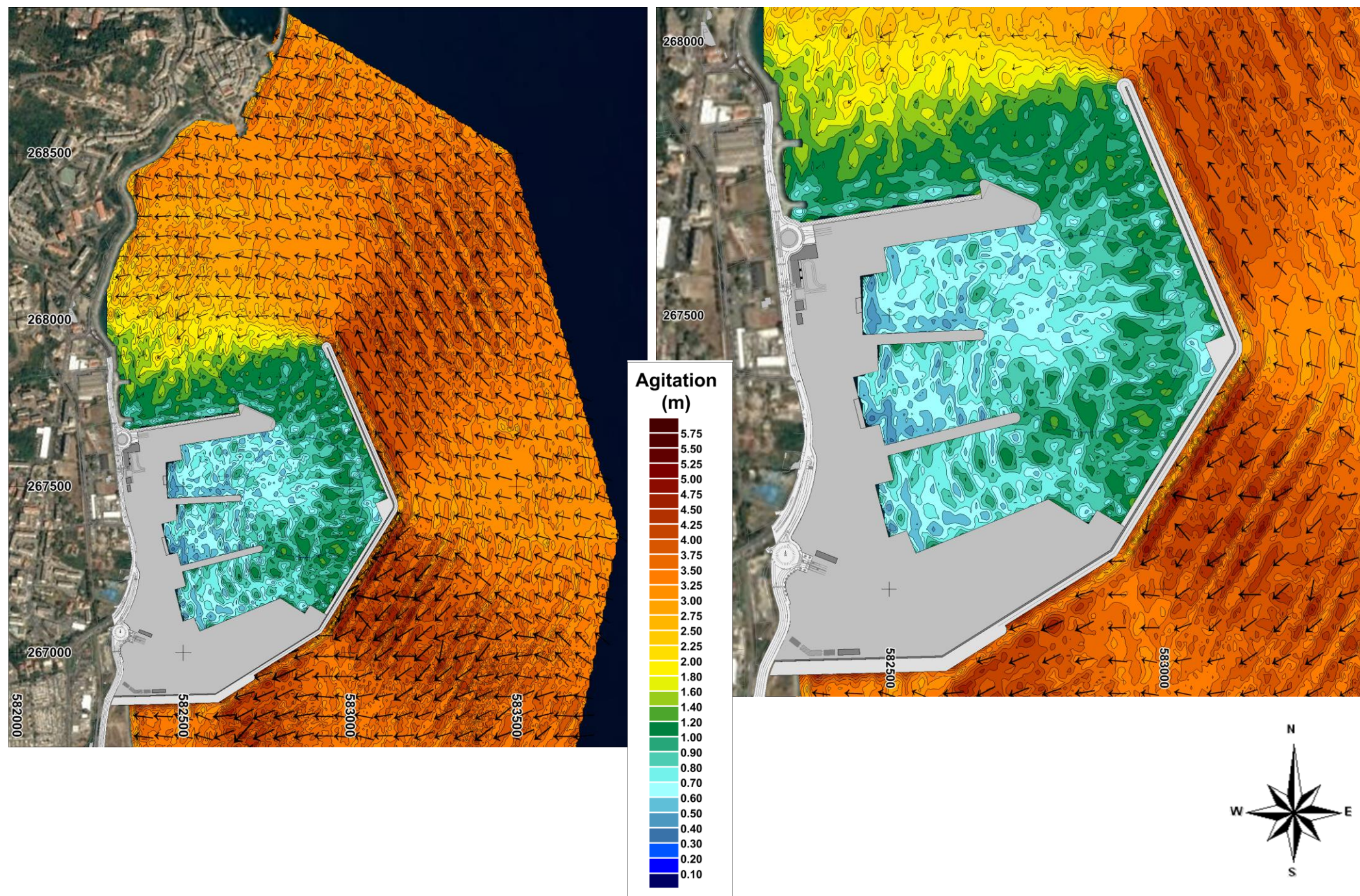




Figure D-10

Houle de 110°N, Hm0 = 4.00 m, Tp = 08.5 s - Période de retour 50 ans

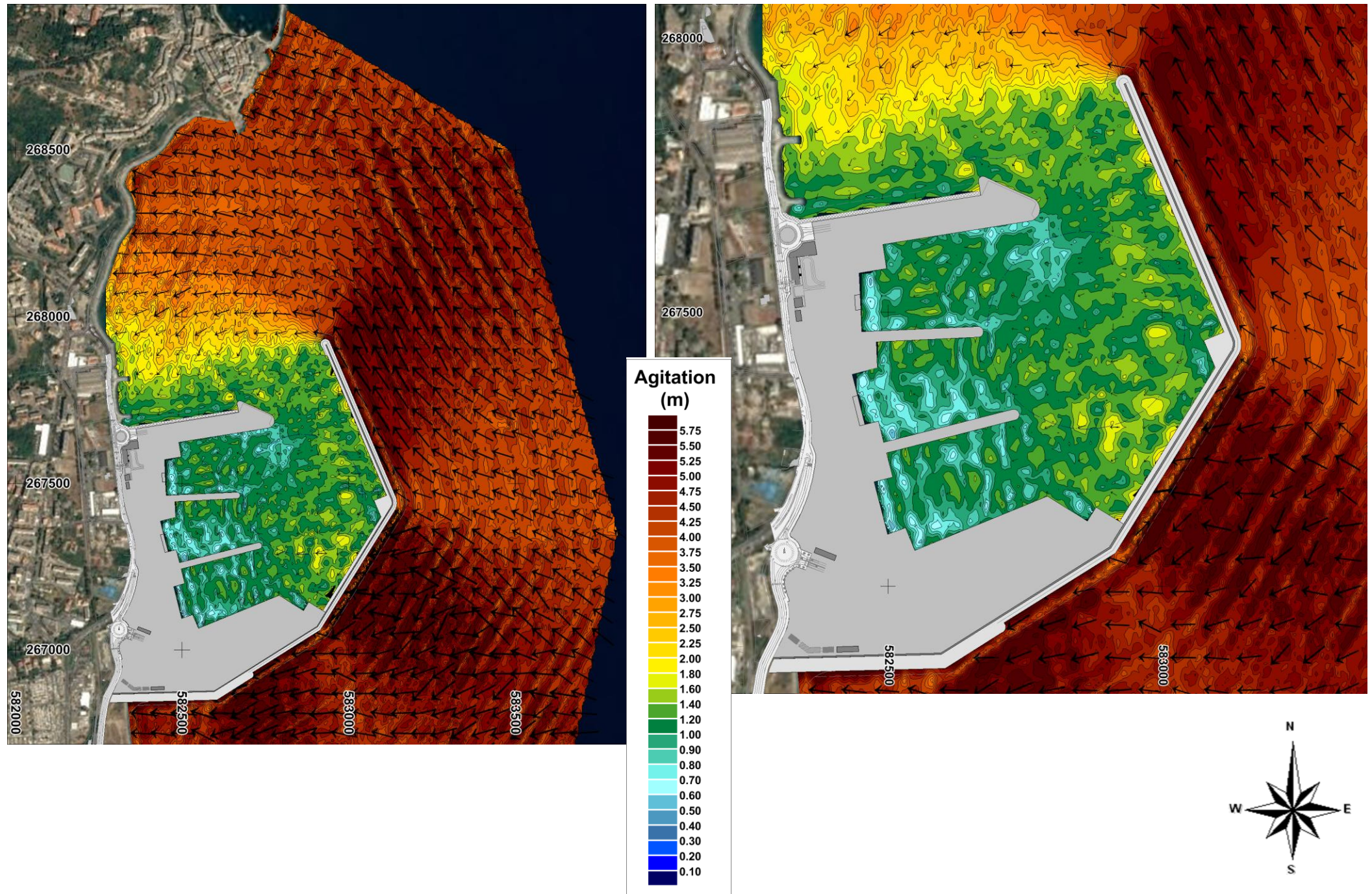
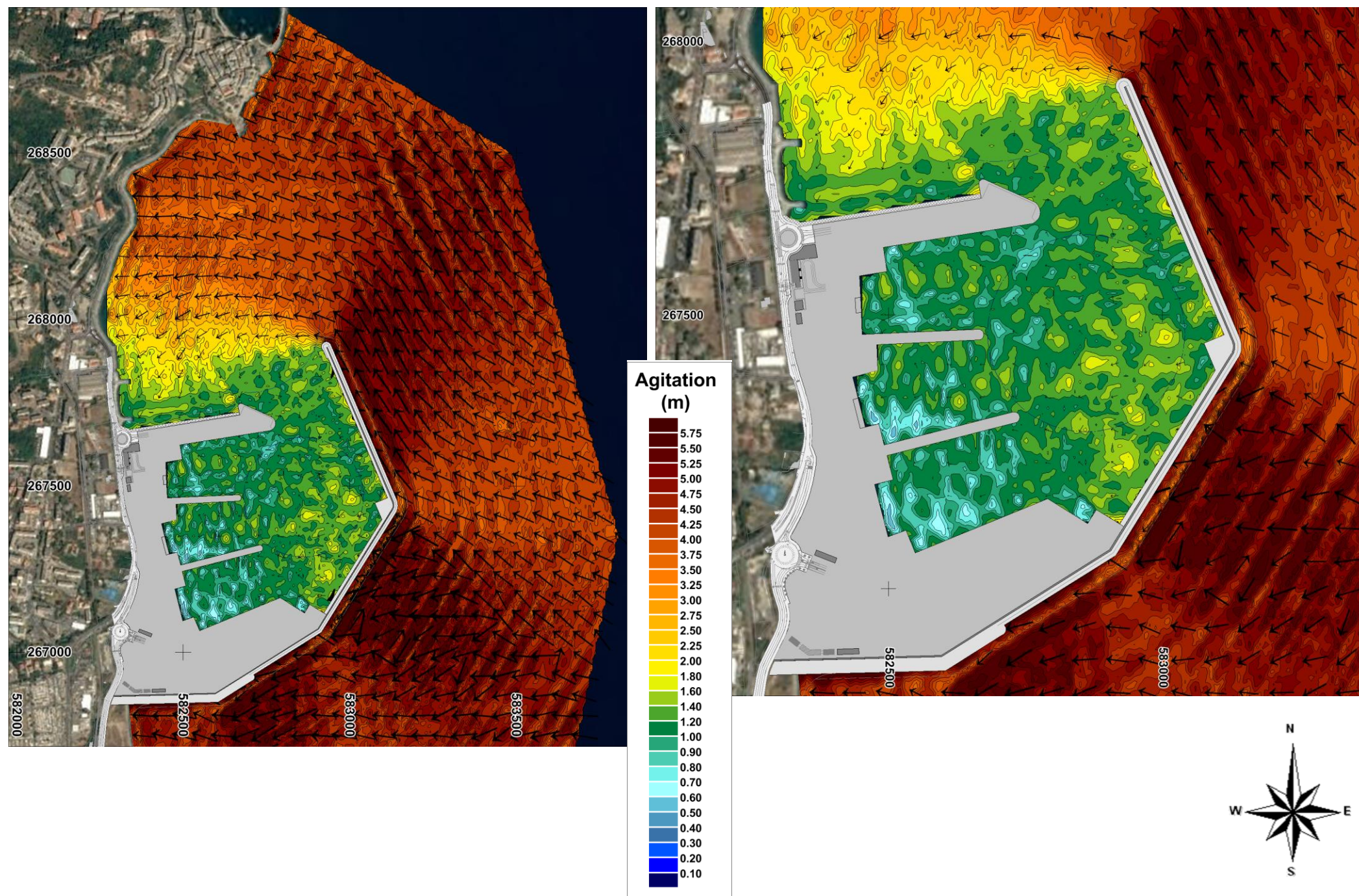




Figure D-11

Houle de 110°N, Hm0 = 4.40 m, Tp = 09.0 s - Période de retour 100 ans



# PROJET PORTU NOVU

NOTE TECHNIQUE RELATIVE A L'ANALYSE DU PLAN DE MASSE PORTUAIRE –  
REV. 1

**ARTELIA Eau & Environnement**

6 rue de Lorraine  
38130 - Echirolles  
Tel. : +33 (0) 4 76 33 40 00  
Fax : +33 (0) 4 76 33 43 33



N° 871 3512-PN-N1\_PN-N1 - Projet Portu Novu – Note technique relative à l'analyse du plan de masse portuaire – Rev. 1

|         |                   |           |         |          |            |
|---------|-------------------|-----------|---------|----------|------------|
|         |                   |           |         |          |            |
|         |                   |           |         |          |            |
|         |                   |           |         |          |            |
|         |                   |           |         |          |            |
| Rev1    | Première émission | LGR       | AGL     | AGL      | 11/10/2019 |
| Version | Description       | Rédaction | Vérifié | Approuvé | Date       |



## SOMMAIRE

|   |          |
|---|----------|
| <b>1. CONTEXTE DE L'ETUDE ET OBJET DE LA NOTE</b>         | <b>1</b> |
| <b>2. DONNEES NECESSAIRES ET METHODOLOGIE D'ETUDE</b>     | <b>2</b> |
| <b>2.1. PLAN INITIAL PROPOSE PAR LE MOA</b>               | <b>2</b> |
| <b>2.2. NAVIRES DE PROJET</b>                             | <b>2</b> |
| <b>2.3. METHODOLOGIE D'ETUDE</b>                          | <b>2</b> |
| <b>3. ANALYSE VIS-A-VIS DES ACCES NAUTIQUES</b>           | <b>3</b> |
| <b>3.1. PREAMBULE</b>                                     | <b>3</b> |
| <b>3.2. LARGEUR DE LA PASSE D'ENTREE</b>                  | <b>3</b> |
| <b>3.3. LARGEUR DES DARSEES</b>                           | <b>3</b> |
| <b>3.4. DISTANCE D'ARRET</b>                              | <b>3</b> |
| <b>3.5. CERCLE D'EVITAGE</b>                              | <b>4</b> |
| <b>3.6. DRAGAGE</b>                                       | <b>4</b> |
| <b>4. ANALYSE VIS-A-VIS DES CONDITIONS D'AGITATION</b>    | <b>5</b> |
| <b>5. REMARQUES SUR LE PLAN DE MASSE</b>                  | <b>6</b> |
| <b>5.1. PLAN DE MASSE PRELIMINAIRE</b>                    | <b>6</b> |
| <b>5.2. POSTE CIMENTIER</b>                               | <b>6</b> |
| <b>6. DOCUMENTS DE REFERENCE</b>                          | <b>7</b> |
| <b>ANNEXE 1 PROPOSITION DE PLAN DE MASSE PRELIMINAIRE</b> | <b>8</b> |

## TABLEAUX

Tableau 1 : description des navires de projet pour chaque poste.....2

# **1. CONTEXTE DE L'ETUDE ET OBJET DE LA NOTE**

Dans le cadre des projets de renouvellement des infrastructures portuaires de Bastia, la Collectivité de Corse (ci-après dénommée le Maître d'ouvrage ou MOA) a confié à ARTELIA la réalisation d'études complémentaires pour qu'elle puisse porter le Projet Portu Novu à un stade de définition de niveau faisabilité.

Ce projet de Portu Novu qui constitue l'option site « Eco-port » des différentes alternatives étudiées actuellement par le MOA consiste, sur le site envisagé pour le projet du port de La Carbonite, en un port de taille un peu réduite. En effet, par rapport au projet de la Carbonite, l'enracinement de la digue principale serait déplacé de 250 à 300m vers le nord afin de mieux préserver les espaces balnéaires présents sur le site ; tout en restant à peu près dans le périmètre initial du projet Carbonite dans la limite Nord.

Dans ce contexte, la présente note a pour objectif de réaliser une analyse du plan de masse initialement proposée par le MOA d'un point de vue des accès nautiques et du point de vue agitation portuaire. Cette analyse (qui est la première des tâches à réaliser parmi les études complémentaires à la charge d'ARTELIA) sera réalisée à dire d'expert sur la base de l'expérience de l'équipe d'ARTELIA.

## 2. DONNEES NECESSAIRES ET METHODOLOGIE D'ETUDE

### 2.1. PLAN INITIAL PROPOSE PAR LE MOA

Le plan initial sur-lequel l'analyse d'ARTELIA a été menée est la version V4.2 fournie par le MOA. Il est ressorti de la réunion de démarrage (qui s'est tenue par visio-conférence le 24 septembre 2019) que les pilotes de Bastia trouvaient la passe d'entrée un peu étroite et la darse sud également pas assez large. Ces deux points ont donc été particulièrement regardé lors de l'analyse du plan de masse.

### 2.2. NAVIRES DE PROJET

Les navires de projets ont été définis (cf référence [4]) pour chacun des postes par le MOA en termes de LOA (longueur hors-tout) et de typologie de navire (ferry, croisière, etc.). Par ailleurs, la largeur ainsi que le tirant d'eau des navires ont ensuite été estimés par ARTELIA sur la base de données relatives à la flotte mondiale par type de navires (données du Lloyd's).

Les navires de projet par poste et leurs caractéristiques sont présentés dans le tableau suivant :

*Tableau 1 : description des navires de projet pour chaque poste*

| N° de poste | Type de navire      | LOA (m) | Largeur estimée (m) | Tirant d'eau estimé (m) |
|-------------|---------------------|---------|---------------------|-------------------------|
| 1           | Ferry               | 240     | 35                  | 8                       |
| 2           | Ferry               | 210     | 32                  | 7.8                     |
| 3           | Ferry               | 190     | 32                  | 7.5                     |
| 4           | Ferry               | 240     | 35                  | 8                       |
| 5           | Ferry               | 240     | 35                  | 8                       |
| 6           | Porte-conteneur     | 250     | 37.4                | 14                      |
| 7           | Ferry               | 240     | 35                  | 8                       |
| 8           | Navire de croisière | 330     | 43                  | 9                       |

### 2.3. METHODOLOGIE D'ETUDE

Cette analyse préliminaire du plan de masse est réalisée à dire d'expert, sur la base des avis des différents spécialistes mobilisés par ARTELIA pour cette tâche. Notamment, concernant les accès nautiques, un pilote instructeur de notre centre de formation à la manoeuvre de Port Revel a participé à l'analyse du plan de masse. Par ailleurs, quand cela est pertinent, il est fait référence à des normes et standards internationaux.

## 3. ANALYSE VIS-A-VIS DES ACCES NAUTIQUES

### 3.1. PREAMBULE

Les paragraphes suivants détaillent l'analyse des principales caractéristiques du plan de masse et problématiques liées à la navigation en s'attardant notamment sur les deux sujets qui ont été discutés lors de la réunion de démarrage (largeur de la passe d'entrée et largeur des darses).

Par ailleurs, il est à noter que les premiers éléments d'analyse présentés ci-dessus devront être confirmés (voire corrigés si nécessaire) lors de la réalisation d'essais de navigation sur simulateur (étude de trajectographie).

### 3.2. LARGEUR DE LA PASSE D'ENTREE

Pour donner suite à la demande des pilotes de Bastia formulée le 24/09 dernier lors de la réunion de démarrage, la passe d'entrée a été élargie. Deux solutions avaient été proposées par le MOA pour élargir la passe (cf référence [3]). La solution qui a été retenue consiste (tout en conservant le recouvrement de deux digues vis-à-vis de la houle de Nord-Est) à raccourcir la digue Nord et à rallonger légèrement la digue Est vers le Nord. En effet, la seconde solution qui consiste à seulement modifier l'extrémité de la digue Nord en rajoutant un tenon ne nous paraît pas souhaitable pour deux raisons :

- Les parois verticales du tenon et son orientation pourraient favoriser la réflexion de la houle et donc générer de la sur-agitation dans la passe d'entrée.
- En termes de manœuvres, le tenon ne facilite pas la mise à quai des navires au poste 1

### 3.3. LARGEUR DES DARSEES

Afin de répondre à la demande des pilotes de Bastia d'augmenter l'espace de manœuvre disponible pour les navires accostant à la darse sud (Porte conteneur au poste 6 et ferry au poste 5) cette darse a été un peu élargie. En effet, les manoeuvres avec le porte-conteneur nécessiteront l'assistance de remorqueurs. Or pour des navires de cette taille, un remorqueur et sa remorque ont une longueur projetée totale (sur le plan horizontal) d'environ 70m. Afin de laisser l'espace nécessaire à la manœuvre des remorqueurs, la largeur de la darse a donc été un peu augmentée. Pour arriver à ce résultat, les deux môles (de largeur initiale 25m) ont été réduits à 20m de large (une bande de 5m ayant été rognée sur la partie sud de chacun des moles). En outre, chacun des deux moles ont été déplacés de quelques mètres vers le Nord afin d'augmenter un peu la largeur de la darse sud, en diminuant très légèrement de quelques mètres la largeur des deux autres darses. Ces quelques ajustements ont été réalisés en conservant strictement les terre-pleins sud et nord, c'est-à-dire en maintenant strictement les fronts d'accostage des poste 1 et poste 6.

La valeur de 70m environ recommandée pour la longueur projetée totale (sur le plan horizontal) d'un remorqueur et de sa remorque en tension pour des porte-conteneur de cette taille provient de la norme espagnole « ROM » (référence [6]).

Par ailleurs, d'un point de vue général, les manoeuvres qui seront réalisées par le porte-conteneur de 250m de LOA nécessiteront l'assistance de 2 remorqueurs (de bollard pull 40t en première estimation à ce stade).

### 3.4. DISTANCE D'ARRET

Pour le type de navires attendu (navires relativement bien manoeuvrants tels que les ferries), la distance d'arrêt paraît suffisante.



### **3.5. CERCLE D'EVITAGE**

Le cercle d'évitage proposé (360m pour l'évitage des ferries qui sont des navires plutôt manoeuvrant) paraît suffisant à ce stade. Pour le porte-conteneur, le cercle d'évitage est également satisfaisant. Néanmoins, les manoeuvres du porte-conteneur devront être effectuées avec l'assistance de deux remorqueurs.

### **3.6. DRAGAGE**

Au regard de la bathymétrie du site et des tirants d'eau des navires attendus aux différents postes, il sera nécessaire de draguer les darses et les zones de manoeuvre (une partie du cercle d'évitage).

A ce stade et dans le cadre de cette note technique, l'emprise des zones draguées et la valeur des cotes minimales des fonds à maintenir ne sont pas déterminés. Néanmoins, ces éléments seront à déterminer à un stade ultérieur.

## **4. ANALYSE VIS-A-VIS DES CONDITIONS D'AGITATION**

Le plan fournit par le MOA (version 4.2, cf référence [2]) maintient le recouvrement de la digue Nord par la digue Est vis-à-vis des houles de Nord-Est (30°N) qui était précédemment défini dans le projet du port de la « Carbonite ». Néanmoins, dans la version 4.2 du projet Portu Novu la passe d'entrée (dont la largeur a été fortement réduite par rapport au projet Carbonite) a été jugée trop étroite par les pilotes de Bastia (cf réunion de démarrage du 24/09/2019). Le plan de masse proposé dans la cadre de cette note technique présente une solution évoquée précédemment (au paragraphe 3.2) qui permet de maintenir le recouvrement de la digue Nord par la digue Est vis-à-vis des houles de secteur 30°, tout en permettant l'élargissement de la passe d'entrée par rapport à la version 4.2 du plan de masse. Cette solution (parmi les deux envisagées et évoquées au paragraphe 3.2) est également celle qui permet de ne pas sur-agiter la passe d'entrée.

Par ailleurs, la passe d'entrée, même si elle a été un peu augmentée en termes de largeur par rapport à la version 4.2 du plan de masse, reste tout de même un peu moins large que celle du projet Carbonite. Donc à recouvrement identique en terme d'orientation vis à vis des houles de Nord -Est, a priori moins d'énergie devrait pénétrer dans le port. Toutefois, la disposition des postes ayant été modifiée à l'intérieur du port, les conditions d'agitation seront de toutes façons différentes en comparaison du projet de la Carbonite.

En outre, en termes d'agitation, une optimisation (visant à réduire l'agitation à l'approche de la passe d'entrée) pourrait consister à modifier la typologie de l'extrémité de la digue Nord (sur son côté nord). En effet, le talus en enrochements (dont est déjà pourvu la digue Nord depuis son enracinement jusqu'au repère 363) pourrait être un peu prolongé et ainsi réduire la réflexion de l'ouvrage et donc l'agitation résultante en approche de la passe d'entrée.

Ces premiers éléments d'analyse seront complétés lors de la réalisation des calculs d'agitation qui seront réalisés à un stade ultérieur des études.

## **5. REMARQUES SUR LE PLAN DE MASSE**

### **5.1. PLAN DE MASSE PRELIMINAIRE**

Le plan de masse qui reprend les éléments exposés dans les paragraphes précédents est présenté en Annexe 1. Il s'agit d'un plan de masse préliminaire qui pourra évoluer dans le cours du projet en fonction des différentes études à venir (agitation, simulations de navigation, etc.)

### **5.2. POSTE CIMENTIER**

Le MOA a évoqué la possibilité (référence [5]) de créer un poste cimentier (poste 7-bis dans le prolongement du poste 7). En effet, il pourrait être imaginé de positionner le poste cimentier au nord-est du poste 7 dans le prolongement du quai. Toutefois, actuellement, il n'y a pas assez de place. La place nécessaire pourrait être obtenue en reculant le poste 7 de 30m (vers le sud-ouest) en retirant une partie du terre-plein (« partie rectangulaire » de 60m par 30m en vue en plan). Il resterait alors un linéaire de quai de 120m devant le poste 7 qui permettrait l'amarrage d'un navire de 90m. Néanmoins les manoeuvres d'accostage et d'appareillage d'un tel navire nécessiterait l'assistance de remorqueurs, ce qui ne serait peut-être pas rentable d'un point de vue économique. En outre, en termes d'exploitation, il pourrait être intéressant de positionner ce terminal cimentier dans un site plus rapproché d'un terre-plein (présentant une surface conséquente).

Donc à ce stade, il a été choisi de ne pas faire apparaître ce poste cimentier sur le plan de masse.

Le MOA, lors de la réunion du 10 octobre, n'excluait pas la possibilité de combiner le poste « conteneur » (poste 6) avec le poste cimentier. Il ne s'agit ici que d'une première réflexion de la part du MOA.

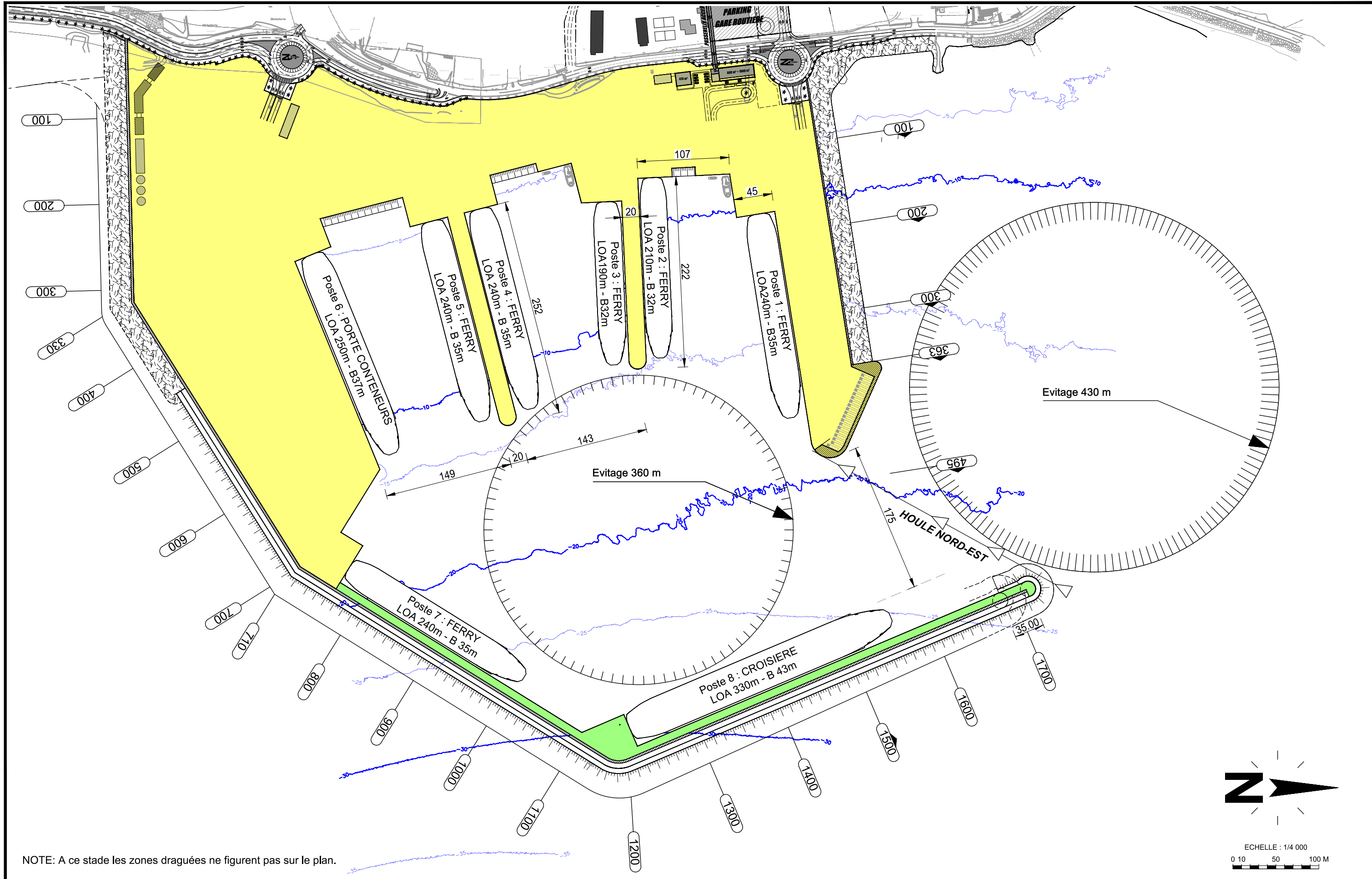
## 6. DOCUMENTS DE REFERENCE

- [1] E-mail d'ARTELIA adressé au MOA du 24/09/2019, récapitulant les principaux points évoqués lors de la réunion de démarrage
- [2] E-mail du MOA adressé à ARTELIA du 24/09/2019, fournissant le fichier Autocad du plan de masse V4.2
- [3] E-mail du MOA adressé à ARTELIA du 24/09/2019, fournissant une esquisse des solutions permettant d'élargir la passe d'entrée.
- [4] E-mail du MOA adressé à ARTELIA du 30/09/2019, décrivant les navires de projet
- [5] E-mail du MOA adressé à ARTELIA du 30/09/2019, décrivant l'éventuel poste 7-bis dédié aux navires cimentiers.
- [6] Normes espagnoles: recommendations for the Design of the Maritime Configuration of Ports, Approach channels and harbour basins – ROM 3.1-99

oOo



## **ANNEXE 1 PROPOSITION DE PLAN DE MASSE PRELIMINAIRE**



NOTE: A ce stade les zones draguées ne figurent pas sur le plan.

|        |                    |          |       |        |       |
|--------|--------------------|----------|-------|--------|-------|
|        |                    |          |       |        |       |
| 0      | Première diffusion | 08.10.19 | JED   | LGR    | AGL   |
| Indice | Description        | Date     | Dess. | Vérif. | Appr. |

Date de tracé : JED - 11/10/2019

Fichier Autocad : 8713512\_TVX\_01Rev0\_PORTU NOVU.dwg - 01



CULLETTIVITÀ DI **CORSICA**  
COLLETTIVITÀ DE **CORSE**

**BASTIA**  
**PORTU NOVU**

ANALYSE PRELIMINAIRE  
DU PLAN DE MASSE



ESQUISSE  
DE  
PLAN MASSE

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| Plan n°                        | IND |
| 01                             | 0   |
| Echelle de tracé - Format : A3 |     |
| 1/4000                         |     |

Ce document est la propriété de ARTELIA, il ne peut être utilisé, communiqué ou divulgué à des tiers sans son autorisation écrite préalable.

# PROJET PORTU NOVU

## ÉTUDES COMPLÉMENTAIRES

### RAPPORT D'AGITATION – REV. 2

#### ARTELIA

6 rue de Lorraine  
38130 - Echirolles  
Tel. : +33 (0) 4 76 33 40 00  
Fax : +33 (0) 4 76 33 43 33



N° 871 3512 - Projet Portu Novu – Rapport d'agitation – Rev. 2

| Rev. 2  | Ajout des calculs IH2-VOF avec déflecteur | F. Mazas  | A. Goupil | A. Goupil | 27/02/2020 |
|---------|---|-----------|-----------|-----------|------------|
| Rev.1   | Ajout de la configuration V02             | F. Mazas  | A. Goupil | A. Goupil | 21/01/2020 |
| Rev. 0  | Première émission – Configuration V01     | F. Mazas  | A. Goupil | A. Goupil | 20/12/2019 |
| Version | Description                               | Rédaction | Vérifié   | Approuvé  | Date       |



## SOMMAIRE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>OBJET DE L'ETUDE</b>   | <b>I</b>  |
| <b>DEFINITIONS, ABREVIATIONS ET NOTATIONS</b>   | <b>2</b>  |
| <b>1. ETATS DE MER AU DROIT DU PORT</b>   | <b>4</b>  |
| <b>1.1. SOURCE DES DONNEES</b>  | <b>4</b>  |
| <b>1.2. CLIMATS DE VENT ET DE HOULE</b>   | <b>5</b>  |
| 1.2.1. VENT   | 5         |
| 1.2.2. ÉTATS DE MER   | 6         |
| <b>1.3. ETATS DE MER EXTREMES</b>   | <b>9</b>  |
| 1.3.1. METHODOLOGIE   | 9         |
| 1.3.1.1. Extrapolation des hauteurs significatives  | 9         |
| 1.3.1.2. Association des périodes aux hauteurs significatives extrêmes                    | 10        |
| 1.3.2. RESULTATS  | 10        |
| <b>2. CARACTERISATION HYDRAULIQUE DE LA DIGUE EN CAISSON SUR PIEUX</b>                    | <b>13</b> |
| <b>2.1. OBJECTIFS</b>   | <b>13</b> |
| <b>2.2. SECTION-TYPE DE LA DIGUE EN CAISSON SUR PIEUX</b>                                 | <b>13</b> |
| <b>2.3. DESCRIPTION DU MODELE NUMERIQUE</b>   | <b>14</b> |
| 2.3.1. CODE DE CALCUL   | 14        |
| 2.3.2. MISE EN ŒUVRE DU MODELE  | 15        |
| 2.3.2.1. Profil bathymétrique   | 15        |
| 2.3.2.2. Structures   | 15        |
| 2.3.2.3. Maillage   | 15        |
| 2.3.2.4. Conditions d'entrée en houle   | 15        |
| 2.3.3. SORTIE DU MODELE   | 18        |
| <b>2.4. DETERMINATION DU COEFFICIENT DE TRANSMISSION DE LA DIGUE EN CAISSON SUR PIEUX</b> | <b>20</b> |
| 2.4.1. HOULES REGULIERES  | 20        |
| 2.4.2. HOULES IRRÉGULIERES  | 22        |
| <b>2.5. CONCLUSIONS</b>   | <b>24</b> |
| <b>2.6. ANALYSE DE SENSIBILITE A LA PRESENCE D'UN DEFLECTEUR EN BAS DE CAISSON</b>        | <b>26</b> |
| <b>3. AGITATION PORTUAIRE</b>   | <b>29</b> |
| <b>3.1. METHODOLOGIE</b>  | <b>29</b> |
| <b>3.2. MODELISATION NUMERIQUE DE L'AGITATION PORTUAIRE</b>                               | <b>29</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.2.1. CODE DE CALCUL  | 29        |
| 3.2.2. CAS DE CALCUL   | 29        |
| 3.2.2.1. Configuration   | 29        |
| 3.2.2.2. Conditions opérationnelles  | 30        |
| 3.2.2.3. Conditions extrêmes   | 30        |
| 3.2.3. MISE EN ŒUVRE DU MODELE   | 31        |
| 3.2.3.1. Bathymétrie   | 31        |
| 3.2.3.2. Emprise du modèle et conditions aux limites                         | 31        |
| 3.2.3.3. Discrétisation spectrale  | 32        |
| 3.2.3.4. Maillage  | 33        |
| 3.2.4. SORTIES DU MODELE   | 33        |
| <b>3.3. RESULTATS D'AGITATION</b>  | <b>35</b> |
| 3.3.1. CONDITIONS OPERATIONNELLES  | 35        |
| 3.3.1.1. Épures d'agitation  | 35        |
| 3.3.1.2. Climats d'agitation aux postes                                      | 38        |
| 3.3.2. CONDITIONS EXTREMES   | 40        |
| <b>REFERENCES</b>  | <b>46</b> |
| <b>ANNEXE A ETATS DE MER AU DROIT DES OUVRAGES</b>                           | <b>47</b> |
| <b>ANNEXE B CARACTERISATION HYDRAULIQUE DE LA DIGUE EN CAISSON SUR PIEUX</b> | <b>48</b> |
| <b>ANNEXE C CLIMATS D'AGITATION AUX POSTES</b>                               | <b>49</b> |
| <b>ANNEXE D AGITATION EXTREME DANS LE PORT</b>                               | <b>50</b> |

## TABLEAUX

|   |    |
|---|----|
| Tableau 1 – Etats de mer extrêmes aux points O03 et O05   | 10 |
| Tableau 2 - Hauteur significative spectrale incidente, réfléchiée et combinée en fonction du coefficient de réflexion | 20 |
| Tableau 3 – Cas de calcul pour les houles extrêmes  | 31 |
| Tableau 4 – Coefficients de réflexion et de transmission pour la section en caisson sur pieux                         | 32 |
| Tableau 5 – Critères d'agitation par zone d'analyse   | 35 |
| Tableau 6 – Quantiles annuels en Hm0 (m) et fréquence de non-dépassement du critère d'agitation                       | 40 |
| Tableau 7 – Résultats d'agitation - Valeurs moyennes de Hm0 dans les zones d'analyse – Configuration V0143            |    |
| Tableau 8 – Résultats d'agitation - Valeurs moyennes de Hm0 dans les zones d'analyse – Configuration V0244            |    |

## FIGURES

|  |   |
|--|---|
| Figure 1. Emplacement des points de sortie SWAN de l'étude Carbonite                       | 4 |
| Figure 2. Rose de vent au point O05  | 5 |
| Figure 3. Courbes annuelle et mensuelles de dépassement de la vitesse du vent au point O05 | 6 |

|  |    |
|--|----|
| Figure 4. Rose de houle au point O03.....  | 7  |
| Figure 5. Nuage de points Hm0/Dirp et définition des secteurs directionnels au point O03.....  | 7  |
| Figure 6. Nuage de points Tp/Dirp et définition des secteurs directionnels au point O03 .....  | 8  |
| Figure 7. Courbes de fréquence de dépassement en Hm0 au point O03.....   | 8  |
| Figure 8. Courbes de fréquence de dépassement en Tp au point O03 .....   | 9  |
| Figure 9. Extrapolation des états de mer de SE au point O03.....   | 11 |
| Figure 10. Extrapolation des états de mer de NE au point O05.....  | 12 |
| Figure 11. Coupe-type de la digue en caisson au PM 850 issue de l'étude du port de la Carbonite (ARTELIA, 2016).....                           | 13 |
| Figure 12. Génération des vagues régulières au batteur numérique : 6, 8 et 10 s.....   | 16 |
| Figure 13. Génération des vagues irrégulières au batteur numérique : 6, 8 et 10 s.....   | 17 |
| Figure 14. Localisation des sondes numériques le long du canal (configuration pour un tirant d'eau de 15 m).....                               | 18 |
| Figure 15. Évaluation du coefficient de réflexion pour les vagues régulières (Coastal Engineering Manual, Fig. II-7-23) .....                  | 19 |
| Figure 16. Enveloppes de surface libre – Houle régulière, 6 s .....  | 21 |
| Figure 17. Enveloppes de surface libre – Houle régulière, 8 s .....  | 21 |
| Figure 18. Enveloppes de surface libre – Houle régulière, 10 s .....   | 22 |
| Figure 19. Evolution de la hauteur significative spectrale – Houle irrégulière, 6 s.....   | 23 |
| Figure 20. Evolution de la hauteur significative spectrale – Houle irrégulière, 8 s.....   | 23 |
| Figure 21. Evolution de la hauteur significative spectrale – Houle irrégulière, 10 s.....  | 24 |
| Figure 22. Récapitulatif des résultats : coefficient de transmission en fonction de la période, par tirant d'eau.....                          | 25 |
| Figure 23. Récapitulatif des résultats : coefficient de transmission en fonction du tirant d'eau, par période .....                            | 26 |
| Figure 24. Configuration du modèle pour un caisson de 15 m de tirant d'eau avec déflecteur côté mer .....                                      | 27 |
| Figure 25. Evolution de la hauteur significative spectrale pour un tirant d'eau de 15 m, avec et sans déflecteur – Houle irrégulière, 8 s..... | 28 |
| Figure 26. Plan-masse préliminaire version V4.2 utilisé pour la configuration V01 .....  | 30 |
| Figure 27. Coefficients de réflexion retenus pour la configuration V01.....  | 32 |
| Figure 28. Zones d'analyse de l'agitation pour la configuration V01 .....  | 34 |
| Figure 29. Epure d'agitation – Période 7 s, direction 50°N – Configuration V01 .....   | 36 |
| Figure 30. Epures d'agitation de NE – Direction 30°N, périodes de 5, 7, 9 et 11 s – Configuration V01 .....                                    | 37 |
| Figure 31. Epures d'agitation de SE – Direction 120°N, périodes de 5, 7, 9 et 11 s – Configuration V01 .....                                   | 38 |
| Figure 32. Courbe de dépassement en Hm0 au poste P07 .....   | 39 |
| Figure 33. Epure d'agitation – Houle de NE de période de retour 100 ans (5,3 m, 50°N, 10 s) .....  | 41 |
| Figure 34. Epure d'agitation – Houle de SE de période de retour 100 ans (4,6 m, 110°N, 9 s) .....  | 42 |

## OBJET DE L'ETUDE

Dans le cadre des projets de renouvellement des infrastructures portuaires de Bastia, la Collectivité de Corse (ci-après dénommée le Maître d'ouvrage ou MOA) a confié à ARTELIA la réalisation d'études complémentaires pour qu'elle puisse porter le Projet Portu Novu à un stade de définition de niveau faisabilité.

Ce projet de Portu Novu qui constitue l'option site « Eco-port » des différentes alternatives étudiées actuellement par le MOA consiste, sur le site envisagé pour le projet du port de la Carbonite, en un port de taille un peu réduite. En effet, par rapport au projet de la Carbonite, l'enracinement de la digue principale serait déplacé de 250 à 300 m vers le nord afin de mieux préserver les espaces balnéaires présents sur le site, tout en restant à peu près dans le périmètre initial du projet Carbonite dans la limite nord (voir les études préliminaires du bassin de la Carbonite réalisées par ARTELIA, Ref. [1]).

Dans ce contexte, le présent rapport a pour objectif d'exposer les études d'agitation pour le plan-masse retenu, notamment en tenant compte de la section d'ouvrages de type caisson sur pieux, transmissible à la houle. La première partie de ce rapport rappelle les résultats de l'étude de houle (génération au large et propagation à la côte) réalisée en 2015 pour le projet de la Carbonite, en se concentrant sur les résultats (climat de houle et états de mer extrêmes) utiles pour le présent projet. Dans une seconde partie, on s'intéresse à la caractérisation hydraulique de cette digue en caisson sur pieux à l'aide d'un canal à houle numérique, et notamment la détermination de son coefficient de transmission (qui varie en fonction de la période de la houle) pour plusieurs tirants d'eau. Dans une troisième partie, un modèle d'agitation est mis en place, tenant compte des caractéristiques de la digue en caisson précédemment estimées, et les conditions opérationnelles et extrêmes d'agitation sont évaluées.

oOo



## DEFINITIONS, ABREVIATIONS ET NOTATIONS

### Description des phénomènes météo-océaniques

Les définitions suivantes sont adoptées dans la présente étude :

- niveau marin :
  - $Z_0$  (m ZH): niveau moyen,
  - $Z_T$  (m ZH): niveau de marée astronomique, incluant le niveau moyen  $Z_0$ ,
  - $S$  (m): fluctuation du niveau moyen induit par les phénomènes atmosphériques (surcotes / décotes),
- état de mer :
  - $H_{m0}$  ou  $H_s$  (m) : hauteur significative spectrale des vagues, défini par  $H_{m0} = 4\sqrt{m_0}$ , où  $m_0$  est le moment d'ordre 0 de la densité spectro-angulaire,
  - $T_p$  (s) : période de pic, définie comme l'inverse de la fréquence la plus énergétique du spectre de l'état de mer après sommation directionnelle,
  - $\theta_p$  ou  $Dir_p$  (°N) : direction de pic, définie comme la direction la plus énergétique de la bande de fréquence correspondant à  $T_p$ ,
  - $\sigma$  (°) : étalement directionnel par rapport à la direction de pic,
  - $\gamma$  (-) : facteur d'élancement du pic du spectre fréquentiel, calculé sous l'hypothèse d'un spectre de type JONSWAP,
- vent :
  - $V_v$  (m/s): vitesse du vent à 10 m, moyennée sur 10 minutes,
  - $Dir_v$  (°N): direction du vent associée à  $V_v$ .

En conformité avec les conventions nautiques, les directions se comprennent comme suit :

- direction **de provenance** des vagues ;
- direction **de provenance** du vent.

### Système de coordonnées

Le système de coordonnées utilisé est le système **Lambert IV Corse**. Sauf indication contraire, toutes les cartes et les plans du présent rapport sont orientés verticalement suivant l'axe nord-sud.

Le référentiel altimétrique utilisé est le **Zéro CM**.

Les Références Altimétriques (RAM) 2017 du Shom (Réf. [2]) fournissent les relations suivantes entre le zéro de référence terrestre (IGN78) et le zéro de référence maritime à Bastia :

$$0 \text{ m CM} = -0,485 \text{ m IGN78} \quad (1)$$

En pratique, on arrondira cette relation à 0,5 m.

### Définitions statistiques

Les **quantiles** sont les valeurs qui divisent un jeu de données ordonnées (i.e. triées) en intervalles consécutifs contenant le même nombre de données. On parle notamment de **centiles**, respectivement de **déciles** et de **quartiles**, lorsque l'échantillon est divisé en cent intervalles, respectivement dix et quatre. Ainsi le cinquantième centile (ou le cinquième décile, ou le deuxième quartile) correspondant à la médiane de l'échantillon. Les premiers et derniers quantiles sont les valeurs minimale et maximale de l'échantillon.

Un **nuage de points** (ou **scatterplot**) est une représentation graphique permettant de montrer les valeurs simultanées de deux variables issues d'une base de données. Les couples de données sont affichés sous forme de collection de points, la valeur du premier paramètre déterminant la position sur l'axe horizontal, la valeur du second celle sur l'axe vertical.

La **période de retour**, ou temps de retour, est une **probabilité annuelle de dépassement** : ainsi un niveau marin de période de retour 100 ans est la valeur de niveau qui, chaque année, a une probabilité d'être dépassée de 1 %. Une erreur commune est de penser qu'il n'advient que tous les cent ans : cela serait vrai sur une très longue période dans un cadre stationnaire, mais une telle valeur peut être dépassée plusieurs fois sur une période donnée (et même dans une même année).

oOo

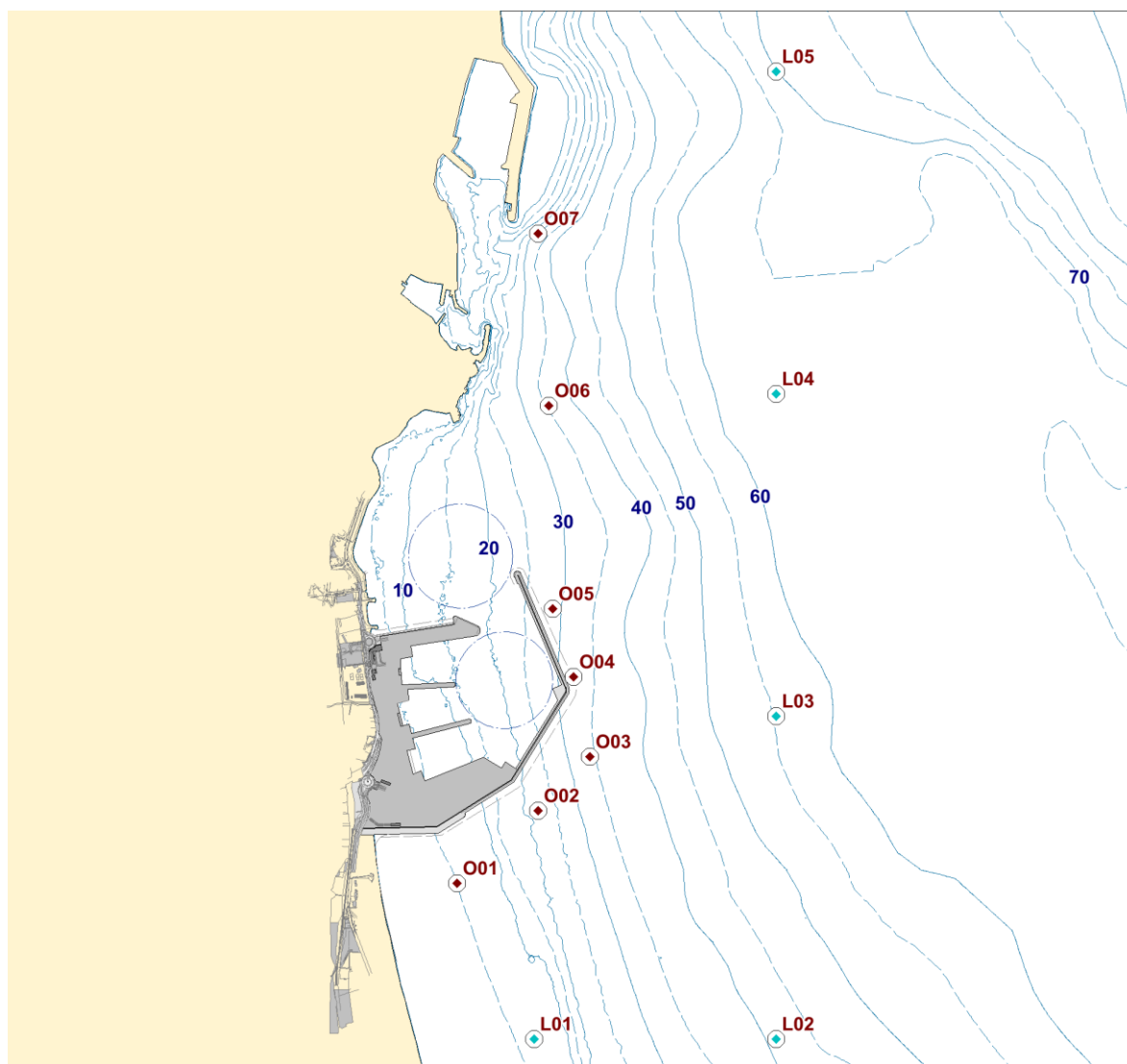
# 1. ETATS DE MER AU DROIT DU PORT

## 1.1. SOURCE DES DONNEES

Les données de houle et de vent ici analysées proviennent de l'étude de génération et propagation des états de mer réalisée pour le projet de la Carbonite en 2015 (Ref. [1]).

Une base de données a été reconstituée au large de Bastia sur la période 1992-2013 (22 ans), avec un pas de temps tri-horaire. Elle provient de la mise en œuvre d'une succession de modèles de génération/propagation d'états de mer imbriqués qui permettent, à partir des conditions atmosphériques de la période de modélisation, de reconstituer les états de mer localement avec une résolution spatiale de 20 m sur le dernier emboîtement.

Les points de sortie sont illustrés sur la [Figure 1](#) ci-après (le plan-masse est celui du projet Portu Novu).



**Figure 1. Emplacement des points de sortie SWAN de l'étude Carbonite**

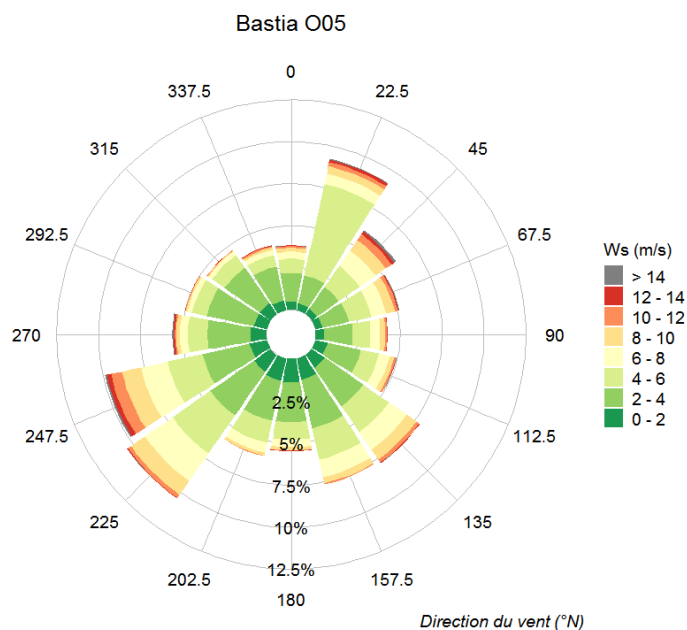
On s'intéressera par la suite aux points O03 (pour la digue transmissible et les conditions de SE) et O05 (pour les conditions de NE).

## 1.2. CLIMATS DE VENT ET DE HOULE

### 1.2.1. Vent

Les conditions de vent sont quasi-identiques aux deux points, on retient le point O05 plus proche de la passe d'accès, dans laquelle les navires sont particulièrement sensibles au vent.

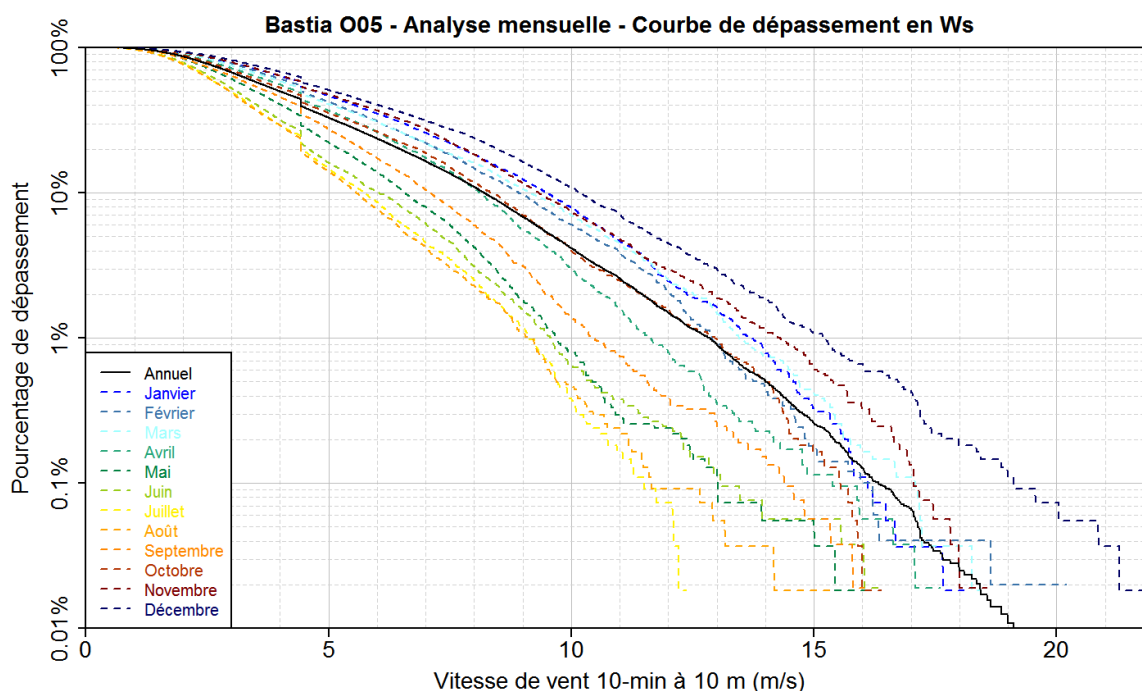
La rose de vent présentée Figure 2 montre la présence de différents secteurs directionnels de vent. Le principal provient du NNE ; on observe aussi des secteurs centrés sur le SE et le OSO.



**Figure 2. Rose de vent au point O05**

La Figure 3 ci-dessous présente les courbes annuelle et mensuelles de dépassement de la vitesse du vent. Annuellement, la vitesse du vent (à 10 m, moyennée sur 10 min) excède 8 m/s 10 % du temps, et 13 m/s 1 % du temps. La saisonnalité est bien visible, les mois les plus calmes étant juillet et août tandis que les plus fortes valeurs sont observées en décembre (maximum de 22 m/s).





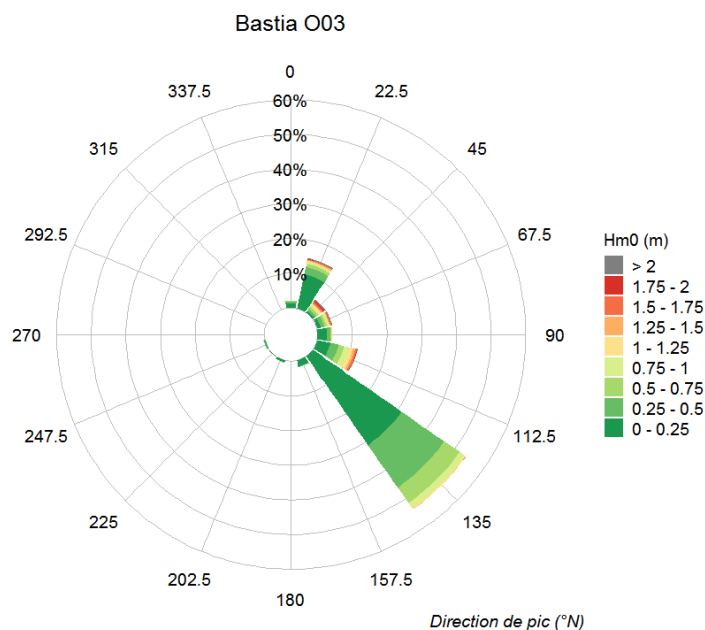
**Figure 3. Courbes annuelle et mensuelles de dépassement de la vitesse du vent au point 005**

### 1.2.2. États de mer

On présente ici le climat de houle au point 003 du fait de l'importance de la période pour la digue en caisson sur pieux. L'ensemble des figures pour les deux points est présenté en Annexe A.

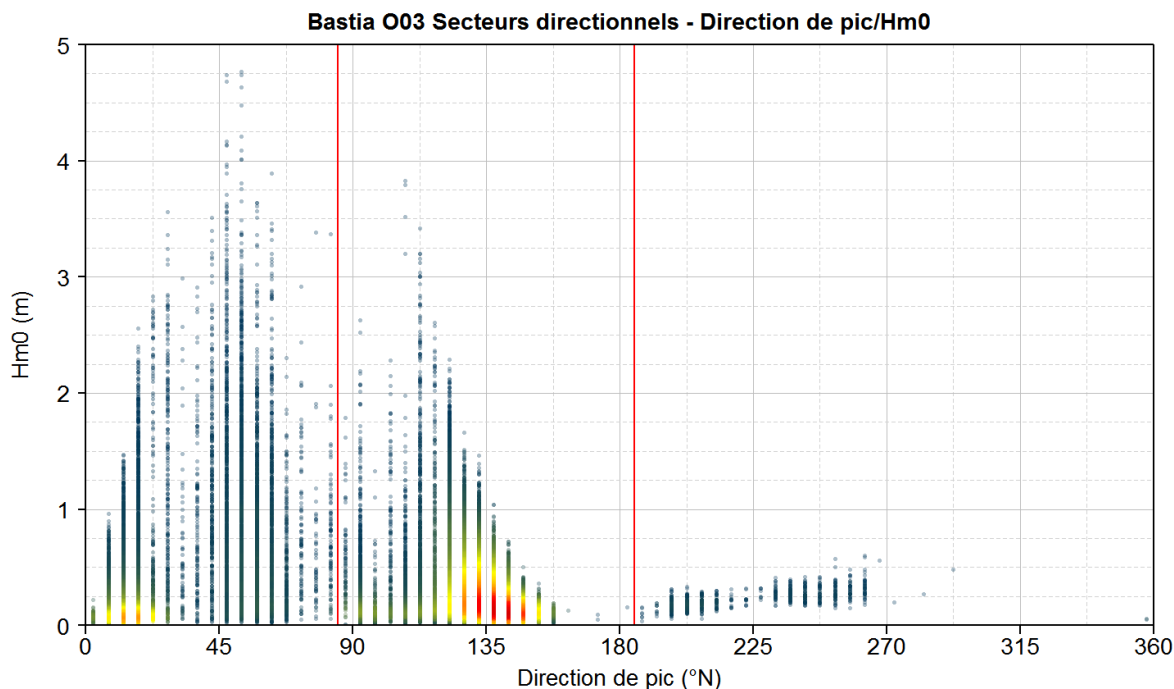
La rose de houle présentée en Figure 4 montre la prédominance du secteur SE, avec néanmoins la présence d'un secteur NE susceptible de générer des agitations dans le port, du fait de l'orientation de sa passe d'entrée.

Le secteur NE, entre 0 et 85°N, regroupe 26,3 % des états de mer tandis que le secteur SE, défini entre 85 et 185°N, inclut 72,4 % des occurrences.

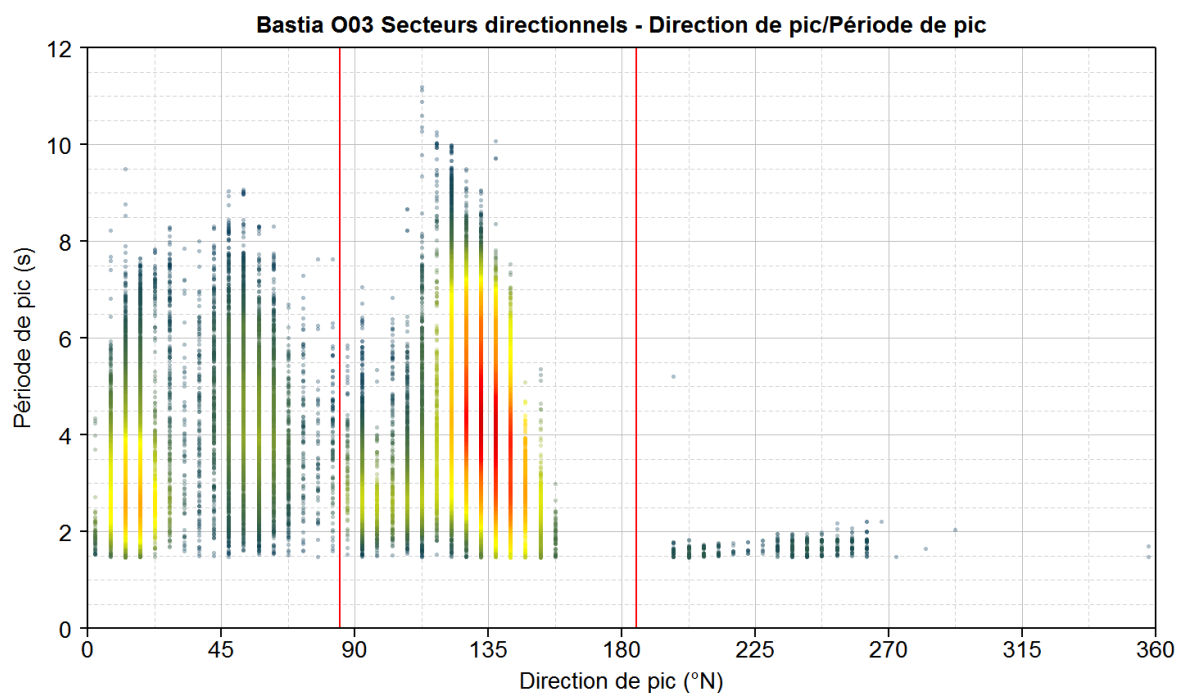


**Figure 4. Rose de houle au point O03**

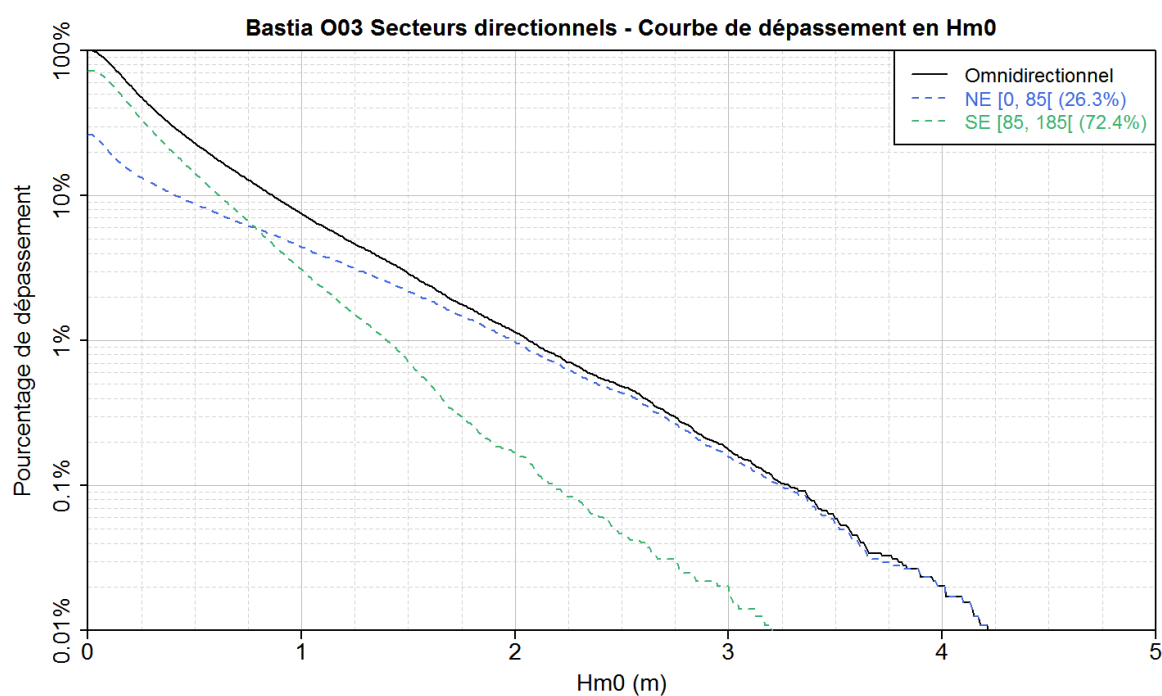
Ces secteurs sont caractérisés sur les Figure 5 à Figure 7 ci-après. On observe que les tempêtes les plus énergétiques proviennent du secteur NE, tandis que les périodes les plus élevées sont observées dans le secteur SE (celui attaquant frontalement la digue en caisson sur pieux).



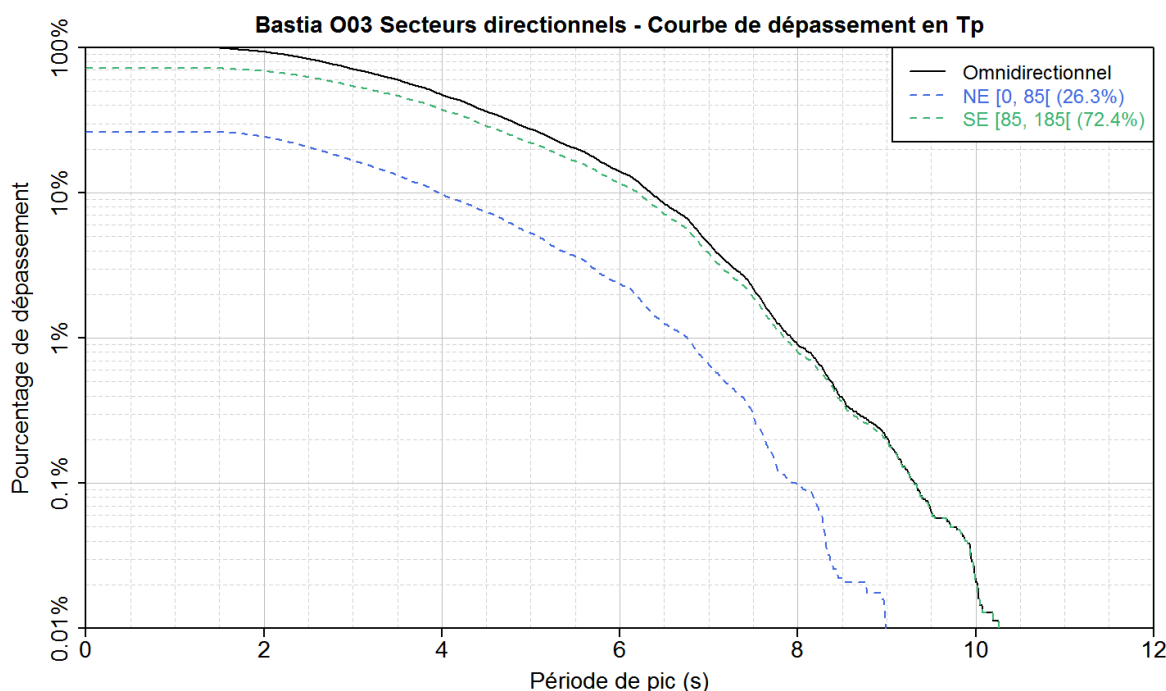
**Figure 5. Nuage de points Hm0/Dirp et définition des secteurs directionnels au point O03**



**Figure 6. Nuage de points  $T_p/D_{irp}$  et définition des secteurs directionnels au point O03**



**Figure 7. Courbes de fréquence de dépassement en  $H_{m0}$  au point O03**



**Figure 8. Courbes de fréquence de dépassement en  $T_p$  au point 003**

## 1.3. ETATS DE MER EXTREMES

### 1.3.1. Méthodologie

#### 1.3.1.1. Extrapolation des hauteurs significatives

La méthodologie de calcul des extrêmes est la suivante :

- détermination de populations homogènes sur la base de critères directionnels ou autres (par exemple la cambrure des vagues) ;
- *declustering* de la série temporelle (couvrant une période de  $K$  années) par la méthode du renouvellement ou méthode POT (*Peaks-Over-Threshold*) :
  - identification et extraction depuis la série temporelle des évènements de tempête par un critère de dépassement d'un « seuil physique »  $u_p$  fixe de façon à obtenir environ  $\lambda_p = 5$  à 10 tempêtes par an en moyenne,
  - seul le pic de chaque tempête est retenu de façon à former un échantillon de  $N_p$  données ( $\lambda_p = N_p/K$ ) considérées comme indépendantes et identiquement distribuées (i.i.d., c'est-à-dire homogène),
- analyse des valeurs extrêmes sur l'échantillon i.i.d. obtenu :
  - détermination d'un « seuil statistique »  $u_s$  au-dessus duquel on considère se trouver dans le « domaine extrême » : seul les  $N$  pics excédant ce seuil statistique sont retenus pour l'ajustement de l'étape suivante (soit  $\lambda = N/K$  pics par an en moyenne),
  - ajustement de lois de probabilité à l'échantillon des pics extrêmes ainsi obtenu, parmi lesquelles la distribution généralisée de Pareto (GPD), la distribution de Weibull, la distribution exponentielle et la distribution Gamma,



- détermination du meilleur ajustement (par le calcul du  $\chi^2$  ou la distance de Kolmogorov-Smirnov),
- calcul des quantiles (niveau de retour) pour les périodes de retour recherchées,
- calcul des intervalles de confiance par *bootstrap*.

Cette méthodologie correspond à l'état de l'art et a fait l'objet par ARTELIA Maritime de plusieurs présentations en congrès et publications dans des revues à comité de lecture (Ref. [3] à [5]), et a été pleinement exposée et justifiée dans une thèse de doctorat (Ref. [6]).

### 1.3.1.2. Association des périodes aux hauteurs significatives extrêmes

Un intervalle de périodes de pic  $T_p$  est associé aux valeurs extrêmes de  $H_s$  (pour chaque secteur directionnel) en ajustant des lois paraboliques  $H_s = a \times T_p^2 + b$  sur les bornes inférieure et supérieure du nuage de points  $H_s/T_p$ . Le choix d'une loi parabolique est justifié par les relations théoriques qui existent entre  $H_s$  et  $T_p$  pour les spectres de Pierson-Moskowitz et de JONSWAP. Ces relations, valides pour des mers de vent, reposent sur la cambrure de la houle au large qui est fonction de  $H_s/T_p^2$ .

Cependant, en présence d'un mélange de mers de vent et de houle (*swell*), une formulation de type mer de vent n'est pas pertinente pour la borne supérieure. Dans un tel cas, une borne supérieure mixte est définie : de type mer de vent ( $H_{m0} = a_1 \times T_p^2 + b_1, a_1 > 0$ ) pour les plus grandes périodes de retour, et de type houle ( $H_{m0} = a_2 \times T_p^2 + b_2, a_2 < 0$ ) pour les plus petites.

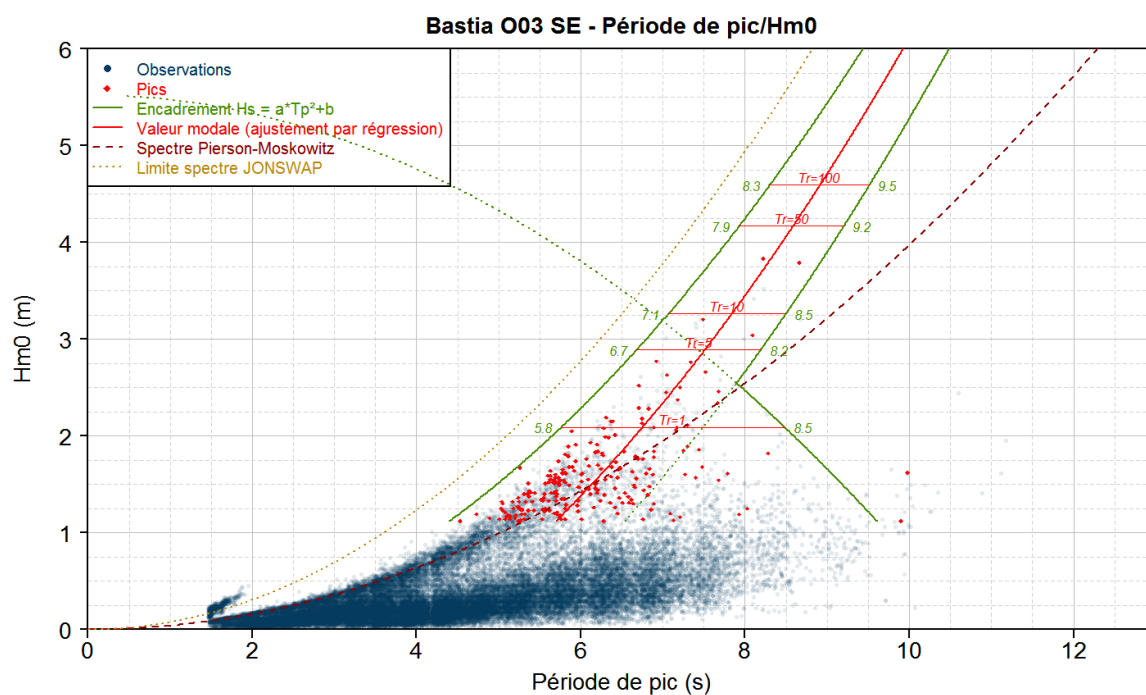
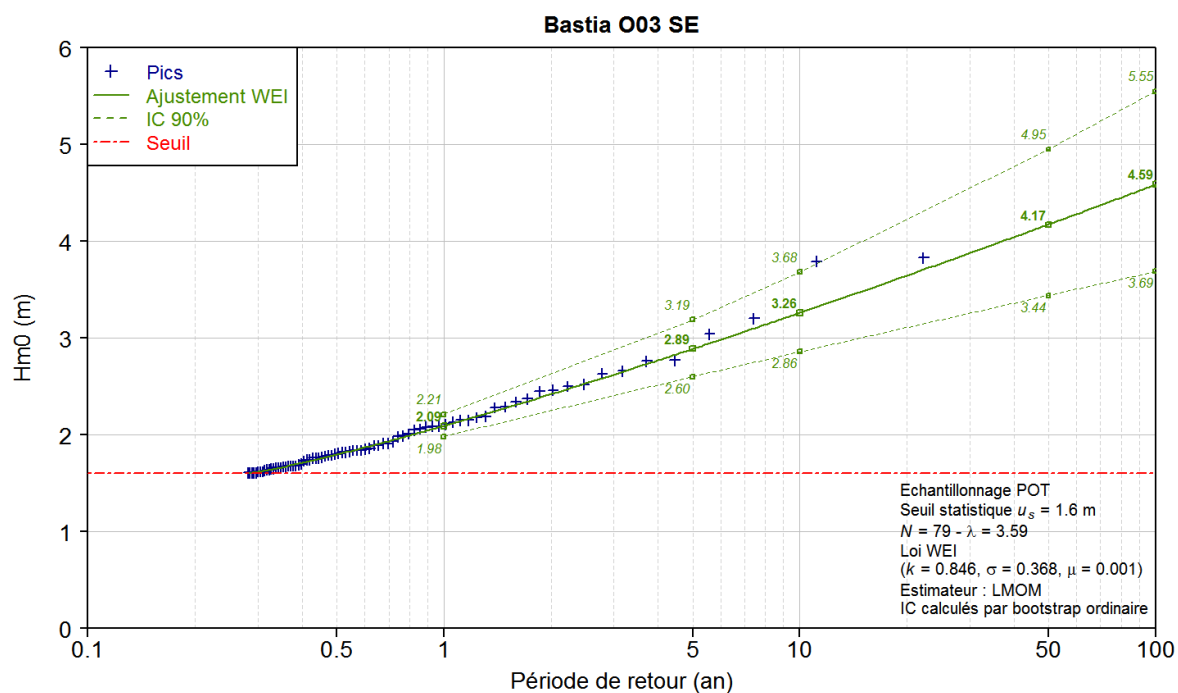
Enfin, une valeur modale (la plus probable) de  $T_p$  associée aux  $H_s$  extrêmes est ajoutée aux valeurs inférieure et supérieure, par ajustement d'une régression linéaire entre  $H_s$  et  $T_p^2$  sur les pics de tempête.

## 1.3.2. Résultats

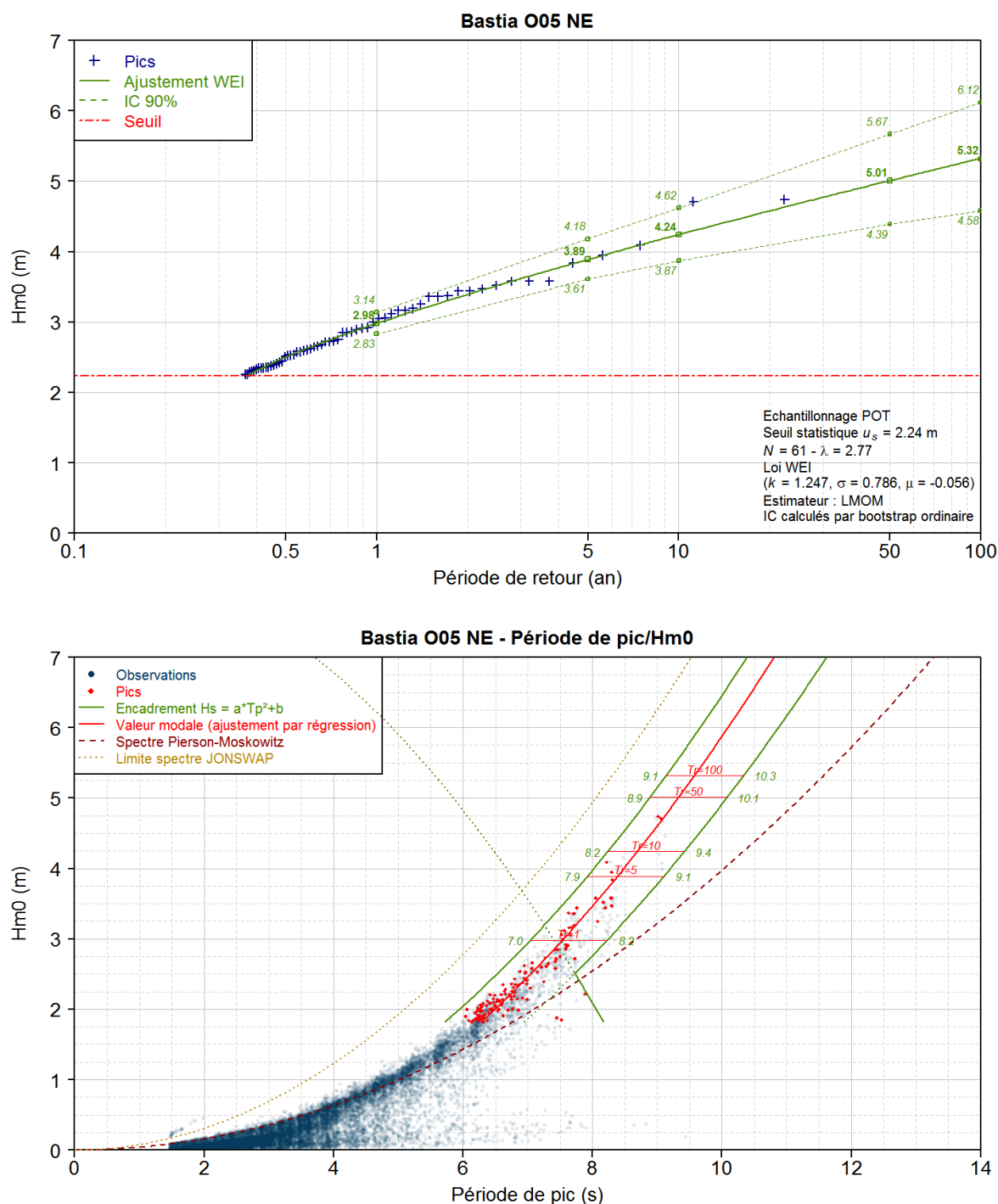
Les résultats des extrapolations aux points O03 et O05 pour les deux secteurs NE et SE sont récapitulés dans le **Tableau 1** ci-après et illustrés sur les **Figure 9** (secteur SE au point O03) et **Figure 10** (secteur NE au point O05).

**Tableau 1 – Etats de mer extrêmes aux points O03 et O05**

|     | Période de retour (an) | Nord-Est     |             |                  | Sud-Est      |             |                 |
|-----|------------------------|--------------|-------------|------------------|--------------|-------------|-----------------|
|     |                        | $H_{m0}$ (m) | IC 90 % (m) | $T_p$ (s)        | $H_{m0}$ (m) | IC 90 % (m) | $T_p$ (s)       |
| O03 | 1                      | 3,03         | 2,88 - 3,20 | 7,0 - 7,6 - 8,5  | 2,09         | 1,98 - 2,21 | 6,0 - 6,8 - 8,5 |
|     | 5                      | 3,94         | 3,66 - 4,23 | 8,0 - 8,4 - 9,0  | 2,89         | 2,60 - 3,19 | 6,5 - 7,5 - 8,0 |
|     | 10                     | 4,28         | 3,92 - 4,66 | 8,5 - 8,7 - 9,5  | 3,26         | 2,86 - 3,68 | 7,0 - 7,8 - 8,5 |
|     | 50                     | 5,03         | 4,42 - 5,68 | 9,0 - 9,3 - 10,0 | 4,17         | 3,44 - 4,95 | 8,0 - 8,6 - 9,0 |
|     | 100                    | 5,33         | 4,61 - 6,11 | 9,0 - 9,5 - 10,5 | 4,59         | 3,69 - 5,55 | 8,5 - 8,9 - 9,5 |
| O05 | 1                      | 2,98         | 2,83 - 3,14 | 7,0 - 7,5 - 8,0  | 2,10         | 2,00 - 2,22 | 6,0 - 6,8 - 8,5 |
|     | 5                      | 3,89         | 3,61 - 4,18 | 8,0 - 8,4 - 9,0  | 2,90         | 2,62 - 3,20 | 6,5 - 7,5 - 8,0 |
|     | 10                     | 4,24         | 3,87 - 4,62 | 8,0 - 8,7 - 9,5  | 3,28         | 2,88 - 3,70 | 7,0 - 7,9 - 8,5 |
|     | 50                     | 5,01         | 4,39 - 5,67 | 9,0 - 9,3 - 10,0 | 4,21         | 3,48 - 5,00 | 8,0 - 8,7 - 9,0 |
|     | 100                    | 5,32         | 4,58 - 6,12 | 9,0 - 9,6 - 10,5 | 4,64         | 3,73 - 5,62 | 8,5 - 9,0 - 9,5 |



**Figure 9. Extrapolation des états de mer de SE au point 003**



**Figure 10. Extrapolation des états de mer de NE au point O05**

En termes de  $H_{m0}$  extrêmes, les résultats sont très proches de ceux de l'étude de la Carbonite (Réf. [1]), la méthodologie ayant très peu évolué. En revanche, l'association d'un intervalle de périodes a été affinée, ce qui se traduit notamment par des périodes plus petites associées à la houle centennale de SE, de l'ordre de 9 s contre 11 s dans la précédente étude.

oOo

## 2. CARACTERISATION HYDRAULIQUE DE LA DIGUE EN CAISSON SUR PIEUX

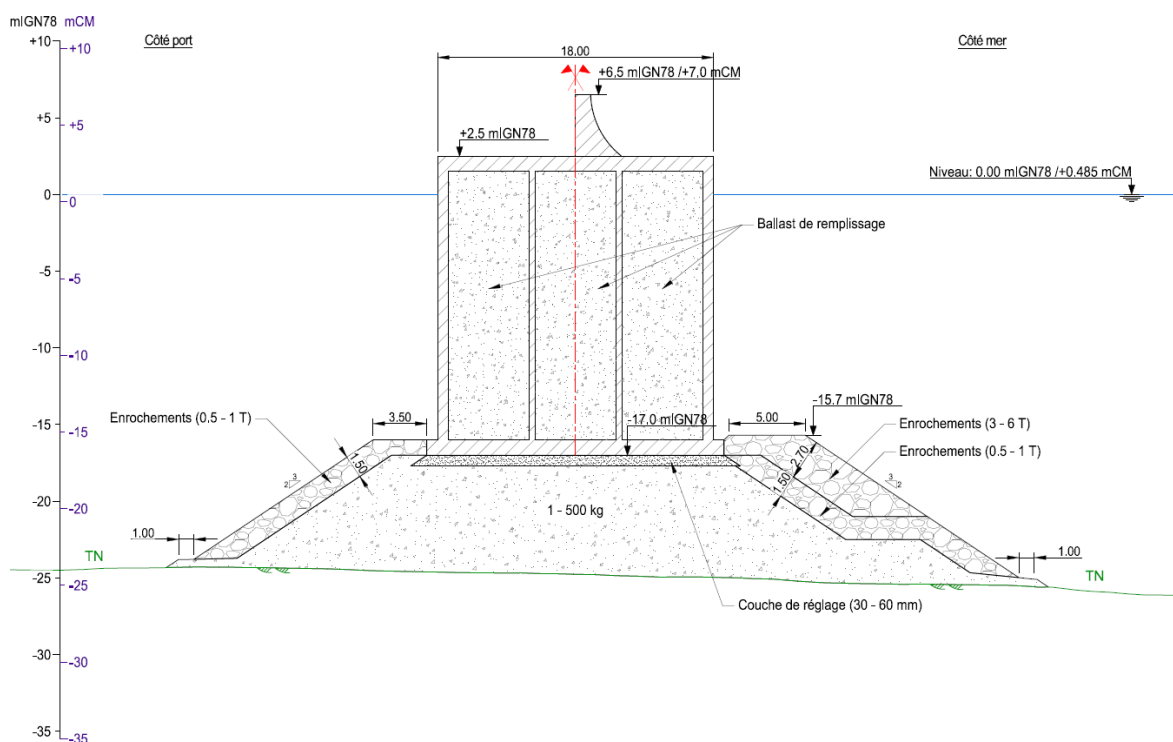
### 2.1. OBJECTIFS

L'objectif de cette partie est de caractériser le comportement hydraulique de la section de digue pour laquelle il est envisagé de recourir à une typologie de caisson sur pieux, et plus exactement d'estimer son coefficient de transmission  $C_t$ .

Pour cela, on utilise un code de calcul de type « canal à houle numérique », le logiciel IH2-VOF, et l'on teste les interactions d'une section type pour des états de mer de différentes périodes, en faisant varier le tirant d'eau.

### 2.2. SECTION-TYPE DE LA DIGUE EN CAISSON SUR PIEUX

La section-type est issue de l'étude de 2015 sur le port de la Carbonite (Ref. [1]), et en particulier du jeu de plans attaché au rapport M5-R3. Il s'y trouve les coupes-types d'une digue en caisson, notamment au point métrique PM 850, situé à environ 25 m de profondeur (Figure 11). C'est cette section de digue qu'il est envisagé de transformer en caisson sur pieux.



**Figure 11. Coupe-type de la digue en caisson au PM 850 issue de l'étude du port de la Carbonite (ARTELIA, 2016)**

La partie basse de la digue (talus) est ainsi vouée à disparaître, remplacée par une fondation sur pieux. En revanche, l'étude de 2016 a déjà permis de déterminer la largeur du caisson (18 m) et la forme du mur chasse-mer, notamment vis-à-vis des franchissements. Conserver la largeur permettrait également de conserver la continuité pour le génie civil.



Par conséquent, on décide de maintenir inchangée la géométrie supérieure de la digue (largeur, cote de crête, mur chasse-mer). La géométrie inférieure consistera uniquement à fixer la cote inférieure du caisson, partant son tirant d'eau.

À ce stade de l'étude, les pieux ne sont pas représentés dans le modèle. En effet :

- les pieux ne sont pas encore dimensionnés (diamètre, espacement...) ;
- le modèle numérique est bi-dimensionnel, de type canal : aussi n'est-il pas possible de représenter une succession de pieux espacés.

On peut néanmoins estimer, en première approche, que les pieux, vus de face, occuperaient environ 25 % de l'espace, ce qui permet d'évaluer grossièrement à quel point cette hypothèse est conservative. Ainsi, toutes choses égales par ailleurs, les résultats du modèle numérique vont surestimer le coefficient de transmission.

## **2.3. DESCRIPTION DU MODELE NUMERIQUE**

### **2.3.1. Code de calcul**

IH2VOF est un code de type « canal à houle numérique » développé par l'Institut d'Hydraulique de Cantabrie (IH Cantabria, Santander, Espagne) sur la base du code COBRAS de l'Université de Cornell (USA), lui-même basé sur code RIPPLE développé au Las Alamos Laboratory (USA).

Ce code permet de traiter les aspects hydrauliques de l'interaction houle/structure : *run-up/run-down*, franchissements, transmission à travers l'ouvrage, réflexion, pressions et efforts induits par la houle...

Il permet également de traiter les problématiques associées à la propagation des vagues sur une plage et en particulier dans la zone de déferlement.

IH2VOF résout les équations dite VARANS (Volume-Averaged Reynolds-Averaged Navier Stokes) de continuité et conservation de la quantité de mouvement dans le plan vertical (2DV).

Il permet d'obtenir en sortie et en tout point du domaine de calcul position de la surface libre, pressions, vitesses d'écoulement, énergie cinétique turbulente, etc.

Les équations VARANS permettent la représentation des milieux poreux et la modélisation des écoulements à l'intérieur de ces milieux. IH2VOF permet ainsi, par exemple, de modéliser les écoulements poreux dans les digues à talus et dans les embases en enrochements de caissons.

Les obstacles et milieux poreux pris en compte par le code sont indéformables : IH2VOF ne permet pas de traiter les aspects liés à la déformation des carapaces de digues à talus ou les mouvements de caissons par exemple.

Le suivi de la surface libre se base sur une technique dite VOF (« *Volume of Fluid* »), ce qui autorise la modélisation d'écoulements complexes, et notamment les écoulements en houle déferlante.

Enfin, ce code a fait l'objet de nombreux travaux de validation, sur un vaste éventail de typologies d'ouvrage, ce qui en garantit la fiabilité. Près de 12 ans de développements et travaux de validation ont été conduits à IH Cantabria sur la base de mesures en laboratoire et nature, pour faire d'IH2VOF un outil d'ingénierie.

## **2.3.2. Mise en œuvre du modèle**

### **2.3.2.1. Profil bathymétrique**

Les profils des fonds au niveau de l'ouvrage étudié montrent une pente moyenne de l'ordre de 5 %. On choisira ainsi pour le modèle une pente uniforme de 5 %, s'étendant jusqu'à une profondeur d'environ 43 m, sur une longueur de 400 m.

L'ouvrage est implanté à une profondeur de 25 m.

### **2.3.2.2. Structures**

La digue en caisson est représentée suivant les principes exposés en section 2.2, sans représentation des pieux, avec un tirant d'eau variable. Trois valeurs sont étudiées pour cette dernière grandeur : 10 m, 15 m, 17,5 m.

### **2.3.2.3. Maillage**

Le modèle fait 400 m en longueur et 60 m en hauteur. Sa résolution horizontale varie de 0,40 m au batteur à 0,10 m à la structure ; sa résolution verticale varie de 0,40 m à 0,10 m.

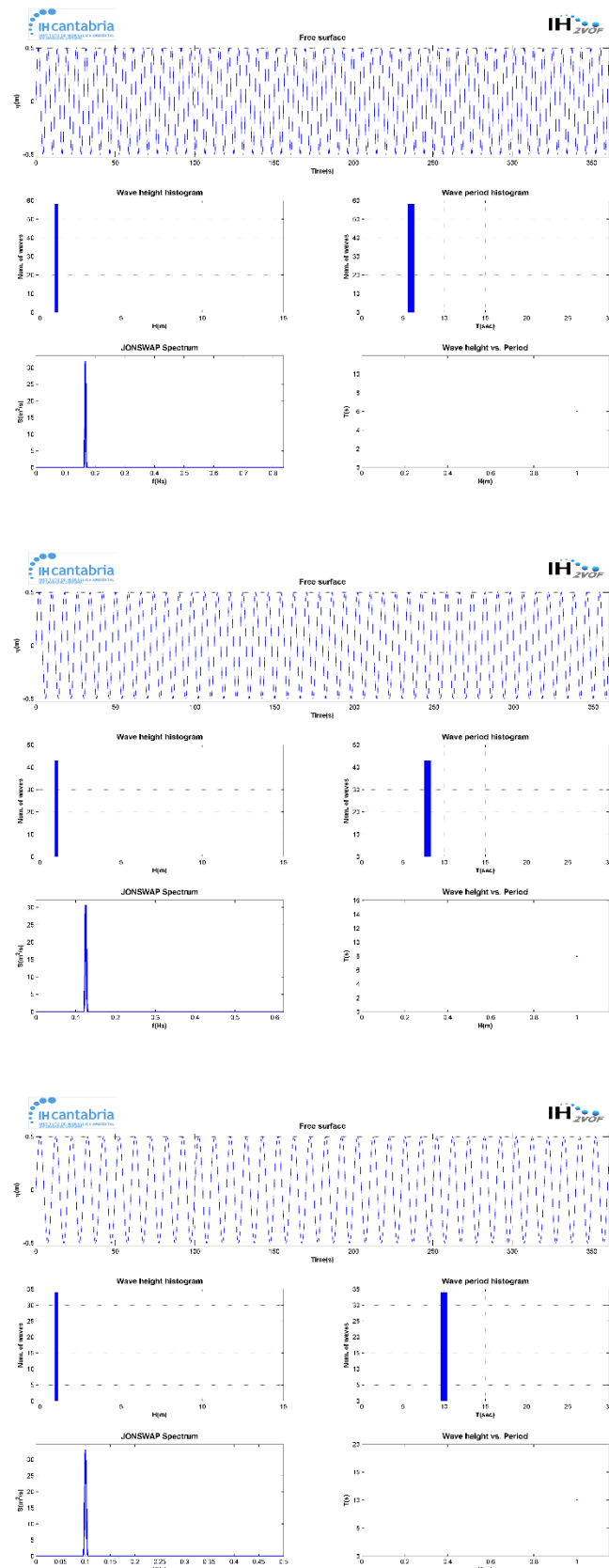
Ainsi, le maillage comprend 1642 (à l'horizontale) x 471 (à la verticale) nœuds.

### **2.3.2.4. Conditions d'entrée en houle**

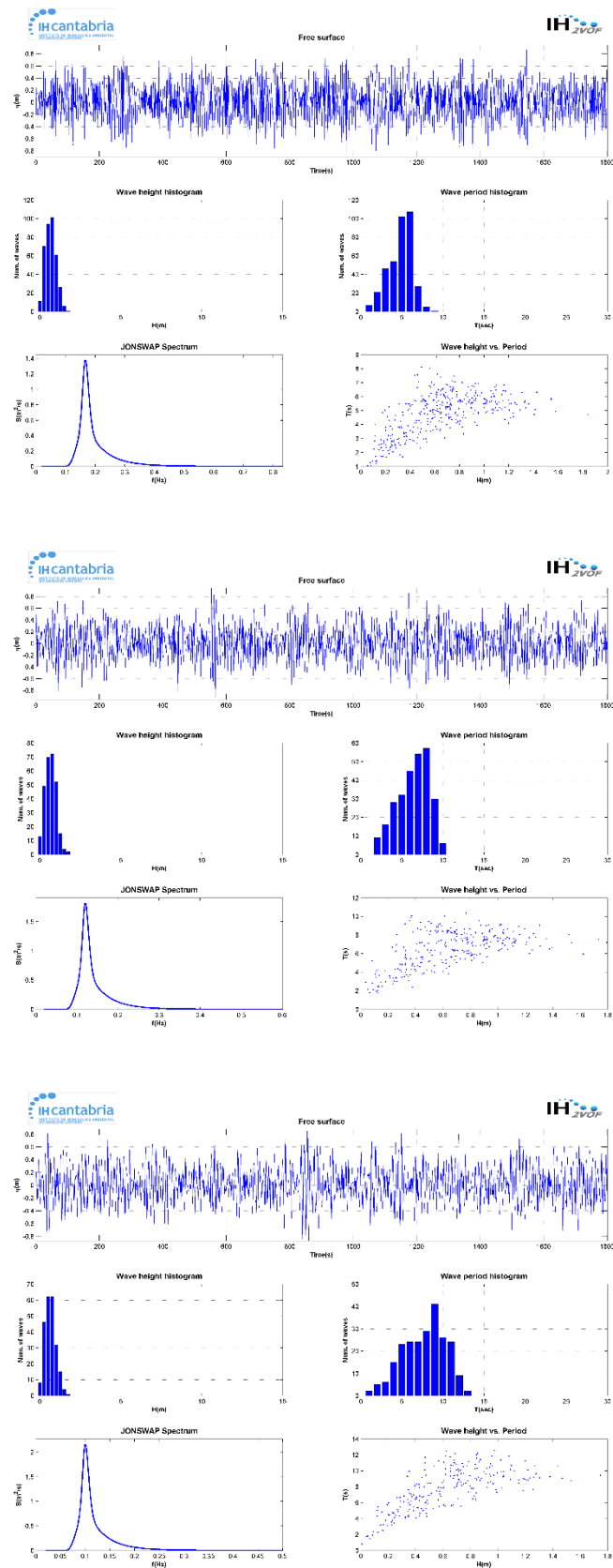
Une série temporelle d'élévation de la surface libre est générée au batteur numérique pour des houles régulières et irrégulières, ceci pour 3 périodes : 6 s, 8 s et 10 s.

Les houles régulières sont générées sur 180 s. Chaque vague successive a la même période et hauteur (1 m). Les séries générées sont illustrées sur la [Figure 12](#).

Les houles irrégulières sont générées sur 1800 s. Chaque vague a une hauteur et une période distincte. La hauteur significative  $H_s$  est de 1 m, et la période de pic  $T_p$  est de 6, 8 ou 10 s. Le spectre en fréquences est de type JONSWAP. Les séries générées sont illustrées sur la [Figure 13](#).



**Figure 12. Génération des vagues régulières au batteur numérique : 6, 8 et 10 s**



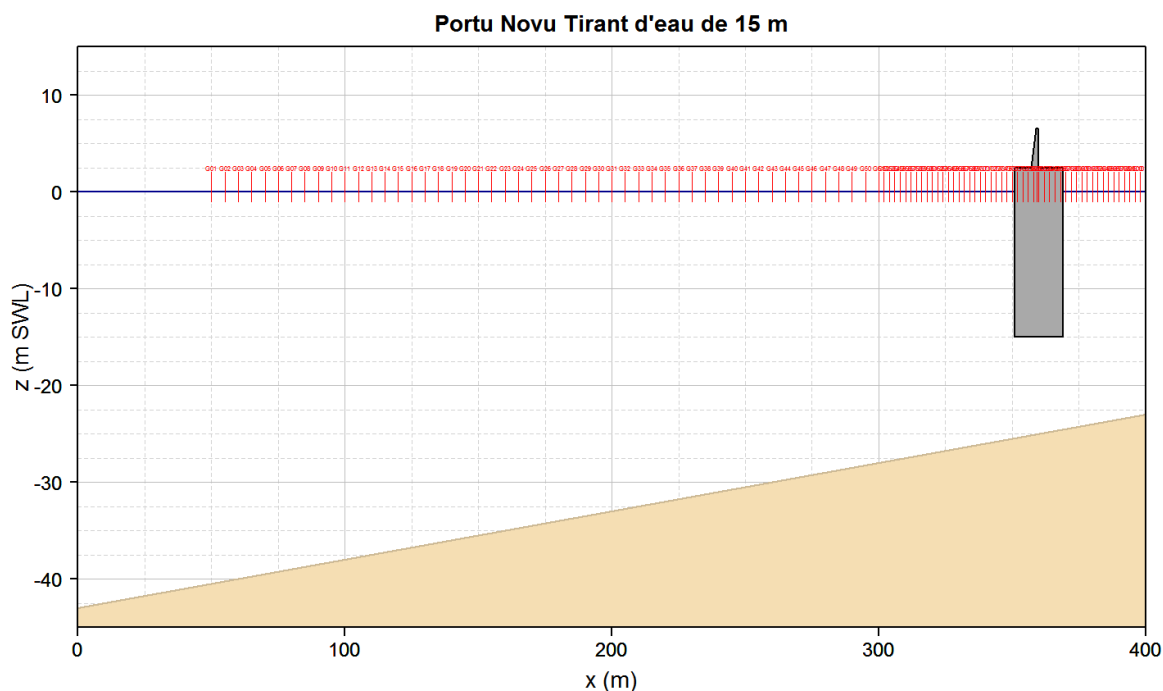
**Figure 13. Génération des vagues irrégulières au batteur numérique : 6, 8 et 10 s**



### 2.3.3. Sortie du modèle

Le modèle calcule l'évolution temporelle de la cote de surface libre  $\eta(x, t)$  due à la propagation de la houle dans le canal et à son interaction avec le caisson.

Les séries temporelles de  $\eta$  sont extraites à un ensemble de sondes à houles numériques réparties le long du canal (Figure 14). À chaque sonde, les propriétés des vagues sont analysées de façon à calculer leur hauteur. Il est à noter que cette analyse n'est réalisée qu'après une certaine durée, de façon à permettre la propagation des premières vagues et l'installation d'un régime stationnaire.

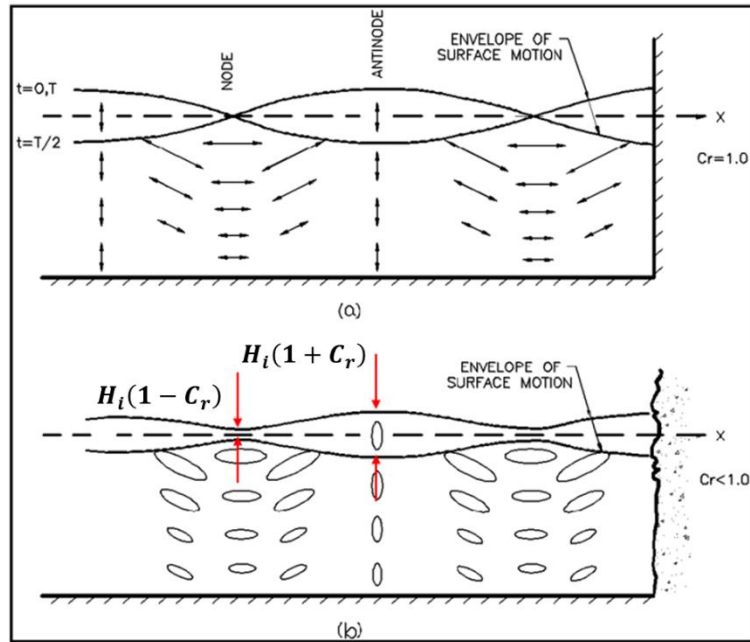


**Figure 14. Localisation des sondes numériques le long du canal (configuration pour un tirant d'eau de 15 m)**

La hauteur de houle à chaque sonde va résulter de :

- la combinaison des vagues incidentes et réfléchies pour les sondes à gauche du caisson ;
- les vagues transmises pour les sondes à droite du caisson.

Dans le cas des houles régulières, la réflexion à une frontière solide crée une onde stationnaire avec un système de nœuds et de ventres espacés de  $L/4$ , où  $L$  est la longueur d'onde. Le coefficient de réflexion  $C_r$  peut alors être déduit du ratio entre la hauteur de vague incidente  $H_i$  et l'amplitude des nœuds ou des ventres, comme illustré sur la Figure 15 ci-après. Le coefficient de transmission  $C_t$  se déduit simplement comme le ratio de la hauteur transmise  $H_t$  sur la hauteur incidente  $H_i$ .



**Figure 15. Évaluation du coefficient de réflexion pour les vagues régulières (Coastal Engineering Manual, Fig. II-7-23)**

Dans le cas des houles irrégulières, on rappelle les définitions et relations suivantes reliant les coefficients de réflexion  $C_r$  et de transmission  $C_t$  aux hauteurs significatives spectrales  $H_{m0}$  incidente ( $i$ ), réfléchie ( $r$ ), transmise ( $t$ ), ainsi qu'à la superposition des houles incidentes et réfléchies ( $i + r$ ) :

$$\begin{cases} C_r = \frac{H_{m0,r}}{H_{m0,i}} \\ C_t = \frac{H_{m0,t}}{H_{m0,i}} \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} H_{m0,i+r} = \sqrt{1 + C_r^2} H_{m0,i} \\ H_{m0,t} = C_t H_{m0,i} \end{cases}$$

Les valeurs de  $H_{m0,r}$  et  $H_{m0,i+r}$  en fonction de  $C_r$  sont récapitulées dans le [Tableau 2](#) ci-après.

**Tableau 2 - Hauteur significative spectrale incidente, réfléchie et combinée en fonction du coefficient de réflexion**

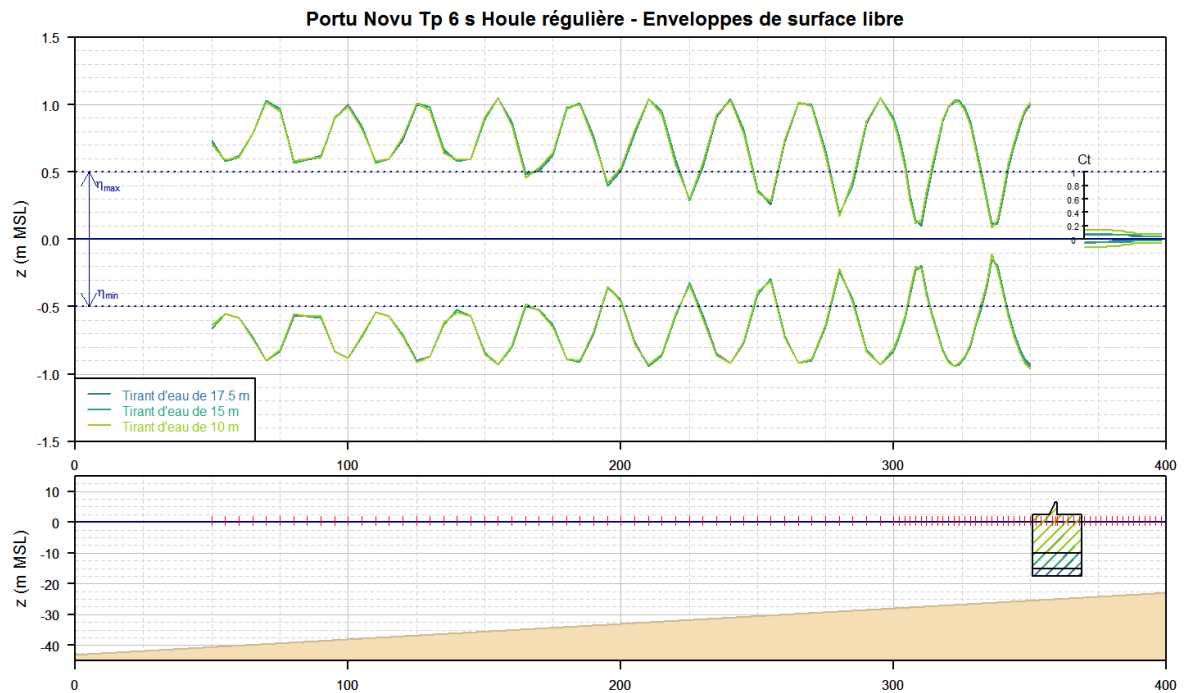
| $C_r$ | $H_{m0,i}$ | $H_{m0,r}$ | $H_{m0,tot}$ | $C_r$ | $H_{m0,i}$ | $H_{m0,r}$ | $H_{m0,tot}$ |
|-------|------------|------------|--------------|-------|------------|------------|--------------|
| 0.05  | 1          | 0.05       | 1.00         | 0.55  | 1          | 0.55       | 1.14         |
| 0.10  | 1          | 0.10       | 1.00         | 0.60  | 1          | 0.60       | 1.17         |
| 0.15  | 1          | 0.15       | 1.01         | 0.65  | 1          | 0.65       | 1.19         |
| 0.20  | 1          | 0.20       | 1.02         | 0.70  | 1          | 0.70       | 1.22         |
| 0.25  | 1          | 0.25       | 1.03         | 0.75  | 1          | 0.75       | 1.25         |
| 0.30  | 1          | 0.30       | 1.04         | 0.80  | 1          | 0.80       | 1.28         |
| 0.35  | 1          | 0.35       | 1.06         | 0.85  | 1          | 0.85       | 1.31         |
| 0.40  | 1          | 0.40       | 1.08         | 0.90  | 1          | 0.90       | 1.35         |
| 0.45  | 1          | 0.45       | 1.10         | 0.95  | 1          | 0.95       | 1.38         |
| 0.50  | 1          | 0.50       | 1.12         | 1     | 1          | 1.00       | 1.41         |

## 2.4. DETERMINATION DU COEFFICIENT DE TRANSMISSION DE LA DIGUE EN CAISSON SUR PIEUX

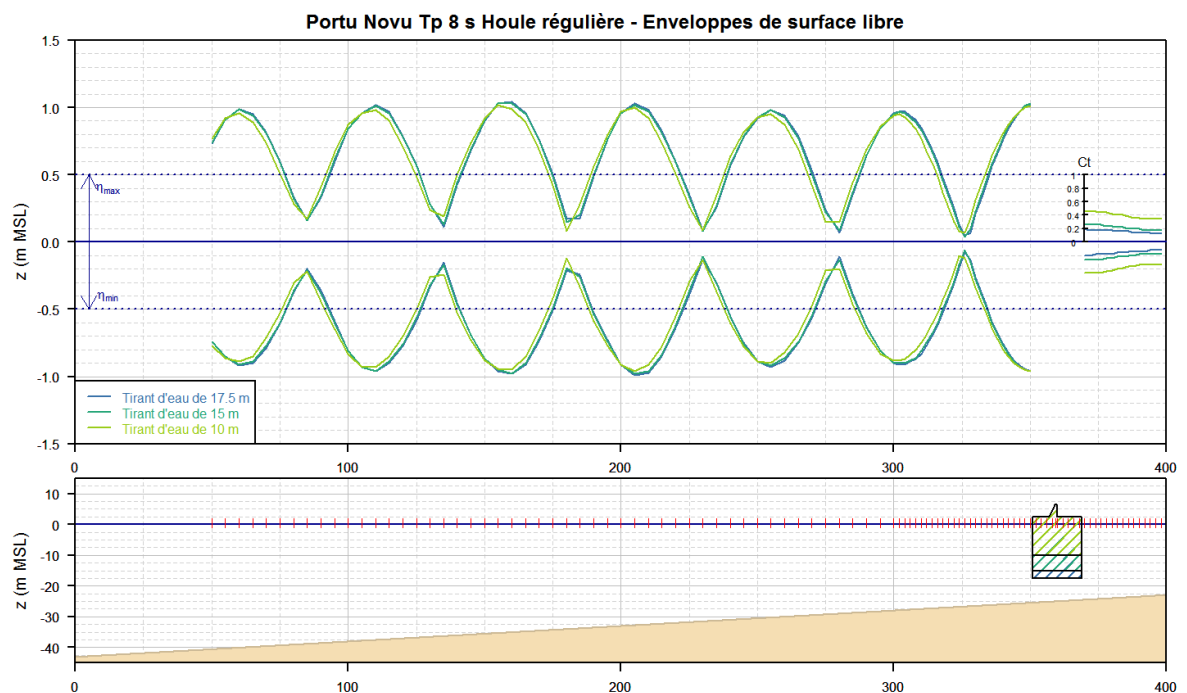
### 2.4.1. Houles régulières

Les enveloppes de surface libre pour les trois configurations étudiées (tirants d'eau de 10, 15, et 17,5 m) et les trois périodes (6, 8 et 10 s) sont illustrées sur les Figure 16 à Figure 18 ci-après. Elles se lisent ainsi :

- le graphe du haut présente les enveloppes de surface maximale ( $\eta_{max}$ ) et minimale ( $\eta_{min}$ ) pour les trois configurations. On rappelle que les enveloppes correspondent, en tout point, à la cote maximale (resp. minimale) atteinte par la surface libre tout au long du calcul. Si la réflexion est nulle à l'ouvrage, ces enveloppes correspondent à deux lignes droites situées à +/- 0,5 m du niveau moyen (représentées en pointillés bleus). En présence de réflexion, un système de nœuds et de ventres apparaît. À droite de l'ouvrage, on peut facilement mettre en relation la position observée de l'enveloppe avec le coefficient de transmission  $C_t$  : une échelle permet de le visualiser ;
- le graphe du bas illustre le modèle et la position des sondes, les trois configurations de caisson étant superposées.

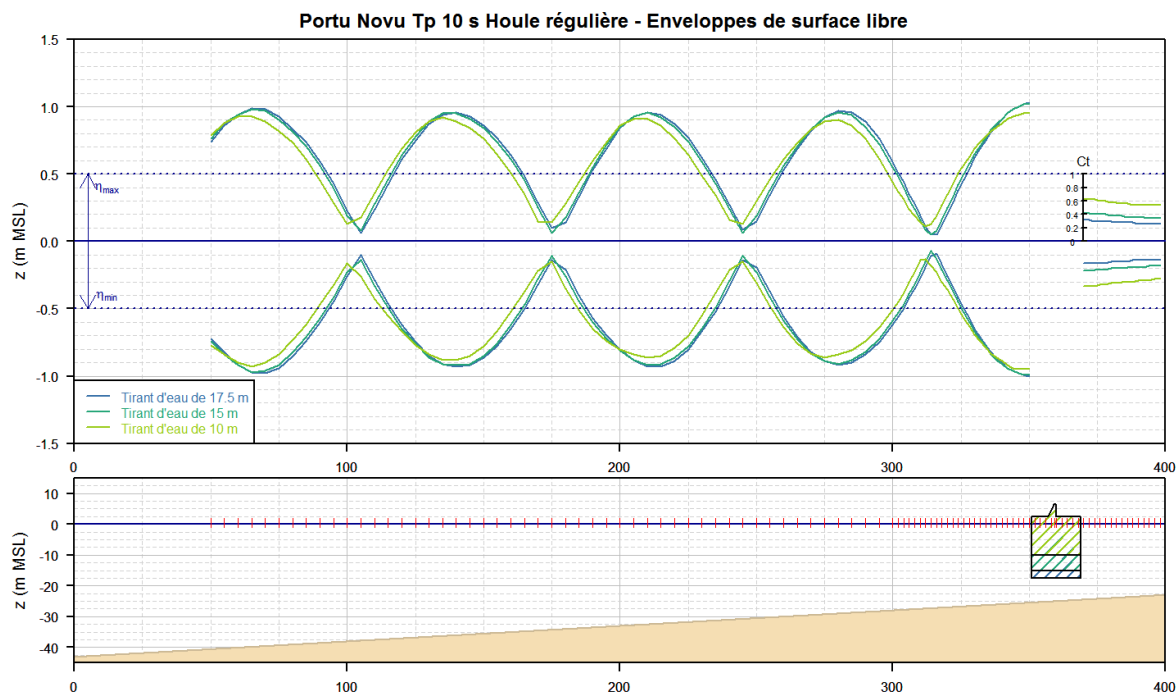


**Figure 16. Enveloppes de surface libre – Houle régulière, 6 s**



**Figure 17. Enveloppes de surface libre – Houle régulière, 8 s**





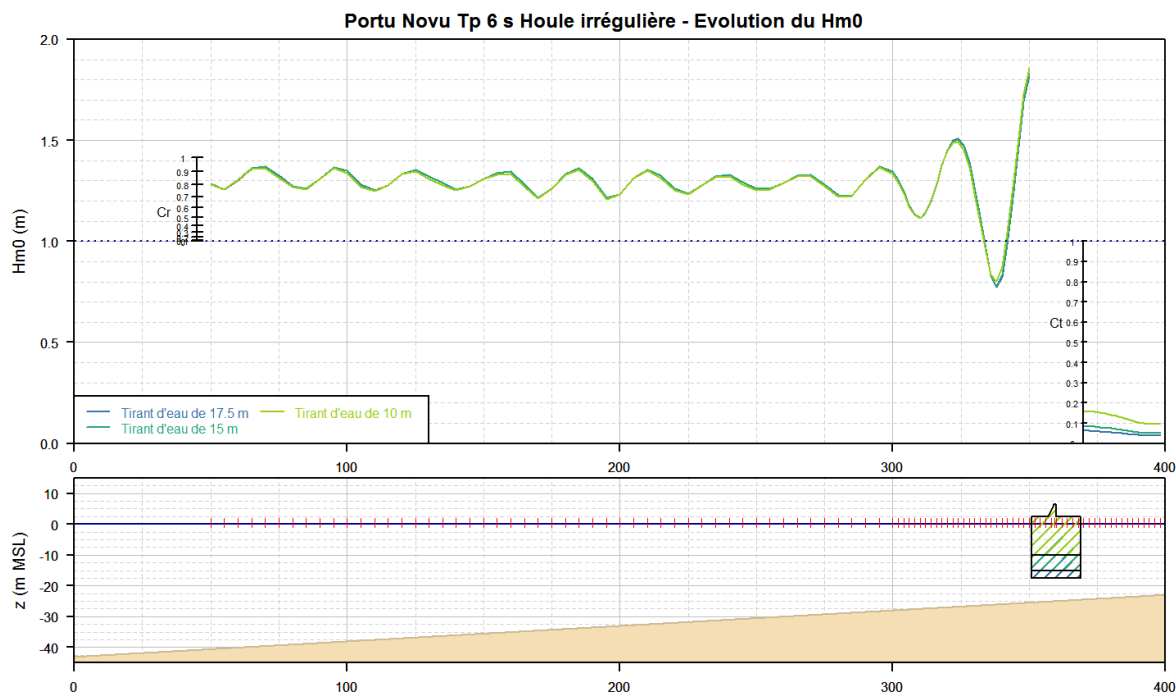
**Figure 18. Enveloppes de surface libre – Houle régulière, 10 s**

On observe fort logiquement que la transmission augmente avec la période, et diminue avec le tirant d'eau. Pour un tirant d'eau de 10 m,  $C_t$  varie d'environ 10 % pour une houle de 6 s à environ 55-60 % pour une houle de 10 s. Pour un tirant d'eau de 17,5 m, ces valeurs sont réduites à environ 5 % et 25 %, respectivement.

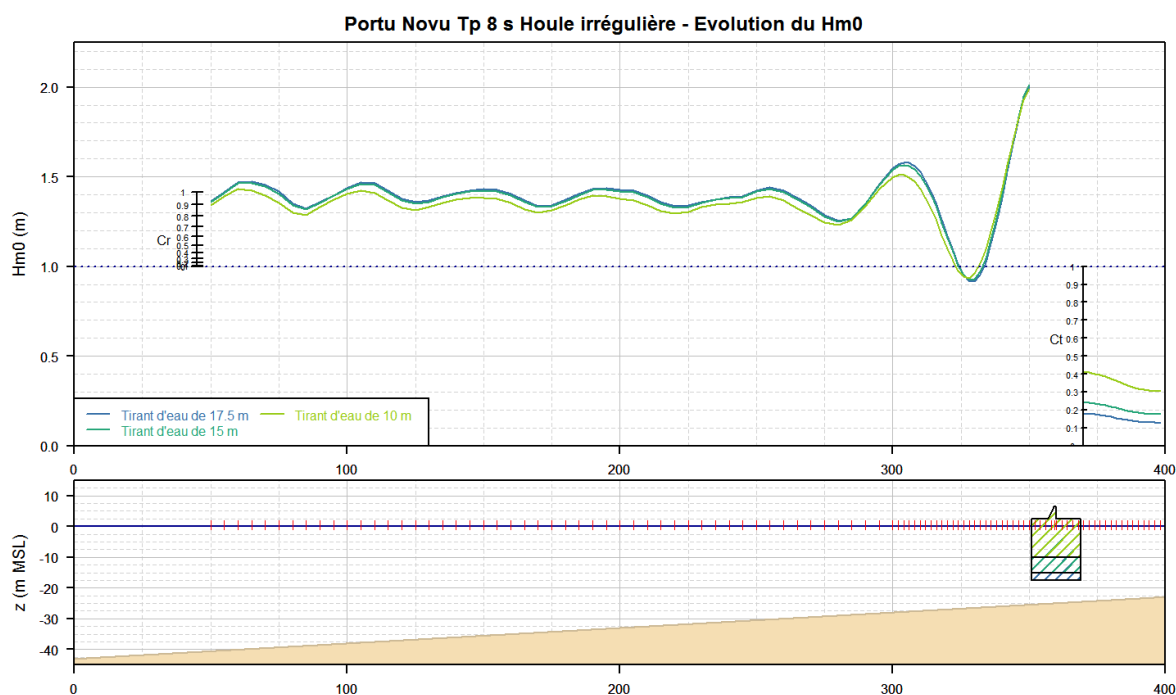
#### 2.4.2. Houles irrégulières

Dans le cas des houles irrégulières, l'estimation de la réflexion et de la transmission se fait en examinant l'évolution de la hauteur  $H_{m0}$  le long du profil, comme illustré sur les Figure 19 à Figure 21 ci-après. Elles se lisent ainsi :

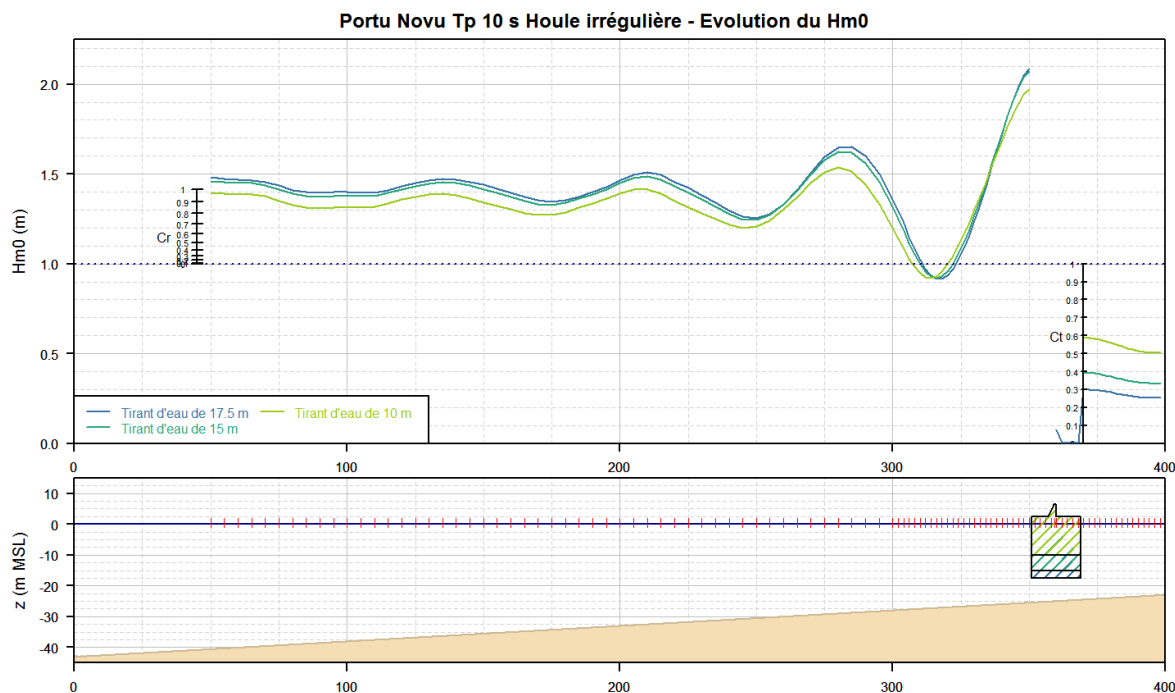
- le graphe du haut présente l'évolution du  $H_{m0}$  à chaque sonde : à gauche du caisson, il s'agit de la combinaison des vagues incidentes et réfléchies  $H_{m0,i+r}$  ; à droite des houles transmises  $H_{m0,t}$ . À partir des relations rappelées dans le système d'équations (2), on peut tracer des échelles de  $C_r$  et de  $C_t$  pour faciliter la visualisation ;
- le graphe du bas illustre le modèle et la position des sondes, les trois configurations de caisson étant superposées.



**Figure 19. Evolution de la hauteur significative spectrale – Houle irrégulière, 6 s**



**Figure 20. Evolution de la hauteur significative spectrale – Houle irrégulière, 8 s**



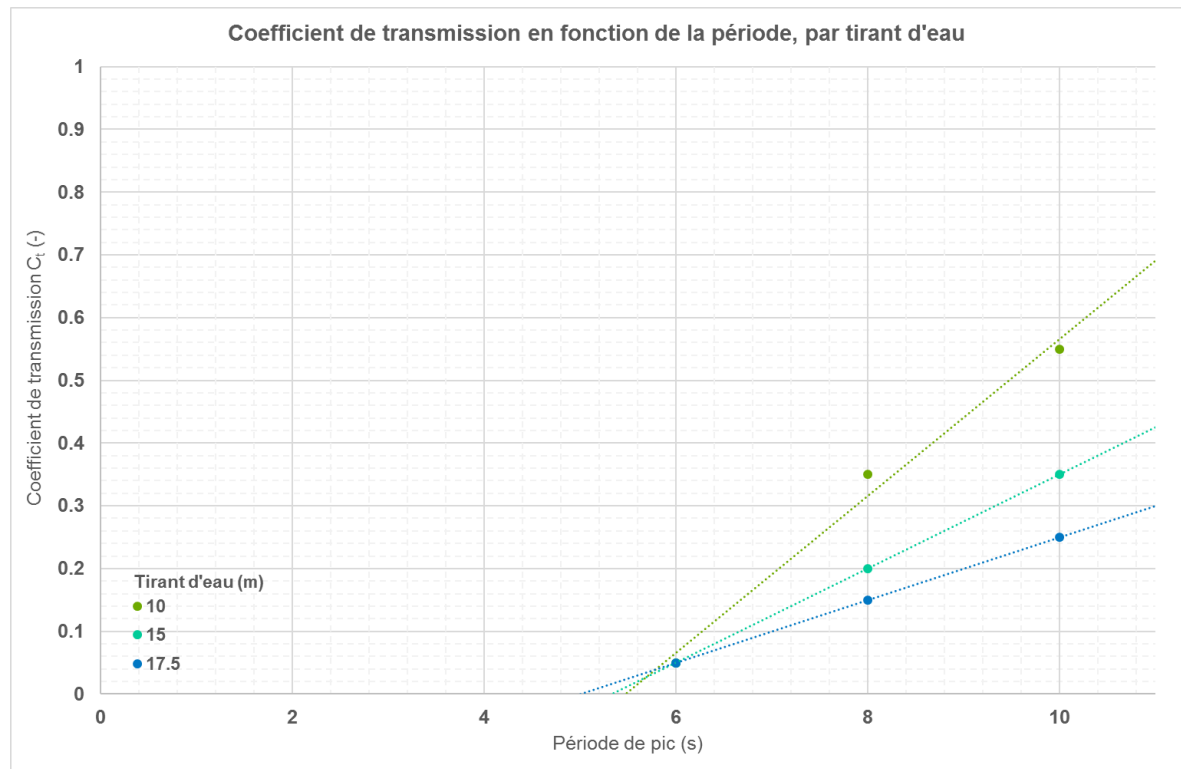
**Figure 21. Evolution de la hauteur significative spectrale – Houle irrégulière, 10 s**

Les caractéristiques hydrauliques du caisson déduites de l'analyse en houle irrégulière sont très proches de celles déduites de l'analyse en houle régulière. En particulier, pour un tirant d'eau de 17,5 m, on peut estimer le coefficient de transmission  $C_t$  à environ 5 % pour une période de pic de 6 s, à environ 15 % pour une période de pic de 8 s et à environ 25 % pour une période de pic de 10 s.

## 2.5. CONCLUSIONS

Considérant toujours une largeur de caisson de 18 m, et sans prise en compte des pieux, la présente analyse a permis de cerner le comportement hydraulique du caisson dans les gammes de tirant d'eau et de périodes considérées. Ces résultats peuvent être interpolés, mais également légèrement extrapolés, pour les besoins de l'étude d'agitation (cf. section 3 ci-après).

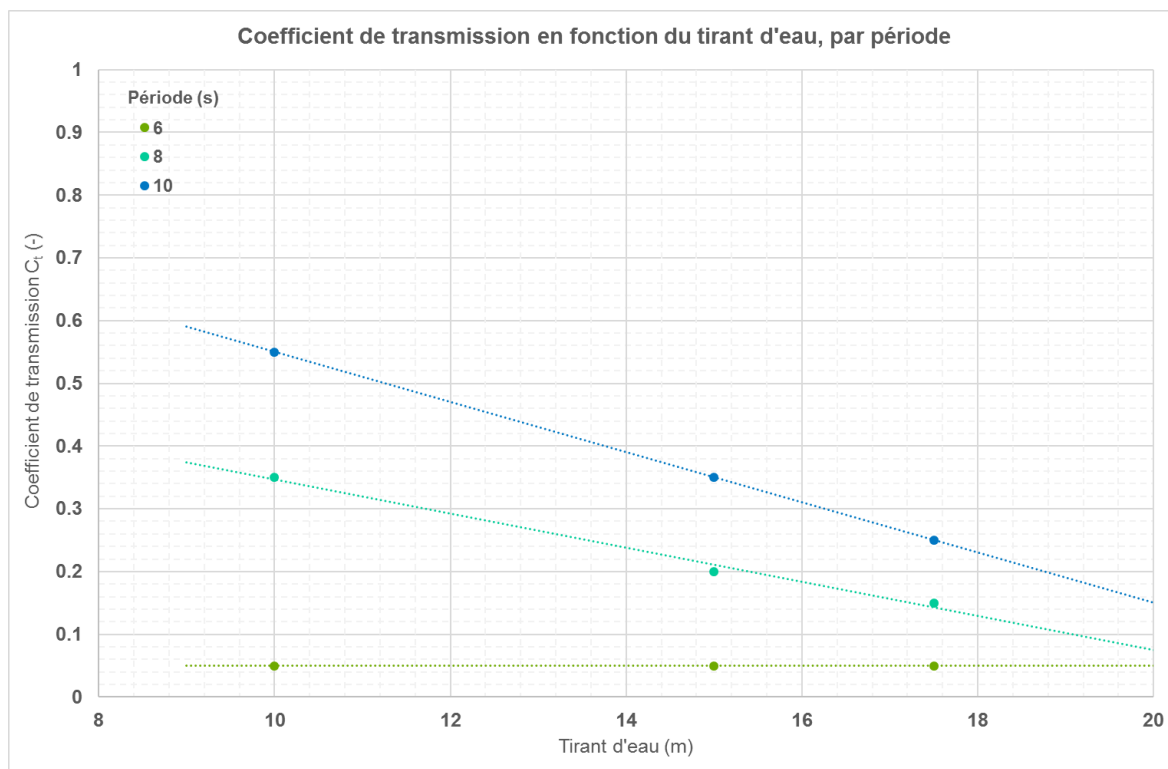
On peut ainsi récapituler les résultats par le graphe sur la Figure 22 ci-après, qui reprend les trois valeurs (approchées) de  $C_t$ , soit une par période, pour chacune des trois configurations. En sus, on trace des courbes de tendance linéaires qui permettent d'interpoler et, dans une certaine mesure, d'extrapoler les résultats en fonction de la période.



**Figure 22. Récapitulatif des résultats : coefficient de transmission en fonction de la période, par tirant d'eau**

Inversement, on peut présenter les résultats en faisant varier  $C_t$  en fonction du tirant d'eau, comme présenté sur la Figure 23 ci-après.





**Figure 23. Récapitulatif des résultats : coefficient de transmission en fonction du tirant d'eau, par période**

L'analyse des états de mer devant l'ouvrage (section 1, en particulier Figure 6 pour les conditions usuelles et Tableau 1 pour les conditions extrêmes) montre l'importance de contenir le coefficient de transmission sous 35-40 % au maximum.

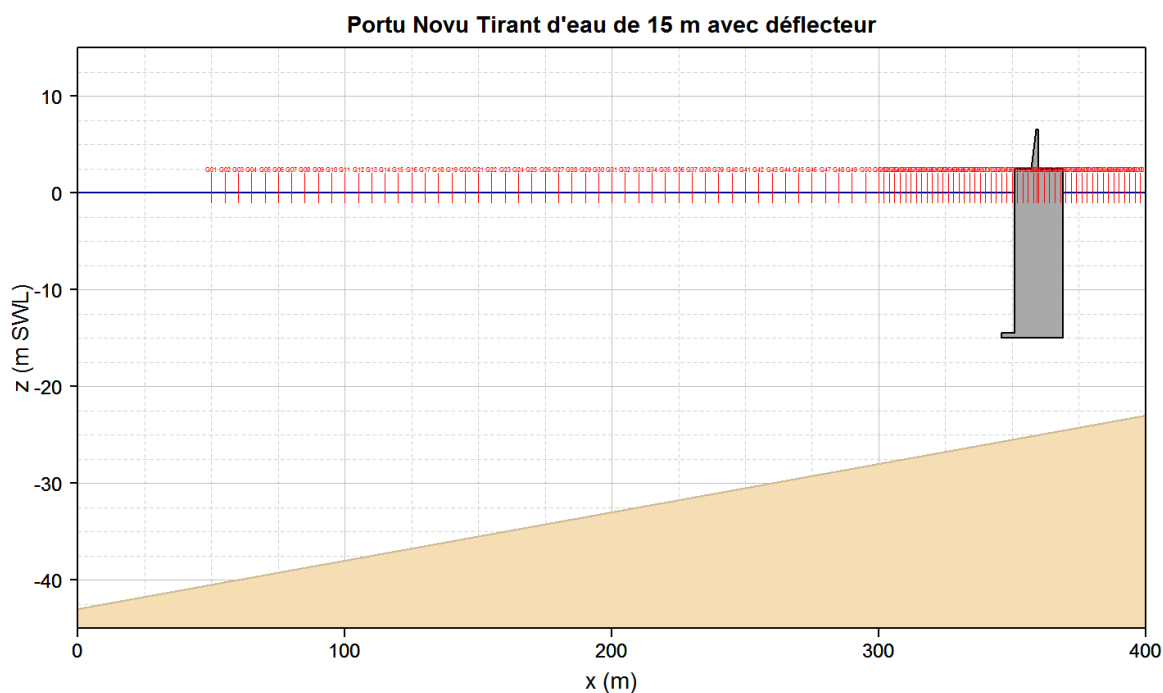
Cependant, gardant à l'esprit que la profondeur au début de la section en caisson sur pieux est de l'ordre de 18 m (voir Figure 26 plus bas), il paraît difficile d'augmenter le tirant d'eau au-delà de 17,5 m.

Pour la suite de l'étude, on étudie une configuration se basant sur un tirant d'eau de 17,5 m.

## 2.6. ANALYSE DE SENSIBILITE A LA PRESENCE D'UN DEFLECTEUR EN BAS DE CAISSON

À la suite de l'étude de sensibilité au tirant d'eau présentée ci-dessus d'une part, et des calculs d'agitation portuaire présentés ci-après d'autre part, il a été décidé de tester une géométrie alternative, consistant à l'ajout d'un déflecteur de 5 m de large côté mer au bas d'un caisson de 15 m de tirant d'eau (Figure 24).

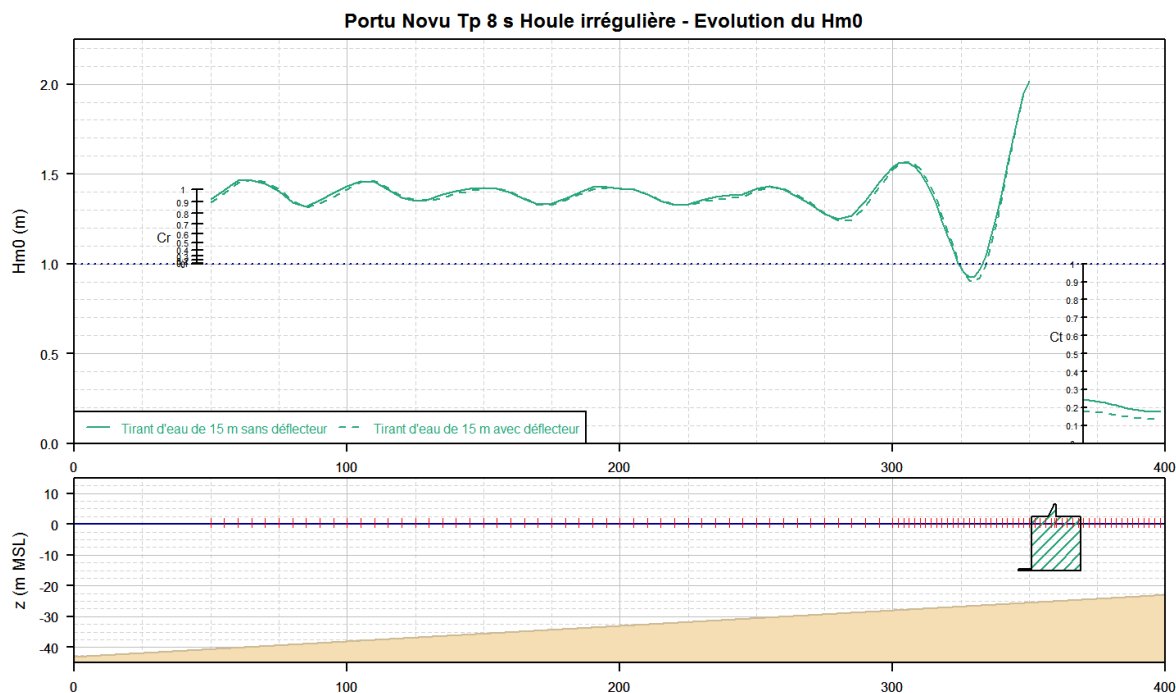
Le but est de diminuer le volume du caisson tout en conservant des performances proches de celles obtenues avec un tirant d'eau de 17,5 m.



**Figure 24. Configuration du modèle pour un caisson de 15 m de tirant d'eau avec déflecteur côté mer**

Les mêmes cas de calcul (période de 6, 8 et 10 s en houle régulière et irrégulière) sont simulés sur cette nouvelle géométrie et comparée avec la configuration sans déflecteur (tirant d'eau identique).

L'ensemble des résultats est fourni en Annexe B ; on présente ci-dessous pour illustration le cas de la houle irrégulière pour une période  $T_p = 8$  s.



**Figure 25. Evolution de la hauteur significative spectrale pour un tirant d'eau de 15 m, avec et sans déflecteur – Houle irrégulière, 8 s**

L'effet positif du déflecteur est clairement visible, et ce pour toutes les conditions testées. La comparaison détaillée avec la configuration « tirant d'eau de 17,5 m », permise par l'Annexe B, montre (en quantifiant l'atténuation « tirant d'eau de 15 m + déflecteur » par rapport à « tirant d'eau de 17,5 m ») :

- une performance très légèrement améliorée pour une période de 6 s ;
- une performance identique pour une période de 8 s ;
- une performance légèrement dégradée pour une période de 10 s.

En première approche, on peut ainsi conclure que la performance de cette nouvelle géométrie est très proche de celle sans déflecteur avec tirant d'eau de 17,5 m, et ainsi considérer les résultats des calculs d'agitation ci-dessous également valide pour cette géométrie.

Dans le détail, on gardera à l'esprit que les résultats devraient même être légèrement améliorés pour les houles usuelles (la Figure 8 montre que 85 % des états de mer ont une période de pic inférieure à 6 s), tandis que l'agitation durant les plus fortes tempêtes (centennale de SE et décennale à centennale de NE) devrait être légèrement augmentée.

oOo

## 3. AGITATION PORTUAIRE

### 3.1. METHODOLOGIE

Dans cette section, on met en œuvre un modèle d'agitation portuaire de façon à transférer les états de mer observés devant le port à l'intérieur des bassins portuaires dans le but de répondre aux objectifs suivants :

- estimer l'agitation sur les différents postes, et en particulier les taux d'indisponibilité ;
- estimer l'agitation en conditions extrêmes.

### 3.2. MODELISATION NUMERIQUE DE L'AGITATION PORTUAIRE

#### 3.2.1. Code de calcul

DIVINE est un code de calcul développé au sein d'ARTELIA, qui permet le calcul de l'agitation dans les zones portuaires en tenant compte des effets de diffraction, réflexion, transmission et réfraction, en se basant sur la théorie linéaire de la houle, par une approche spectrale.

#### 3.2.2. Cas de calcul

Un cas de calcul correspond à la combinaison de :

- une configuration de plan-masse et topo-bathymétrique associée (plan-masse V01) ;
- des conditions météo-océaniques :
  - niveau marin  $Z$  (m CM),
  - état de mer :
    - hauteur significative spectrale  $H_{m0}$  (m),
    - période de pic  $T_p$  (s),
    - direction de pic  $\theta_p$  (°N),
    - étalement directionnel  $\sigma$  (°).

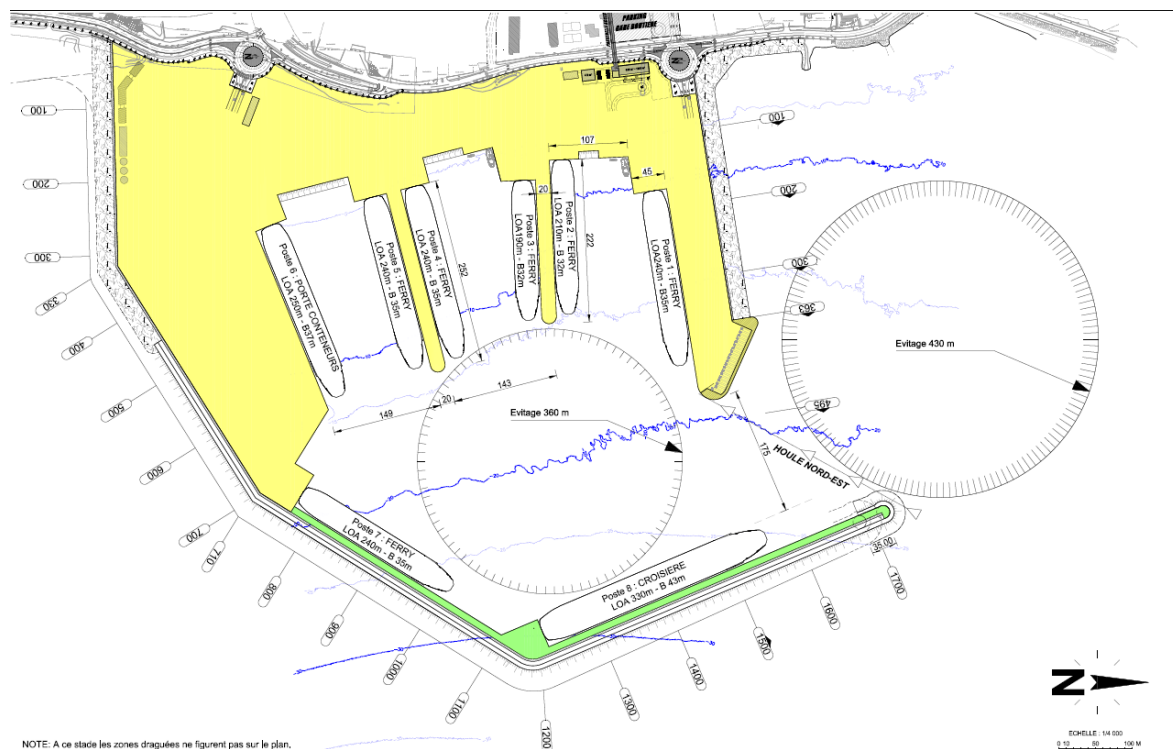
##### 3.2.2.1. Configuration

À la suite de l'étude présentée en section 2, on retient une configuration nommée V01, basée sur le plan-masse émis à l'issue des échanges techniques entre ARTELIA et le MOA (Réf. [7]), soit le Plan n°1 daté du 08/10/2019 (Figure 26), pour laquelle la section en caisson sur pieux s'étend environ du PM 750 au PM 1100, avec un tirant d'eau de 17,5 m.

En outre, les zones de dragage (qui n'apparaissent pas dans le plan ci-après) au niveau des trois darses ont été intégrées :

- cote des fonds à - 11,5 m CM entre les postes 1 et 2 ;
- cote des fonds à - 11,5 m CM entre les postes 3 et 4 ;
- cote des fonds à - 14 m CM entre les postes 5 et 6.





**Figure 26. Plan-masse préliminaire version V4.2 utilisé pour la configuration V01**

Suite aux résultats d'agitation pour ce plan-masse, on décide d'étudier une variante, appelée configuration V02, consistant en un allongement de la digue principale de 60 m.

### 3.2.2.2. Conditions opérationnelles

Les cas de calcul pour les conditions opérationnelles ont pour but de générer une bibliothèque de cas de calcul permettant le transfert de la série temporelle depuis l'entrée du port jusqu'aux postes, à l'aide d'une matrice de transfert.

On balaye donc un intervalle de périodes et de directions, qui sont les deux paramètres prédominants dans les phénomènes de transformation de la houle (diffraction, réflexion, réfraction...), qui sont linéaires vis-à-vis de la hauteur de houle. De plus, la profondeur des bassins étant grande devant la hauteur des états de mer considérés (conditions usuelles, hors tempêtes), le déferlement (un phénomène hautement non linéaire) aura très peu d'influence sur les résultats. On peut ainsi se limiter à une hauteur significative : 1 m.

Les combinaisons suivantes sont simulées : 16 directions, tous les 10°, de 10°N à 160°N, fois 5 périodes, toutes les 2 s de 5 à 13 s. Un total de 80 simulations par configuration est ainsi réalisé.

### 3.2.2.3. Conditions extrêmes

En cohérence avec l'étude de 2015, les cas de calcul relatifs aux houles extrêmes incluent pour chacun des deux secteurs directionnels les états de mer de périodes de retour de 1, 10, 50 et 100 ans, issus des extrapolations présentées en section 1.3.2, ainsi que les houles dépassées 1 % du temps, issues du climat de houle (cf. section 1.2.2 et en particulier la Figure 7). On se réfère au point O05 pour le secteur NE et au point O03 pour le secteur SE.

Les cas de calcul sont récapitulés dans le **Tableau 3** ci-après.

**Tableau 3 – Cas de calcul pour les houles extrêmes**

| Secteur | Période de retour (an) | Etat de mer  |           |                 |              | Niveau marin (m CM) |
|---------|------------------------|--------------|-----------|-----------------|--------------|---------------------|
|         |                        | $H_{m0}$ (m) | $T_p$ (s) | $\theta_p$ (°N) | $\sigma$ (°) |                     |
| NE      | 1 %                    | 1,9          | 7         | 30              | 30           | + 1.0               |
|         | 1                      | 3,0          | 8         | 30              | 30           | + 1.0               |
|         | 10                     | 4,2          | 9         | 45              | 30           | + 1.0               |
|         | 50                     | 5,0          | 9,5       | 50              | 30           | + 1.0               |
|         | 100                    | 5,3          | 10        | 50              | 30           | + 1.0               |
| SE      | 1 %                    | 1,4          | 6         | 90              | 20           | + 1.0               |
|         | 1                      | 2,1          | 7         | 90              | 20           | + 1.0               |
|         | 10                     | 3,3          | 8         | 105             | 20           | + 1.0               |
|         | 50                     | 4,2          | 8,5       | 110             | 20           | + 1.0               |
|         | 100                    | 4,6          | 9         | 110             | 20           | + 1.0               |

### 3.2.3. Mise en œuvre du modèle

#### 3.2.3.1. Bathymétrie

La bathymétrie du modèle est bâtie à partir des sources disponibles (cartes marines, levés bathymétriques) et des plans de dragage des configurations étudiées.

#### 3.2.3.2. Emprise du modèle et conditions aux limites

Le modèle couvre l'ensemble du plan-masse projeté et s'étend suffisamment au large pour permettre la bonne propagation des états de mer jusqu'aux ouvrages.

Les coefficients de réflexion suivants sont adaptés le long des frontières solides :

- coefficients de réflexion sur les ouvrages :
  - talus en enrochements ou blocs artificiels :  $C_r = 45 \%$ ,
  - digue en caisson sur pieux : variable, voir ci-après,
  - murs verticaux :  $C_r = 90 \%$ ,
- coefficients de réflexion sur le rivage naturel :
  - plage :  $C_r = 30 \%$ .

Les coefficients de réflexion  $C_r$  et de transmission  $C_t$  retenus pour la section en caisson sur pieux, issus de l'étude présentée en section 2, sont présentés dans le [Tableau 4](#) ci-après.



#### 3.2.3.4. Maillage

La taille de maille du modèle est de 10 m.

#### 3.2.4. Sorties du modèle

Les sorties du modèle consistent en :

- des épures de propagation et d'agitation portuaire (cartes d'iso-valeurs de  $H_{m0}$ ) sur l'emprise totale du modèle ;
- des valeurs d'agitation consistant en la moyenne spatiale de  $H_{m0}$  sur un certain nombre de zones d'analyse.

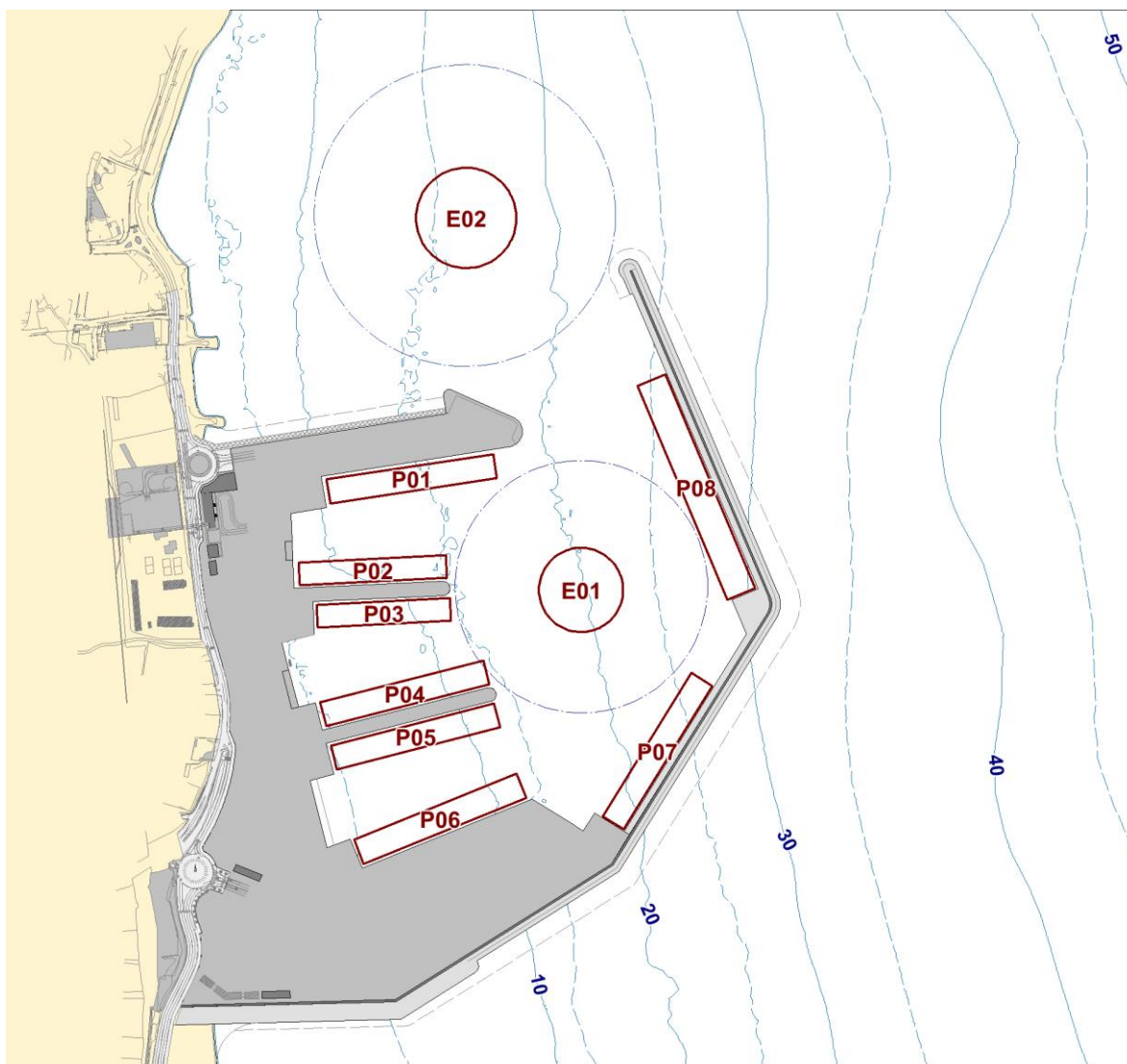
Il est en effet important de considérer les valeurs moyennes d'agitation sur une aire significative (poste d'amarrage ou de débarquement, centre du cercle d'évitage...) et non une valeur ponctuelle du fait de la nature très bruitée de l'agitation dans un bassin portuaire, avec la présence de nombreux ventres et nœuds dus à la réflexion. À titre indicatif, la taille de maille du modèle étant de 10 m, la zone relative au poste 7 ferry, de 240 m x 35 m, contient environ 75 points, sur lesquels la moyenne de l'agitation est réalisée.

Les zones d'analyses ont été définies :

- à l'emplacement des postes, sous la forme de rectangles ayant pour dimensions la longueur LOA et la largeur du navire devant s'amarrer à ce poste ;
- dans les deux cercles d'évitage, sous la forme de cercles concentriques de diamètre le tiers de celui du cercle.

Ces zones sont illustrées sur la [Figure 28](#) ci-après (pour la configuration V01). Elles sont inchangées pour la configuration V02.





**Figure 28. Zones d'analyse de l'agitation pour la configuration V01**

Par ailleurs, on définit pour ces zones deux critères d'agitation :

- un critère d'**opérabilité / exploitation** : considéré comme la limite en  $H_{m0}$  au-delà de laquelle le navire ne peut plus charger ou décharger ;
- un critère de **tenue à poste** : lié à la sécurité de l'amarrage, considéré comme la limite en  $H_{m0}$  au-delà de laquelle le navire ne peut plus rester amarré (et doit donc quitter son poste) sans risquer d'endommager les aussières ou les défenses.

Ces valeurs de critères sont précisées pour chaque zone d'analyse dans le **Tableau 5** ci-après.

**Tableau 5 – Critères d'agitation par zone d'analyse**

| Zone d'analyse | Description de la zone     | Critère d'agitation en $H_{m0}$ (m) |               |
|----------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------|
|                |                            | Opérabilité / exploitation          | Tenue à poste |
| P01            | Poste 01 Ferry             | 0,9                                 | 1,4           |
| P02            | Poste 02 Ferry             | 0,9                                 | 1,4           |
| P03            | Poste 03 Ferry             | 0,9                                 | 1,4           |
| P04            | Poste 04 Ferry             | 0,9                                 | 1,4           |
| P05            | Poste 05 Ferry             | 0,9                                 | 1,4           |
| P06            | Poste 06 Porte-conteneurs  | 0,9                                 | 1,4           |
| P07            | Poste 07 Ferry             | 0,9                                 | 1,4           |
| P08            | Poste 08 Croisière         | 0,9                                 | 1,4           |
| E01            | Cercle d'évitage intérieur | 1,0                                 | N.A.          |
| E02            | Cercle d'évitage extérieur | N.A.                                | N.A.          |

Ces critères, basés sur le seul paramètre de hauteur des vagues, sont bien sûr réducteurs car ils ne tiennent pas compte de la direction ou de la période des vagues, ni du vent.

Néanmoins, ils permettent d'évaluer de façon assez fidèle la performance de l'aménagement, et de comparer différentes configurations entre elles.

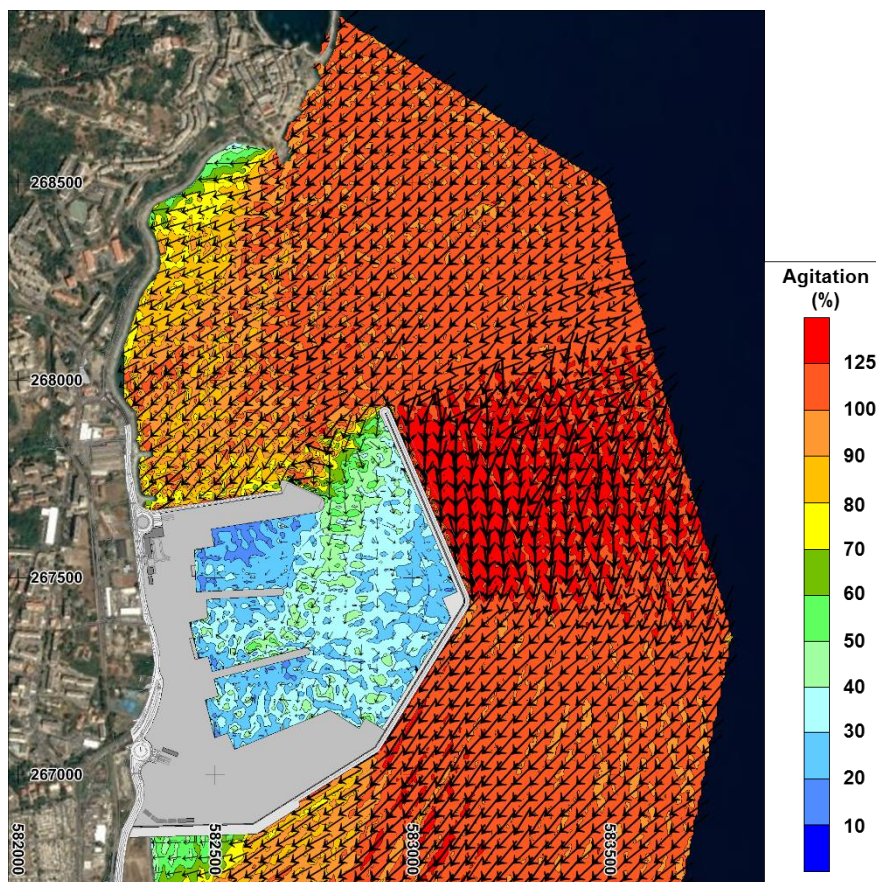
### 3.3. RESULTATS D'AGITATION

#### 3.3.1. Conditions opérationnelles

##### 3.3.1.1. Épures d'agitation

Les épures d'agitation montrent les motifs de propagation de houle dans le port, en premier lieu la diffraction, la réflexion et la réfraction. Elles permettent d'apprécier l'efficacité des protections envisagées.

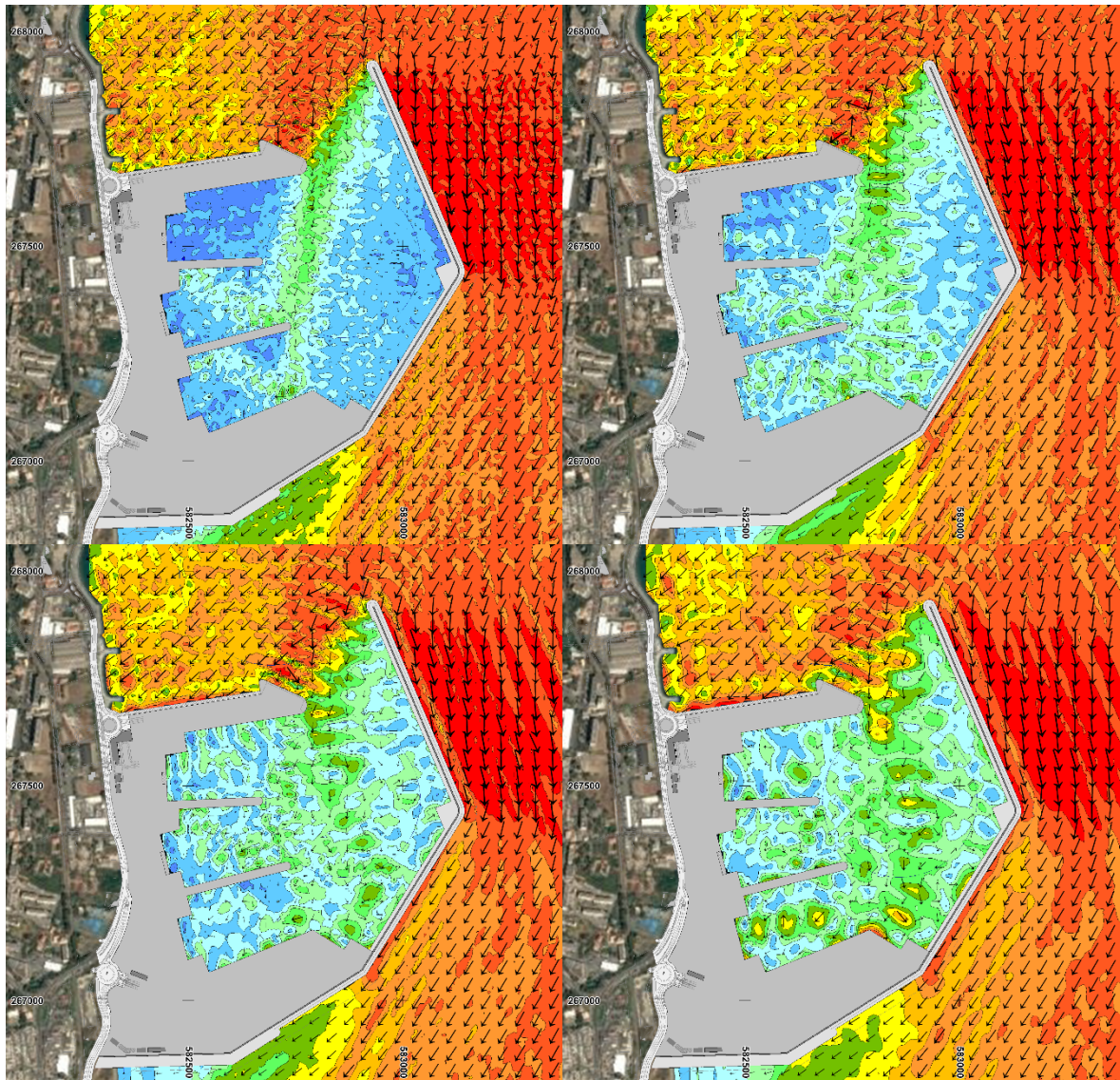
La **Figure 29** ci-après illustre une épure sur l'ensemble de l'emprise du modèle d'agitation. Les calculs étant réalisés en houle unitaire, l'échelle d'agitation est fournie en pourcentage de la hauteur en entrée du modèle. Ainsi, on peut lire ces épures pour toute valeur fréquente de hauteur (par exemple 1,5 m). L'application du pourcentage de l'échelle permet alors la détermination de la valeur absolue de la hauteur significative de la houle à l'intérieur du port.



**Figure 29. Epure d'agitation – Période 7 s, direction 50°N – Configuration V01**

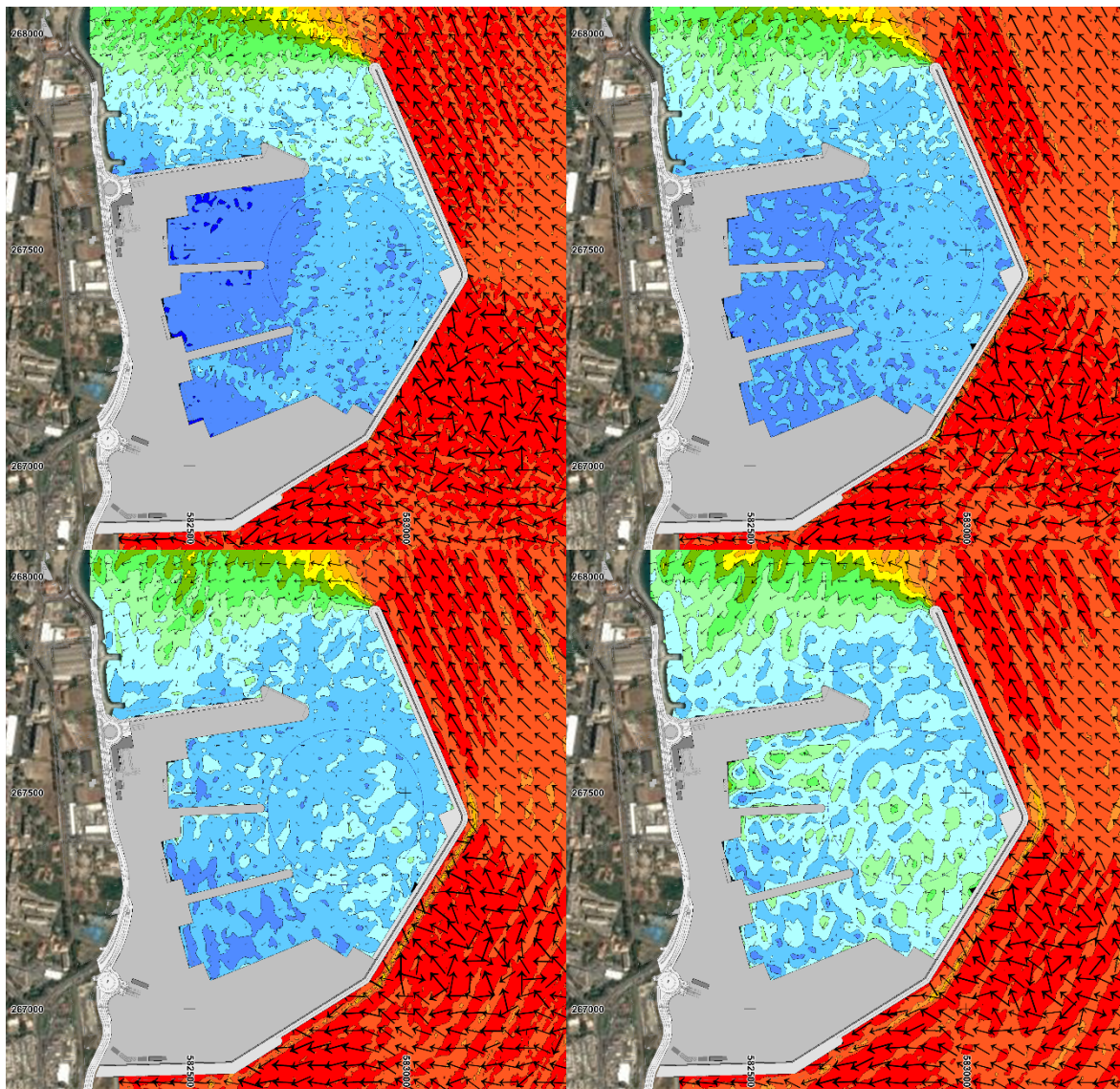
On présente ci-dessous (avec la même échelle de couleurs) des épures pour 4 périodes (5, 7, 9, 11 s) pour une direction fréquente de NE (30°N) et une direction fréquente de SE (120°N).





**Figure 30. Epures d'agitation de NE – Direction 30°N, périodes de 5, 7, 9 et 11 s – Configuration V01**





**Figure 31. Epures d'agitation de SE – Direction 120°N, périodes de 5, 7, 9 et 11 s – Configuration V01**

On distingue nettement les phénomènes sus-mentionnés de transformation des vagues :

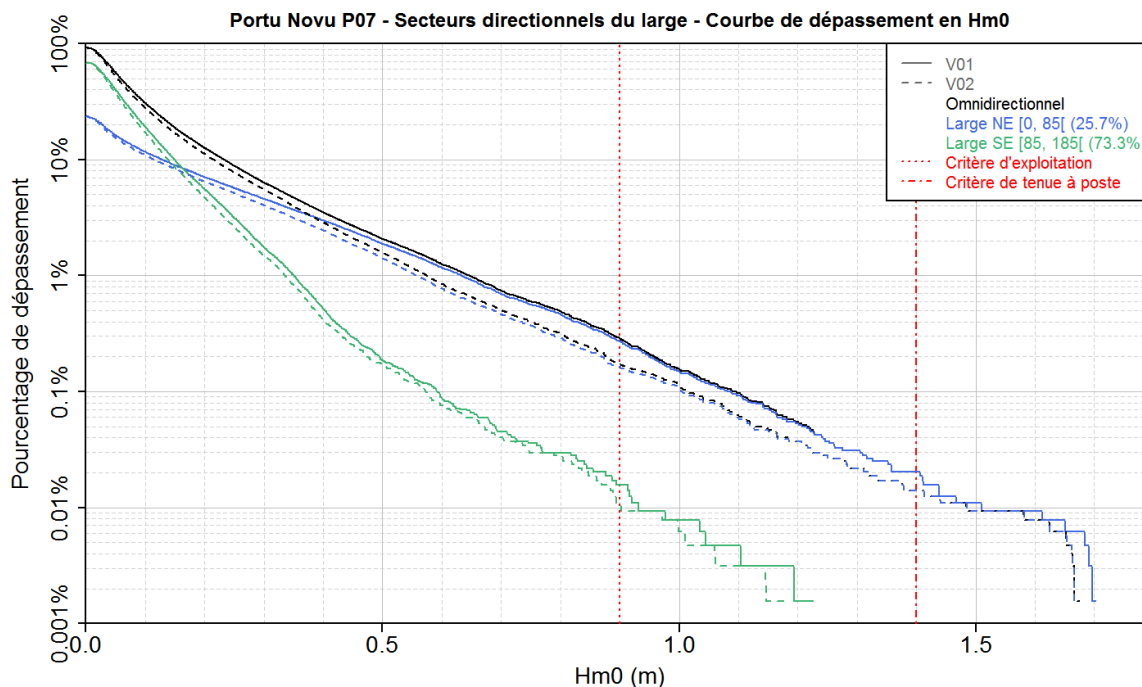
- alternance de zones sur-agitées et sous-agitées au droit des ouvrages du fait de la **réflexion** ;
- figures de **diffraction** derrière les musoirs des ouvrages.

En outre, les épures d'agitation de SE montrent bien la **transmission** de la houle à travers la section en caisson sur pieux, avec une augmentation en fonction de la période.

### 3.3.1.2. Climats d'agitation aux postes

Les climats d'agitation aux postes sont exposés en détail pour chaque configuration en Annexe C. On y trouve en particulier, pour chaque poste, des courbes de dépassement en  $H_{m0}$  et  $T_p$ , avec les critères d'agitation. Ces courbes, d'abord fournies tout secteur confondues, sont également décomposées suivant le secteur directionnel à l'entrée du port, ce qui permet de connaître pour quelles conditions au large le poste est le plus agité. Dans l'exemple donné **Figure 32** ci-après, au

poste P07 situé au niveau de la section en caisson sur pieux, on constate ainsi que le dépassement du critère est essentiellement dû à des houles de NE, et donc à leur propagation par la passe d'entrée. Les houles de SE se propageant à travers la digue ne causent un dépassement du critère que 0,2 % du temps.



**Figure 32. Courbe de dépassement en  $H_{m0}$  au poste P07**

Ces climats sont résumés de façon chiffrée dans le **Tableau 6** ci-après, qui regroupe les quantiles annuels en  $H_{m0}$  (valeur de hauteur significative non dépassée 50, 75, 90, 95 et 99 % du temps). En outre, on fournit la fréquence de non-dépassement associée au critère d'agitation défini pour chaque zone.

**Tableau 6 – Quantiles annuels en Hm0 (m) et fréquence de non-dépassement du critère d'agitation**

| Zone | Config. | Quantiles annuels |      |      |      |      | < critère    |               |
|------|---------|-------------------|------|------|------|------|--------------|---------------|
|      |         | 50 %              | 75 % | 90 % | 95 % | 99 % | Exploitation | Tenue à poste |
| P01  | V01     | 0,03              | 0,07 | 0,14 | 0,22 | 0,44 | 99,9 %       | > 99,9 %      |
|      | V02     | 0,03              | 0,06 | 0,13 | 0,20 | 0,37 | 99,9 %       | > 99,9 %      |
| P02  | V01     | 0,03              | 0,07 | 0,15 | 0,23 | 0,47 | 99,9 %       | > 99,9 %      |
|      | V02     | 0,03              | 0,07 | 0,14 | 0,21 | 0,40 | > 99,9 %     | > 99,9 %      |
| P03  | V01     | 0,03              | 0,08 | 0,16 | 0,26 | 0,53 | 99,9 %       | > 99,9 %      |
|      | V02     | 0,03              | 0,07 | 0,15 | 0,22 | 0,40 | 99,9 %       | > 99,9 %      |
| P04  | V01     | 0,04              | 0,09 | 0,18 | 0,29 | 0,62 | 99,8 %       | > 99,9 %      |
|      | V02     | 0,04              | 0,08 | 0,16 | 0,24 | 0,46 | 99,9 %       | > 99,9 %      |
| P05  | V01     | 0,04              | 0,09 | 0,18 | 0,27 | 0,54 | 99,9 %       | > 99,9 %      |
|      | V02     | 0,04              | 0,08 | 0,16 | 0,24 | 0,45 | 99,9 %       | > 99,9 %      |
| P06  | V01     | 0,04              | 0,09 | 0,18 | 0,29 | 0,63 | 99,7 %       | > 99,9 %      |
|      | V02     | 0,04              | 0,08 | 0,16 | 0,25 | 0,52 | 99,9 %       | > 99,9 %      |
| P07  | V01     | 0,06              | 0,12 | 0,23 | 0,34 | 0,65 | 99,7 %       | > 99,9 %      |
|      | V02     | 0,05              | 0,11 | 0,21 | 0,32 | 0,57 | 99,8 %       | > 99,9 %      |
| P08  | V01     | 0,07              | 0,14 | 0,26 | 0,36 | 0,61 | 99,8 %       | > 99,9 %      |
|      | V02     | 0,06              | 0,13 | 0,24 | 0,33 | 0,54 | 99,9 %       | > 99,9 %      |
| E01  | V01     | 0,05              | 0,11 | 0,23 | 0,36 | 0,72 | 99,7 %       | N.A.          |
|      | V02     | 0,05              | 0,10 | 0,21 | 0,32 | 0,63 | 99,8 %       | N.A.          |
| E02  | V01     | 0,12              | 0,27 | 0,59 | 0,96 | 1,97 | N.A.         | N.A.          |
|      | V02     | 0,12              | 0,26 | 0,57 | 0,93 | 1,93 | N.A.         | N.A.          |

Les postes P01 et P02 sont les postes les plus abrités, tandis que les postes P06 à P08 sont plus exposés. Le rallongement de 60 m de la digue principale améliore très peu l'agitation pour les valeurs les plus courantes (jusqu'au quantile 90 %), mais son effet protecteur est plus notable pour les quantiles les plus élevés.

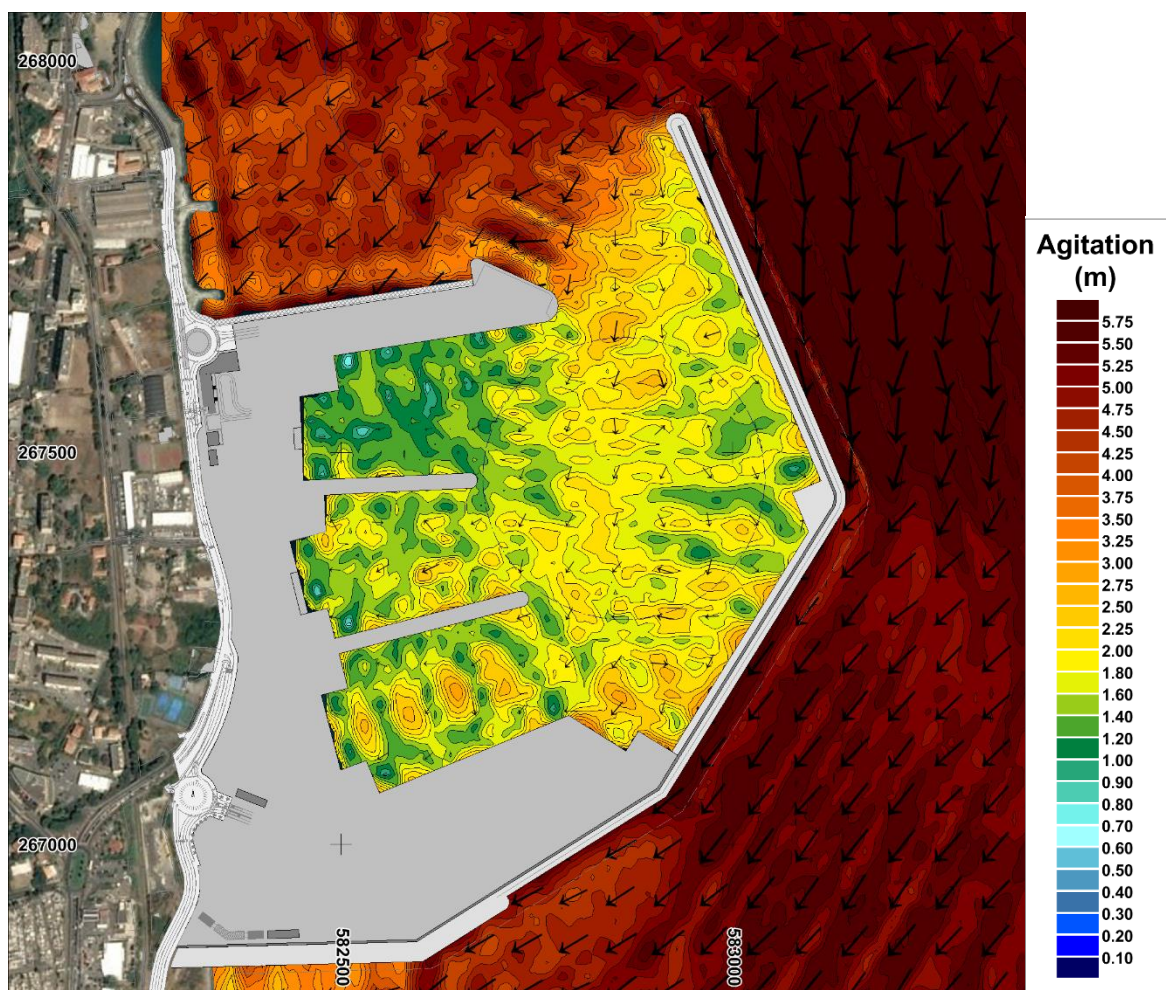
On constate qu'aux postes, les critères d'agitation sont très bien respectés, d'après les calculs opérationnels. Il est alors nécessaire de confronter ces critères aux résultats des conditions extrêmes, présentés ci-après.

### 3.3.2. Conditions extrêmes

Les résultats des calculs d'agitation pour les conditions extrêmes sont récapitulés dans les [Tableau 7](#) et [Tableau 8](#) ci-après. Pour les zones P01 à P08, on indique par un code couleur si les résultats satisfont (en vert) le critère de tenue à poste ou non (en rouge).

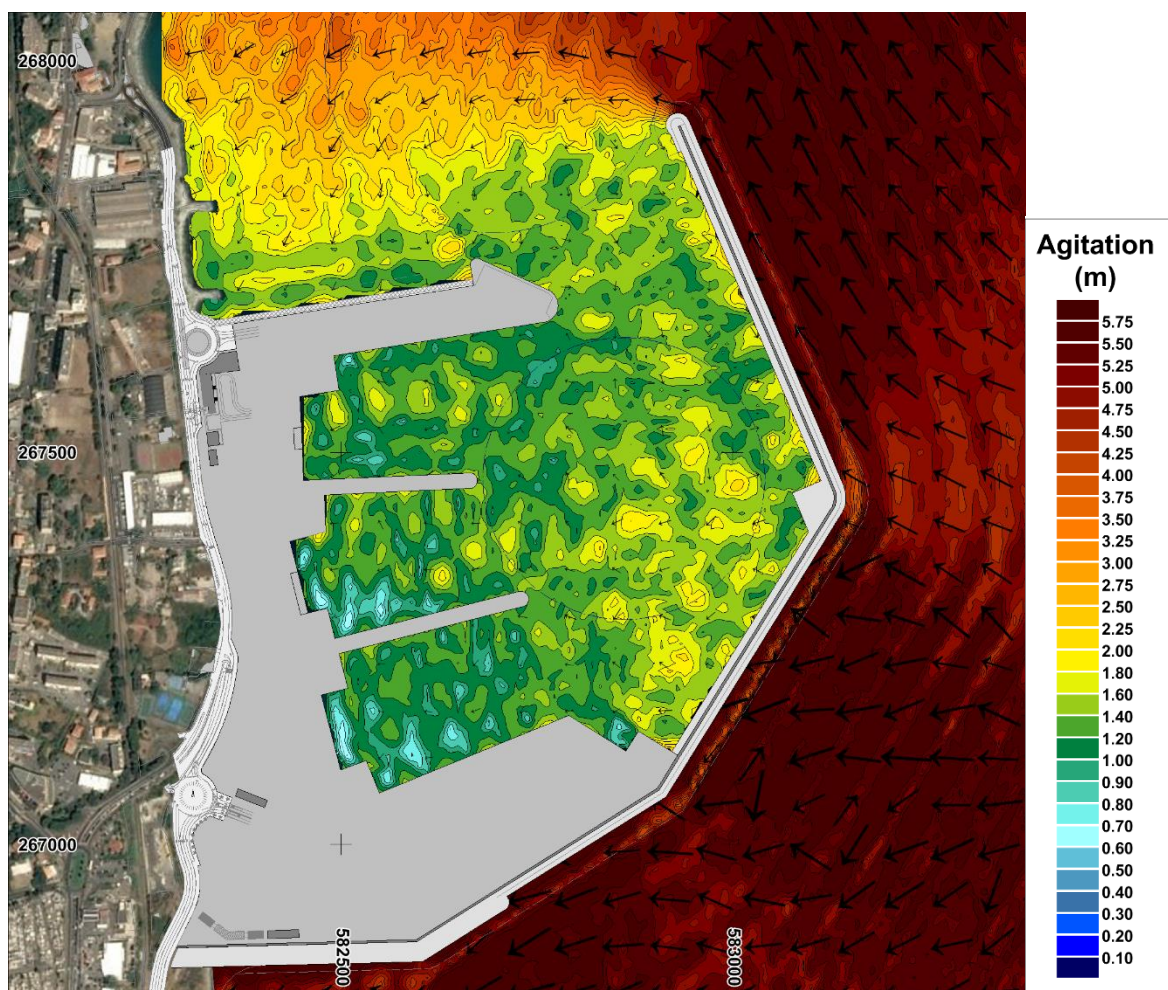
Les épures d'agitation associées sont fournies en Annexe D ; on reproduit [Figure 33](#) et [Figure 34](#) ci-après l'épure de l'état de mer centennal de secteur NE et SE. La transmission à travers la digue en caisson sur pieux y est bien visible (coefficient  $C_t$  de 25 % dans le premier cas, 20% dans le second).





**Figure 33. Epure d'agitation – Houle de NE de période de retour 100 ans (5,3 m, 50°N, 10 s)**





**Figure 34. Epure d'agitation – Houle de SE de période de retour 100 ans (4,6 m, 110°N, 9 s)**

**Tableau 7 – Résultats d'agitation - Valeurs moyennes de  $H_{m0}$  dans les zones d'analyse – Configuration V01**

|    | Période de retour (an) | A la frontière du modèle |           |                 | $H_{m0}$ moyenné dans les zones d'analyse (m) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----|------------------------|--------------------------|-----------|-----------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|    |                        | $H_{m0}$ (m)             | $T_p$ (s) | $\theta_p$ (°N) | P01   | P02  | P03  | P04  | P05  | P06  | P07  | P08  | E01  | E02  |
| NE | 1%                     | 1,9                      | 7         | 30              | 0,46  | 0,48 | 0,55 | 0,65 | 0,53 | 0,66 | 0,65 | 0,57 | 0,74 | 1,77 |
|    | 1                      | 3,0                      | 8         | 30              | 0,87  | 0,83 | 0,83 | 0,95 | 0,85 | 1,16 | 1,03 | 0,96 | 1,29 | 2,80 |
|    | 10                     | 4,2                      | 9         | 45              | 1,28  | 1,14 | 1,20 | 1,25 | 1,12 | 1,33 | 1,54 | 1,37 | 1,64 | 3,86 |
|    | 50                     | 5,0                      | 9,5       | 50              | 1,55  | 1,34 | 1,28 | 1,37 | 1,56 | 1,89 | 1,79 | 1,73 | 2,13 | 4,91 |
|    | 100                    | 5,3                      | 10        | 50              | 1,35  | 1,35 | 1,50 | 1,67 | 1,51 | 1,55 | 2,05 | 1,67 | 1,83 | 5,04 |
| SE | 1%                     | 1,4                      | 6         | 90              | 0,18  | 0,18 | 0,20 | 0,21 | 0,21 | 0,23 | 0,30 | 0,33 | 0,27 | 0,89 |
|    | 1                      | 2,1                      | 7         | 90              | 0,36  | 0,40 | 0,38 | 0,41 | 0,40 | 0,48 | 0,60 | 0,64 | 0,52 | 1,77 |
|    | 10                     | 3,3                      | 8         | 105             | 0,74  | 0,64 | 0,79 | 0,70 | 0,84 | 0,76 | 1,04 | 1,04 | 0,82 | 2,42 |
|    | 50                     | 4,2                      | 8,5       | 110             | 1,09  | 1,02 | 1,19 | 0,91 | 1,05 | 0,96 | 1,40 | 1,30 | 1,23 | 2,85 |
|    | 100                    | 4,6                      | 9         | 110             | 1,19  | 1,14 | 1,28 | 1,06 | 1,16 | 1,07 | 1,49 | 1,44 | 1,46 | 3,03 |

**Tableau 8 – Résultats d'agitation - Valeurs moyennes de  $H_{m0}$  dans les zones d'analyse – Configuration V02**

|    | Période de retour (an) | A la frontière du modèle |           |                 | $H_{m0}$ moyenné dans les zones d'analyse (m) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----|------------------------|--------------------------|-----------|-----------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|    |                        | $H_{m0}$ (m)             | $T_p$ (s) | $\theta_p$ (°N) | P01   | P02  | P03  | P04  | P05  | P06  | P07  | P08  | E01  | E02  |
| NE | 1%                     | 1,9                      | 7         | 30              | 0,37  | 0,39 | 0,37 | 0,45 | 0,44 | 0,52 | 0,56 | 0,49 | 0,65 | 1,74 |
|    | 1                      | 3,0                      | 8         | 30              | 0,72  | 0,67 | 0,64 | 0,72 | 0,71 | 1,02 | 0,98 | 0,85 | 1,17 | 2,70 |
|    | 10                     | 4,2                      | 9         | 45              | 1,08  | 0,96 | 1,02 | 1,06 | 0,97 | 1,25 | 1,45 | 1,28 | 1,50 | 3,71 |
|    | 50                     | 5,0                      | 9,5       | 50              | 1,21  | 1,05 | 1,03 | 1,08 | 1,44 | 1,67 | 1,61 | 1,49 | 1,81 | 4,67 |
|    | 100                    | 5,3                      | 10        | 50              | 1,14  | 1,24 | 1,30 | 1,42 | 1,35 | 1,32 | 2,01 | 1,55 | 1,63 | 4,70 |
| SE | 1%                     | 1,4                      | 6         | 90              | 0,17  | 0,17 | 0,18 | 0,18 | 0,20 | 0,21 | 0,29 | 0,31 | 0,25 | 0,75 |
|    | 1                      | 2,1                      | 7         | 90              | 0,34  | 0,38 | 0,35 | 0,36 | 0,39 | 0,46 | 0,58 | 0,61 | 0,51 | 1,48 |
|    | 10                     | 3,3                      | 8         | 105             | 0,69  | 0,61 | 0,75 | 0,66 | 0,80 | 0,71 | 0,98 | 0,93 | 0,79 | 1,90 |
|    | 50                     | 4,2                      | 8,5       | 110             | 1,06  | 0,98 | 1,17 | 0,88 | 1,03 | 0,92 | 1,34 | 1,21 | 1,18 | 2,15 |
|    | 100                    | 4,6                      | 9         | 110             | 1,17  | 1,09 | 1,24 | 1,05 | 1,16 | 0,99 | 1,44 | 1,34 | 1,41 | 2,35 |

Dans sa première configuration, le port est bien protégé des houles du SE, jusqu'à une période de retour de l'ordre de 50 ans. Au-delà, les postes P07 et P08 excèdent le critère défini pour la tenue du poste (hors effet du vent, on le rappelle). En revanche, l'agitation est plus marquée en conditions de NE et la majorité des postes dépasse le critère défini pour la période de retour de 50 ans (les postes P02 à P04 n'étant que légèrement en deçà). En outre, le poste P07 dépasse largement le critère dès la houle de NE décennale.

L'allongement de 60 m de la digue principale a un effet bénéfique notable, en particulier sur les conditions de NE. Si la situation reste difficile au poste P07 dès la houle de NE décennale, les postes P01 à P03 sont désormais nettement en-deçà du critère.

On observe également, dans les deux configurations, une sensibilité marquée à la période pour les conditions de NE : le léger changement de période de pic entre les périodes de retour 50 et 100 ans induit un changement dans la répartition de l'énergie au sein des bassins portuaires, pouvant se traduire à un certain nombre de postes par des agitations cinquantennales plus élevées qu'en conditions centennales.

oOo



## REFERENCES

- [1] ARTELIA, 2016. Grand Port Bastia-Corse. Mission d'études pour le projet de port de commerce sur le site de la Carbonite. Mission M5 : études préliminaires. Rapport M5-R3 : études préliminaires du bassin de la Carbonite. Rapport 871 3512 M5-R3 établi pour la Collectivité Territoriale de Corse, version 6 émise le 13 avril 2016.
- [2] *Référence altimétriques maritimes – Ports de France métropolitaine et d'outre-mer – Cote du zéro hydrographique et niveaux caractéristiques de la marée* – SHOM – 2017.
- [3] Mazas, F., Hamm, L., 2011. A multi-distribution approach to POT methods for determining extreme wave heights. *Coastal Engineering*, 58, 385-394.
- [4] Bernardara, P., Mazas, F., Kergadallan, X., Hamm, L., 2014. A two-step framework for over-threshold modelling of environmental extremes. *Nat Hazards Earth Syst Sci* 14, 635–647.
- [5] Mazas, F., Garat, P., Hamm, L., 2014. Questioning MLE for the estimation of environmental extreme distributions. *Ocean Engineering* 92, 44–54. doi:10.1016/j.oceaneng.2014.09.034
- [6] Mazas, F. (2017). Extreme meteo-oceanic events (Doctoral dissertation, Université Paris-Est).
- [7] ARTELIA, 2019. Projet Portu Novu. Note technique relative à l'analyse du plan de masse portuaire. Rapport Rev. 1 émis le 11/10/2019 pour le compte de la Collectivité de Corse.

oOo

## **ANNEXE A**

# **ETATS DE MER AU DROIT DES OUVRAGES**

## **ANNEXE B**

# **CARACTERISATION HYDRAULIQUE DE LA DIGUE EN CAISSON SUR PIEUX**

## **ANNEXE C**

# **CLIMATS D'AGITATION AUX POSTES**



## **ANNEXE D**

# **AGITATION EXTREME DANS LE PORT**

# PROJET PORTU NOVU

RAPPORT RELATIF AUX ESSAIS DE NAVIGATION – REV. 2

**ARTELIA Eau & Environnement**

6 rue de Lorraine

38130 - Echirolles

Tel. : +33 (0) 4 76 33 40 00

Fax : +33 (0) 4 76 33 43 33



| N° 871 3512-PN-NAV-R1 - Projet Portu Novu – rapport relatif aux essais de navigation – Rev. 2 |                               |           |         |          |            |
|---|-------------------------------|-----------|---------|----------|------------|
|   |                               |           |         |          |            |
|   |                               |           |         |          |            |
|   |                               |           |         |          |            |
| Rev 2   | Version définitive du rapport | LGR       | AGL     | AGL      | 25/05/2020 |
| Rev 1   | Première émission             | LGR       | AGL     | AGL      | 24/03/2020 |
| Version   | Description                   | Rédaction | Vérifié | Approuvé | Date       |

## SOMMAIRE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. CONTEXTE DE L'ETUDE ET OBJET DU RAPPORT</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2. METHODOLOGIE D'ETUDE</b>  | <b>2</b>  |
| <b>2.1. PRESENTATION DU LOGICIEL</b>  | <b>2</b>  |
| 2.1.1. LE LOGICIEL  | 2         |
| 2.1.2. DESCRIPTION DU MODELE  | 2         |
| <b>2.2. PLAN DE MASSE RETENU POUR CETTE ETUDE</b>   | <b>3</b>  |
| 2.2.1. PRESENTATION DU PLAN DE MASSE  | 3         |
| 2.2.2. PROFONDEURS DES VOIES NAVIGABLES   | 4         |
| <b>2.3. NAVIRES MODELISES POUR LA REALISATION DES ESSAIS</b>                              | <b>5</b>  |
| <b>2.4. REMORQUEURS</b>   | <b>5</b>  |
| <b>2.5. LES CONDITIONS OCEANO-METEOROLOGIQUES SUR LE SITE</b>                             | <b>6</b>  |
| <b>2.6. LE BALISAGE, LES AMERS ET EMPRISE DE LA ZONE REPRODUITE</b>                       | <b>7</b>  |
| <b>2.7. DESCRIPTION DES CAS D'ETUDE</b>   | <b>8</b>  |
| <b>3. PRESENTATION DES SIMULATIONS REALISEES</b>  | <b>9</b>  |
| <b>4. CONCLUSIONS</b>   | <b>15</b> |
| <b>4.1. ACCES AUX DIFFERENTS POSTES ET LIMITES D'ACCESSIBILITE</b>                        | <b>15</b> |
| 4.1.1. POSTE CONTENEUR (P6) :   | 15        |
| 4.1.2. POSTES FERRY   | 15        |
| 4.1.3. POSTE CROISIERE  | 15        |
| 4.1.4. REMARQUES RELATIVES A CES LIMITES D'ACCESSIBILITE :                                | 16        |
| <b>4.2. PISTES DE REFLEXION POUR AMELIORER LE PLAN DE MASSE</b>                           | <b>16</b> |
| <b>4.3. DEFENSES ADDITIONNELLES AU MUSOIR DES DIGUES ET AUX EXTREMITES DES DEUX MOLES</b> | <b>17</b> |
| <b>5. DOCUMENTS DE REFERENCE</b>  | <b>19</b> |
| <b>ANNEXE 1 PLAN DE MASSE MODELISE</b>  | <b>20</b> |
| <b>ANNEXE 2 FICHES TECHNIQUES DES NAVIRES MODELISES</b>                                   | <b>21</b> |
| <b>ANNEXE 3 EXTRAITS DES ANALYSES OCEANO-METEOROLOGIQUES ET DES CALCULS D'AGITATION</b>   | <b>22</b> |
| <b>ANNEXE 4 DETAILS DES DONNEES ENREGISTREES DURANT LES SIMULATIONS</b>                   | <b>23</b> |



## FIGURES

|   |    |
|---|----|
| Figure 1. Vue du simulateur installé dans les bureaux d'ARTELIA.....  | 2  |
| Figure 2. Plan de masse retenu pour les simulations de navigation (plan de masse V01).....  | 3  |
| Figure 3. Emprise de la zone reproduite.....  | 7  |
| Figure 4. illustration de la position typique de la zone d'évitage pour les grands navire de croisière (trajectoire de l'essai 44) .....                      | 16 |
| Figure 5. illustration de la zone où le bassin intérieur pourrait être élargi afin d'augmenter l'espace de manoeuvre (trajectoires des essais 13 et 45) ..... | 17 |
| Figure 6. exemple de défense de coin de quai à rouleaux (fabricant Trelleborg).....   | 18 |

## TABLEAUX

|   |    |
|---|----|
| Tableau 1 : Description des navires utilisés lors des simulations ..... | 5  |
| Tableau 2 : Récapitulatif des essais réalisés.....                      | 14 |

# 1. CONTEXTE DE L'ETUDE ET OBJET DU RAPPORT

Dans le cadre des projets de renouvellement des infrastructures portuaires de Bastia, la Collectivité de Corse (ci-après dénommée le Maître d'ouvrage ou MOA) a confié à ARTELIA la réalisation d'études complémentaires pour qu'elle puisse porter le Projet Portu Novu à un stade de définition de niveau faisabilité.

Ce projet de Portu Novu qui constitue l'option site « Eco-port » des différentes alternatives étudiées actuellement par le MOA consiste, sur le site envisagé pour le projet du port de La Carbonite, en un port de taille un peu réduite. En effet, par rapport au projet de la Carbonite, l'enracinement de la digue principale serait déplacé de 250 à 300m vers le nord afin de mieux préserver les espaces balnéaires présents sur le site ; tout en restant à peu près dans le périmètre initial du projet Carbonite dans la limite Nord.

Dans ce contexte, le plan de masse initialement proposé par le MOA a été analysé d'un point de vue des accès nautiques et du point de vue agitation portuaire. Cette tâche (qui a été la première des tâches à effectuer parmi les études complémentaires à la charge d'ARTELIA) a été réalisée à dire d'expert sur la base de l'expérience de l'équipe d'ARTELIA et a conduit en concertation avec le MOA à la définition d'un plan de masse légèrement modifié. Ce plan de masse a ensuite fait l'objet d'une étude d'agitation. Avant que le MOA poursuive l'étude du projet Portu Novu de manière plus détaillée, il est nécessaire que ce plan de masse soit validé par des simulations de navigation.

L'objectif de ces simulations de navigation (Etude de trajectographie et de navigabilité par modèle mathématique) est d'analyser la faisabilité et la sécurité des manœuvres pour ce qui concerne le plan masse retenu et donc de confirmer ou de proposer des modifications relatives à ce plan masse.

Cette étude de navigation a été réalisée au siège d'ARTELIA Maritime (Grenoble) sur le simulateur 3D SIMFLEX (logiciel mis au point par FORCE TECHNOLOGY et dont ARTELIA exploite une licence). Toutes les simulations ont été des simulations en temps réel, menées sous la conduite d'un des instructeurs de notre centre de Port Revel, ancien Pilote de Sète.

Par ailleurs, ces simulations ont été réalisées en présence du représentant du Maître d'Ouvrage, et également d'un pilote de Bastia actuellement en exercice, mandaté par le Maître d'Ouvrage et qui a lui-même réalisé certaines simulations.

L'étude a été menée avec les navire de projet les plus pénalisants pour la navigation et a eu pour but de :

- Vérifier la faisabilité et la sécurité de la navigation pour le plan d'aménagements portuaires retenu,
- Estimer les limites d'exploitation et de manœuvre en fonction notamment des conditions d'environnement (vent, houle),
- Définir les procédures de manœuvre les plus appropriées pour accoster ou quitter les postes concernés, ainsi que de confirmer les types et caractéristiques de remorqueurs nécessaires pour les mener à bien.
- Proposer d'éventuelles modifications ou ajustements du plan de masse si cela s'avère nécessaire.

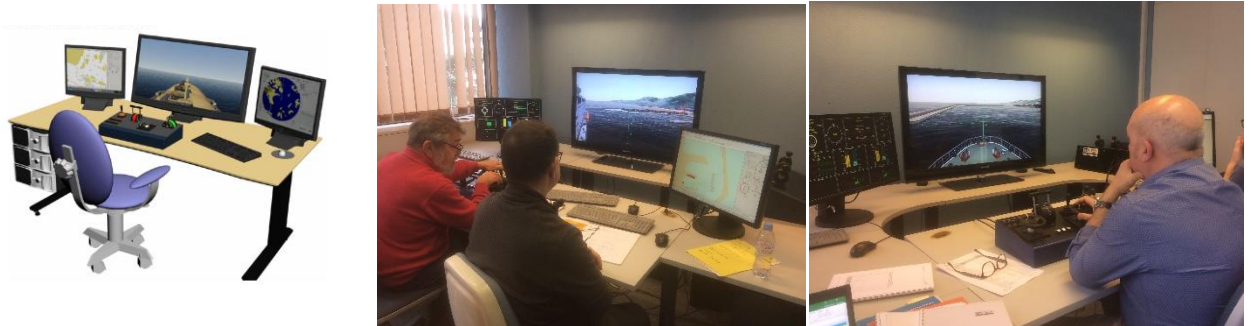
Le présent rapport a pour objectif d'exposer la méthodologie générale qu'ARTELIA a adopté pour ces essais de navigation, de présenter l'ensemble de simulations réalisées ainsi que les principales conclusions à tirer à l'issue de ces essais.

## 2. METHODOLOGIE D'ETUDE

### 2.1. PRESENTATION DU LOGICIEL

#### 2.1.1. Le logiciel

Les simulations de navigation ont été effectuées à l'aide du logiciel SIMFLEX, mis au point par FORCE TECHNOLOGY et dont ARTELIA exploite une licence.



*Figure 1. Vue du simulateur installé dans les bureaux d'ARTELIA*

#### 2.1.2. Description du modèle

Le logiciel SIMFLEX permet le calcul, en temps réel, de la trajectoire d'un navire en considérant, d'une part, les ordres du pilote (angle de barre, ordre machine, propulseurs d'étrave, remorqueurs) et d'autre part, les caractéristiques locales de l'environnement (courant, vent, houle, variation de la profondeur,)

En présence d'un champ de courant variable dans le plan horizontal, les caractéristiques du courant et les efforts qui en résultent tiennent compte des éventuelles variations sur l'ensemble de la zone occupée par le navire. En particulier, il est tenu compte d'un terme de rotation additionnel lorsque la distribution des vitesses de courant est non uniforme le long de la coque du navire. Le logiciel permet également de tenir compte notamment des effets suivants :

- rafales de vent,
- efforts dus à la houle,
- utilisation des ancrs et des remorqueurs.

Le modèle est piloté en interactif à partir d'une vue tridimensionnelle de la zone d'étude. Les manœuvres sont effectuées en temps réel. En plus de la position du navire, un certain nombre d'informations apparaissent au cours de la manœuvre (vitesses sur le fond et sur l'eau, angle de barre, position machine, vitesse du courant, force du vent, position des remorqueurs, etc.), permettant de réagir en temps voulu aux différentes sollicitations.

Les informations peuvent être sauvegardées après chaque essai et concernent notamment:

- les vitesses sur le fond et sur l'eau,

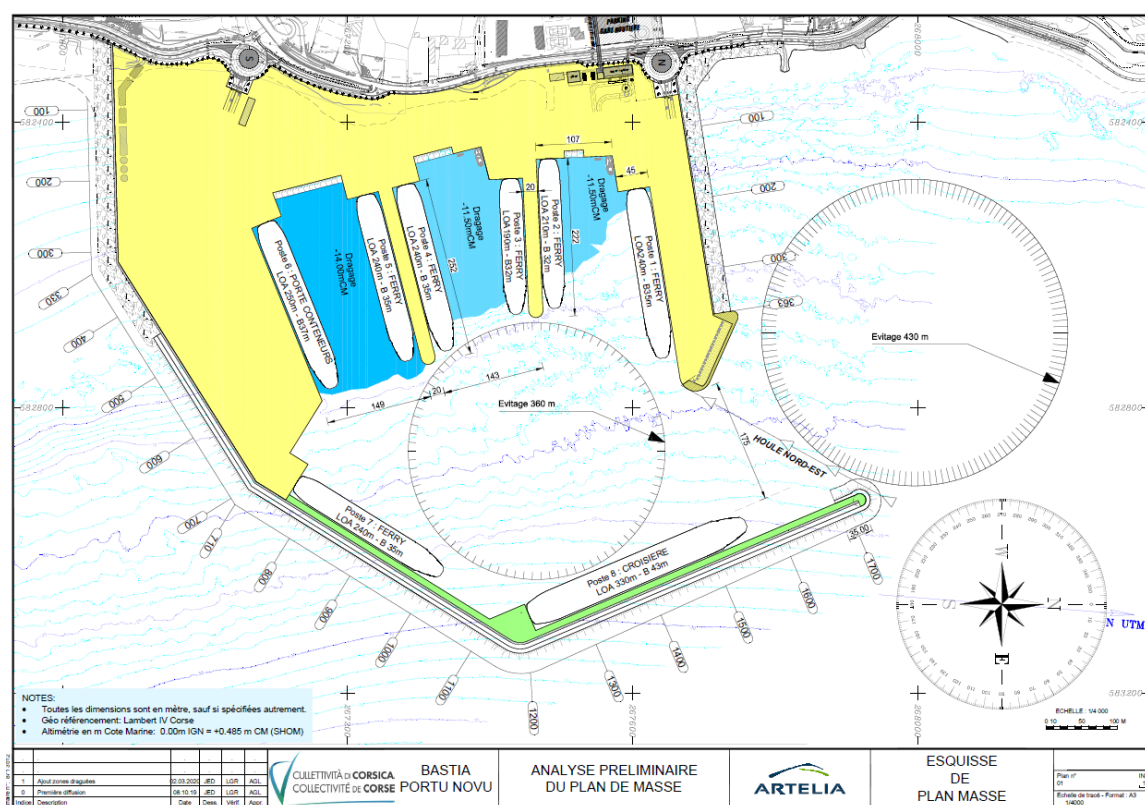
- le cap et l'angle de barre, la position machine,
- la vitesse du courant, la force du vent,
- la position des remorqueurs.

## 2.2. PLAN DE MASSE RETENU POUR CETTE ETUDE

### 2.2.1. Présentation du plan de masse

Le plan de masse retenu dans le cadre de cette étude est issu du plan de masse initialement proposé par le MOA et a fait l'objet d'une analyse d'un point de vue des accès nautiques et du point de vue agitation portuaire. Cette analyse a été réalisée à dire d'expert sur la base de l'expérience de l'équipe d'ARTELIA et a conduit en concertation avec le MOA à la définition d'un plan de masse légèrement modifié (note technique en référence [1]). Ce plan de masse est présenté dans la **Figure 2** ci-dessous (informations concernant la bathymétrie figurant en CM).

Des calculs d'agitation ont ensuite été menés sur ce plan de masse (référence [2]) nommé V01 ainsi que sur une variante (V02). A l'issue de ces calculs d'agitation le MOA a décidé que le plan de masse à retenir pour les simulations de navigation était le plan de masse V01.



**Figure 2. Plan de masse retenu pour les simulations de navigation (plan de masse V01)**

La zone qui a été reproduite sur le modèle de navigation est donc celle décrite sur le plan de masse présenté sur le plan n°01 (indice 1 du 02/03/2020), relatif à la variante V01, détaillée en Annexe 1. La typologie des ouvrages reproduits dans le modèle de navigation correspond à la typologie des ouvrages présentée dans le rapport relatif à l'étude d'agitation (référence [2]). Plus particulièrement, concernant la digue principale, entre les PM 750 et PM 1100, la digue est de type « caisson sur



pieux » et les conditions d'agitation (cf chapitre 2.5) utilisées dans le modèle de navigation tiennent compte de la présence de cet ouvrage.

Comme évoqué au paragraphe 2.2.2 et ainsi qu'au paragraphe 4.1.3 le cercle d'évitage positionné à l'extérieur (et destiné aux navires de croisières, qui pour les plus longs ne peuvent éviter à l'intérieur du bassin) a une position très préliminaire sur ce plan. En effet, il devra très probablement être situé davantage au Nord-Est car le navire doit pouvoir évoluer dans des profondeurs suffisantes (ce qui n'est pas le cas, s'il manœuvre à l'Ouest, à trop grande proximité de la côte).

Afin de faciliter l'identification des 3 darses représentées sur le plan de masse et située du nord au sud, la terminologie suivante est proposée :

- Darse Nord pour la darse accueillant les postes 1 et 2
- Darse Centre pour la darse accueillant les postes 3 et 4
- Darse Sud pour la darse accueillant les postes 5 et 6

## **2.2.2. Profondeurs des voies navigables**

A ce stade préliminaire (étude de faisabilité) il a été proposé de définir les profondeurs nécessaires pour permettre les accès nautiques sur la base de règles issues de standards d'organismes internationaux (AIPCN) et sur la base de l'expérience d'ARTELIA dans le domaine de la conception portuaire.

La méthodologie mise en œuvre est détaillée dans la note relative à la préparation des essais de navigation (référence [3])

Ainsi pour les darses, les cotes des fonds suivantes sont nécessaires pour les manoeuvres de navires :

Darse Nord : -11.5mCM ou -12m IGN78

Darse Centre : -11.5mCM ou -12m IGN78

Darse Sud : -14mCM ou -14.5m IGN 78

Pour le cercle d'évitage (considéré comme zone non exposée) à l'intérieur du port, la valeur de la darse Sud (le porte-conteneur étant le navire le plus pénalisant en termes de hauteur d'eau nécessaire à sa manœuvre) est appliquée (donc une cote des fonds maximale de -14mCM/ -14.5 m IGN78 est nécessaire). Cette profondeur est déjà fournie par les fonds (pas de dragages nécessaires) dans la zone d'évitage à l'intérieur du port.

Pour la passe d'entrée (dont la profondeur est elle aussi déterminée par le porte-conteneur), une cote des fonds de -16.5mCM/ -17m IGN78 est nécessaire. Cette profondeur est déjà fournie par les fonds (pas de dragages nécessaires) dans la passe d'entrée. La présentation des navires lors de l'entrée dans la passe d'entrée devra tout de même tenir compte de la présence des fonds sur tribord à proximité.

En revanche, le cercle d'évitage extérieur (dédié à la manœuvre des navires de croisière) devra sans doute se situer davantage vers le Nord-Est (en comparaison de sa position montrée en [Figure 2](#)) lors des manoeuvres afin de permettre aux navires d'éviter par des fonds présentant une cote d'au moins -13.5mCM.

A un stade ultérieur du projet (études de détail), une analyse dédiée devra être menée pour affiner ces valeurs.

## 2.3. NAVIRES MODELISES POUR LA REALISATION DES ESSAIS

Les modèles de navires suivants ont été utilisés lors des essais de navigation.

| Type de navire                          | Ferry                                    | Navire de croisière                                       | Porte-conteneur                     | <i>Petit Ferry</i>                      |
|---|--|---|-------------------------------------|---|
| Condition de chargement                 | -  | -   | Chargé                              | --                                      |
| Longueur hors-tout (LOA) m              | 223.7                                    | 333.3   | 245                                 | 152                                     |
| Longueur entre perpendiculaires (Lpp) m | 202.7                                    | 296   | 231                                 | 143.2                                   |
| Largeur (m)                             | 35                                       | 37.92   | 32.20                               | 23.1                                    |
| Tirant d'eau (m)                        | 6.8                                      | 8.42 (avant) – 8.16 (arrière)                             | 12                                  | 5.10                                    |
| Déplacement (m <sup>3</sup> )           | 31 200                                   | 63 326  | 56 500                              | 10 015                                  |
| Fardage frontal (m <sup>2</sup> )       | 1 390                                    | 1 932   | 727                                 | 476                                     |
| Fardage latéral (m <sup>2</sup> )       | 7 450                                    | 13 572  | 4 800                               | 2 400                                   |
| Motorisation                            | 2 x 15 100 kW (2 hélices à pas variable) | 2 x 20 200 kW (2 hélices à pas fixe)                      | 1 x 35 000 kW (1 hélice à pas fixe) | 2 x 9 400 kW (2 hélices à pas variable) |
| Propulseurs avant                       | 3 x 2 200 kW (environ 3 x 27t)           | 3 x 3 100kW   | 1 x 800 kW (environ 11t)            | 2 x 880 kW (environ 2 x 11t)            |
| Propulseurs arrières                    | 2 x 1000 kW (environ 2 x 12t)            | 2 x 3 100kW   | 1 x 520 kW (environ 7t)             | 0                                       |
| Nombre de gouvernails                   | 2  | 2   | 1                                   | 2                                       |
| Description /commentaire                |  | (propulsion classique à hélices : pas de pods azimuthaux) | 2 500 EVP                           |   |

**Tableau 1 : Description des navires utilisés lors des simulations**

Des données plus détaillées sont fournis pour chaque navire en Annexe 2

Ces navires correspondent aux navires de projet tels que définis par le client, comme suit :

- un ferry de 240m (pour tester l'accès aux différents postes ferry du plan de masse et notamment au poste 5)
- un navire porte conteneur de 250m (pour tester l'accès au poste 6 du plan de masse)
- un navire de croisière de 330m (pour tester l'accès au poste 8 du plan de masse)

Par ailleurs la dernière colonne du tableau correspond à un navire qu'il n'était pas prévu de simuler initialement. Ce petit ferry a été introduit dans le modèle durant la session d'essais à la demande du pilote de Bastia, afin de réaliser quelques essais pour le nouveau port avec un ferry plus manœuvrant et beaucoup plus petit que le navire modélisant le navire de projet.

## 2.4. REMORQUEURS

Au regard des pratiques habituellement observées dans les ports, il n'est pas prévu a priori que les manœuvres simulées avec le ferry et avec le navire de croisière soient réalisées avec l'assistance de remorqueurs. En revanche les manœuvres qui sont réalisées par le porte-conteneur nécessitent

a priori l'assistance de 1 à 2 remorqueurs de 40t de traction (BP = Bollard Pull) en première estimation à ce stade (en référence au rapport [1]). L'assistance de ces remorqueurs est bien prise en compte dans le simulateur. Le pilote a eu le choix, lors des simulations, de mobiliser les deux remorqueurs, ou uniquement un de ces deux remorqueurs, en fonction de la manœuvre à réaliser.

L'effet des remorqueurs a donc été activé (ou non) au cours de la simulation. On peut agir sur l'angle, la puissance et le mode d'action (mode traction ou poussée du ou des remorqueurs).

L'action des remorqueurs est en outre modélisée en prenant en compte les effets suivants :

- Réduction de la bollard pull du remorqueur si celui doit suivre le navire assisté,
- Modification de la bollard pull du remorqueur en fonction de l'orientation du remorqueur par rapport au navire assisté,
- Interaction hydrodynamique entre la coque du navire assisté et le remorqueur (c'est-à-dire modification de la bollard pull du remorqueur en fonction de la longueur de la remorque et de la distance au navire assisté),
- Possibilité de moduler les temps de manœuvres du remorqueur,

## 2.5. LES CONDITIONS OCEANO-METEOROLOGIQUES SUR LE SITE

Les conditions environnementales sont identiques à celles qui ont été considérées lors de l'étude de navigation de 2015 (référence [4]). En effet, les conditions avaient été choisies par les pilotes Bastiais en fonction de leur expérience sur le port de Bastia.

Les vitesses et directions de vents ont été les suivantes :

- Provenance Nord-Est : typiquement 20 à 30 Noeuds (20 noeuds = environ 10m/s);
- Provenance Sud-Est : typiquement 20 à 25 Noeuds ;
- Provenance Sud-Ouest / Ouest : typiquement 20 à 30 Noeuds

Les valeurs de vitesses de vent sont des valeurs moyenne (moyenne sur 10 minutes usuellement). Néanmoins, lors des simulations, un vent réaliste (incluant des rafales dont l'intensité peut se situer jusqu'à environ 40 à 50% de la valeur moyenne), sera modélisé.

**Les hauteurs, périodes et directions de houle sont les suivantes :**

- **Provenance Nord-Est :  $H_m0 = 2.4 \text{ m}$  –  $T_p = 7\text{s}$  (0.4 %);**
- **Provenance Sud Est :  $H_m0 = 2 \text{ m}$  –  $T_p = 8\text{s}$  (0.15 %).**

Ces valeurs sont relatives à un point situé à proximité de l'extrémité de la digue Est (donc proche de l'entrée du port) et qui présente une profondeur de l'ordre de 30m.

Pour information les valeurs de houle présentées ci-dessus correspondent pour la direction Nord-Est à une condition dépassée 0,4 % de l'année et pour la direction Sud-Est à une condition dépassée 0,15 % de l'année. Les valeurs considérées pour ces essais sont donc fortes.

Des calculs d'agitation pour le plan de masse retenu ont été réalisés (référence [2]) et évoqués au paragraphe 2.2. Plusieurs conditions de houle ont été étudiées, parmi lesquelles se trouvent les deux conditions précédentes. Ainsi, les épures d'agitation obtenues pour ces deux conditions (réalisées spécifiquement pour le plan de masse à l'étude) sont utilisées afin de prendre en compte lors des simulations de navigation les conditions d'agitation spécifiques.

Ces conditions de houle sont associées à des conditions fortes de vent. Pour des vitesses de vent inférieures les hauteurs de houle ont été réduites.

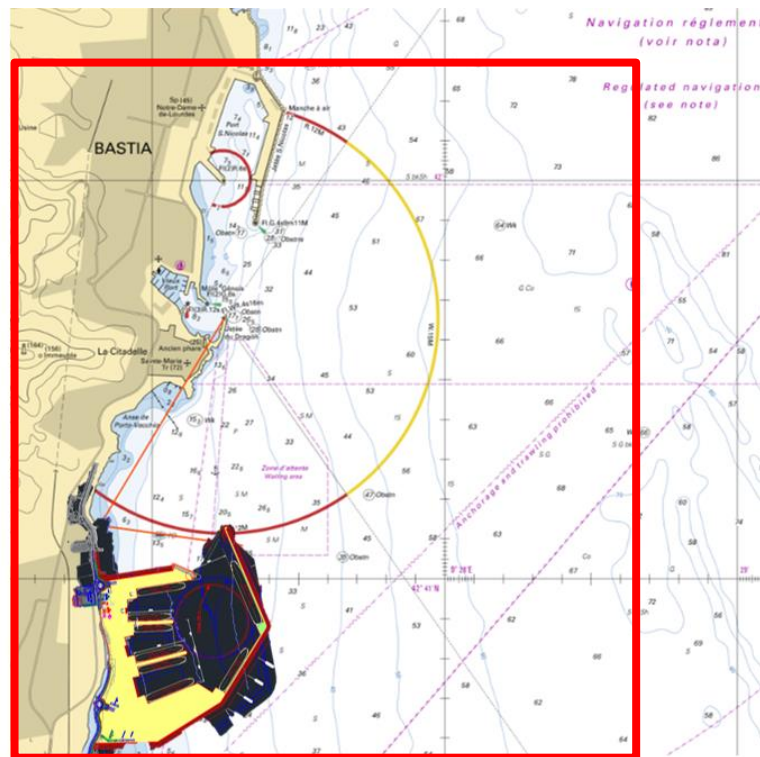
Des extraits relatifs à l'analyse océano-météorologique qui a été réalisé pour les calculs d'agitation (référence [2]) ainsi que les conditions d'agitations modélisées pour les essais de navigation sont présentées en Annexe 3

Les courants sont faibles dans la zone étudiée et ne seront donc pas pris en considération pour les essais de navigation.

Les essais sont réalisés en considérant un niveau d'eau moyen (+0.44mCM).

## 2.6. LE BALISAGE, LES AMERS ET EMPRISE DE LA ZONE REPRODUITE

La zone de navigation reproduite est représentée de manière approximative sur la figure suivante. Elle est proche de celle utilisée lors des simulations réalisées en 2015 pour étudier les accès au port de la Carbonite.



**Figure 3. Emprise de la zone reproduite**

L'emprise du modèle est telle qu'elle inclut la zone de projet jusqu'à une distance d'environ 7 à 8 longueurs de navires depuis la passe d'entrée du nouveau port. Cette emprise « utile » permettra de réaliser des approches (arrivées) ainsi que des départs. Les essais consistant à des arrivées de navires au nouveau port pourront débuter au large de la jetée du dragon tels que précédemment réalisés lors des essais de 2015

Attention, même si des éléments du port St Nicolas sont représentés de manière simplifiée (afin de contribuer au réalisme des simulations et ainsi renforcer le sentiment d'immersion), il n'a pas été prévu que l'accès au port St Nicolas fasse l'objet d'essais (en d'autres termes les accès vers le port St Nicolas ne sont pas rendus possibles par le modèle).

Le logiciel SIMFLEX permet de représenter le balisage nécessaire à la navigation. Il permet aussi d'intégrer dans la vue en trois dimensions les amers qui sont utilisés fréquemment par les pilotes.

Néanmoins, comme le port modélisé est un nouvel aménagement, il n'est pas possible pour les pilotes de Bastia d'anticiper la définition d'éventuels amers. Seule l'expérience des premières manœuvres qui seront effectuées dans le nouveau port permettra de définir les amers utiles à la navigation. En termes de balisage, à ce stade, seuls 2 feux (un feu vert (tribord) et un feu rouge (bâbord)) ont été intégrés au modèle dans la passe d'entrée.



## **2.7. DESCRIPTION DES CAS D'ETUDE**

Ces simulations (simulations temps réel) sont consacrées pour une bonne part aux manœuvres d'approche (y compris franchissement de la passe d'entrée et évolutions du navire jusqu'à sa mise à poste).

Certaines simulations sont faites pour des manœuvres de départ.

En revanche, à ce stade très amont des études (et des possibles évolutions futures du plan de masse), il n'a pas été jugé opportun (notamment par le pilote de Bastia ayant participé aux manœuvres) de réaliser lors de cette session des simulations dédiées à des situations d'urgence (perte d'un remorqueur ou avarie navire (défaillance de la propulsion et/ou de gouvernail du navire)). De telles simulations pourront être réalisées (et seront nécessaires) à un stade ultérieur lors d'une autre session de simulation.

Ces simulations ont été pour la plupart d'entre elles réalisées en présence de conditions environnementales (agitation et vent) pénalisantes pour les manœuvres afin de tester et de tenter de définir les conditions limites en termes de vent et d'agitation permettant des manœuvres en sécurité. En outre, pour certaines manœuvres, la présence de navires aux postes environnant (pour là aussi évaluer la faisabilité de la manœuvre dans des conditions pénalisantes) a été également modélisée.

### **3. PRESENTATION DES SIMULATIONS REALISEES**

Un total de 4 simulations a été réalisé. Le tableau récapitulatif présenté en pages suivantes décrit les caractéristiques de chaque essai. La dernière colonne du tableau présente les commentaires du pilote d'ARTELIA pour chaque essai réalisé.

En outre, les figures insérées en Annexe 4 présentent pour chaque essai les trajectoires des navires (vue en plan), ainsi que des graphiques donnant les principaux paramètres caractéristiques de la manœuvre (ordre de barre, vitesses navire, tension dans la remorque, etc.). Une vue (à but illustratif) de la représentation 3D du modèle est également inclus pour chaque essai.

Notes :

- 1) Pour les figures, présentant les trajectoires des navires, le pas de temps entre 2 positions de navires est de 30s
- 2) Pour les manœuvres d'accostage des navires au différents postes, il est d'usage de considérer que l'accostage est réussi si le navire, est parallèle au front d'accostage, à une distance n'excédant pas une largeur de navire, sous contrôle, et animé d'une vitesse faible (typiquement une vitesse transversale inférieure à 30cm/s).
- 3) Dans le tableau ci-dessous, en présence de conditions environnementales (vent, houles), la ligne décrivant l'essai est surlignée (en jaune quand le vent provient du Sud-Ouest, en orange quand il provient du Nord-Est et en bleu quand il provient du Sud-Est)

| ESSAIS REALISES |                            |   |   |                 |  |                              |                               |                    |  |   |   |  |
|-----------------|----------------------------|---|---|-----------------|--|------------------------------|-------------------------------|--------------------|--|---|---|--|
| Numéro d'essai  | date                       | navire manoeuvrant                        | Description de l'essai  | poste d'accueil | navires aux postes à proximité                                 | conditions environnementales |                               | PILOTE             | remorqueurs  | remarques éventuelles                               | Commentaires collectés et prises de notes réalisées durant les essais   | commentaires du pilote d'ARTELIA   |
|                 |                            |   |   |                 |  | Houle (dir ;Hm0;Tp)          | Vent (dir,vit10min)           |                    |  |   |   |  |
| 1               | lundi 09 mars 2020 - 09h30 | Ferry (Color Fantasy - 3225)              | Franchissement passe + accostage en P1 babord à quai              | P1              | ferry au P2  | 0                            | 0                             | Jean-Paul JeanJean | non  | prise en main navire - 8 nœuds à la jetée du dragon | OK navire bien manoeuvrant  | Les trois essais de prise en main montrent que l'orientation de la passe est incompatible avec une approche qui serait sur la médiatrice de la ligne rejoignant les deux feux de l'entrée. Il faut donc admettre qu'étant parallèle à la côte, ce cap d'entrée réduit la passe d'un quart environ.   |
| 2               | lundi 09 mars 2020 - 10h00 | porte-conteneur (Bolero- 3230)            | Franchissement passe + accostage en P6 tribord à quai             | P6              | ferry en P5  | 0                            | 0                             | Jean-Paul JeanJean | non (mais dans la réalité il en faudrait sûrement) | prise en main navire - 8 nœuds à la jetée du dragon | navire plutôt manoeuvrant - OK essai réussi   | Faire une baionnette entre la citadelle et l'entrée pour avoir un cap d'entrée plus vers le sud-est est illusoire compte tenu des cercles de giration de ces navires ; de plus on se retrouverait cap sur le brise lame une fois rentré ce qui, en fonction de la dérive, ne serait pas confortable. La vitesse d'entrée doit être élevée (environ 8 nds) afin de garder le contrôle du cap, ce qui implique d'utiliser les deux machines en arrière pour casser la vitesse et qui prive le pilote d'utiliser le couple en différenciant les moteurs (un en AV et un en AR pour créer un couple) afin de commencer la giration ou de se positionner à un endroit souhaité. |
| 3               | lundi 09 mars 2020 - 11h00 | navire de croisière (MSC Fantasia - 3545) | Franchissement passe + accostage en P8 tribord à quai             | P8              | ferry en P1  | 0                            | 0                             | Jean-Paul JeanJean | non  | prise en main navire - 8 nœuds à la jetée du dragon | pas de problèmes - OK essai réussi  |  |
| 4               | lundi 09 mars 2020 - 13h25 | Ferry (Color Fantasy - 3225)              | Franchissement passe + accostage en P5                            | P5              | pas de navires (juste un, laissé en P2, mais qui ne gêne pas)  | -----                        | SO (245°N) - 20nds - Libeccio | A. Raffalli        | non  | on démarre à 11nds (nœuds) au large de la citadelle | échec - évitage sur babord pas réussi   | mauvaise stratégie en essayant de tourner sur Tribord  |
| 5               | lundi 09 mars 2020 - 13h40 | Ferry (Color Fantasy - 3225)              | Franchissement passe + accostage en P5                            | P5              | pas de navires (juste un, laissé en P2 , mais qui ne gêne pas) | -----                        | SO (245°N) - 20nds - Libeccio | A. Raffalli        | non  | on démarre à 11 nds au large de la citadelle        | évitage sur tribord - manœuvre réussie  | en voulant s'éloigner de la cote on se ferme l'entrée de la passe et donc il y a risque de toucher l'un des deux musoirs   |
| 6               | lundi 09 mars 2020 - 14h00 | Ferry (Color Fantasy - 3225)              | Franchissement passe + accostage en P5 -tentative évitage babord  | P5              | pas de navires (juste un, laissé en P2, mais qui ne gêne pas)  | -----                        | SO (245°N) - 20nds - Libeccio | A. Raffalli        | non  | on démarre à 8nds au large de la citadelle          | évitage sur babord - échec  | évitage trop nord. Les trois essais 4, 5, 6 reflètent la prise en main par le pilote de Bastia du logiciel et d'un navire pas facile dans ces conditions météo limites.  |
| 7               | lundi 09 mars 2020 - 14h25 | Ferry (Color Fantasy - 3225)              | Franchissement passe + accostage en P4 - tentative évitage bâbord | P4              | pas de navires (juste un en P2 laissé, mais qui ne gêne pas)   | -----                        | SO (245°N) - 20nds - Libeccio | A. Raffalli        | non  | on démarre à 8nds au large de la citadelle          | évitage sur babord - réussie mais très très (trop) limite....   | évitage sur Bâbord car le navire était suffisamment à l'ouest pour le tenter ; si le navire avait dérivé un peu plus, l'évitage sur Tribord aurait été obligatoire ; Les conditions sont maxi.   |
| 8               | lundi 09 mars 2020 - 14h55 | porte-conteneur (Bolero- 3230)            | Franchissement passe + accostage en P6 tribord à quai             | P6              | pas de navires   | ----                         | -----                         | A. Raffalli        | sans remorqueurs                                   | on démarre à 8nds au large de la citadelle          | la manoeuvre prend du temps , mais sans difficultés   | prise en main du modèle de porte-conteneur (PC) ; beau temps et évitage sur Tb (tribord) pour cause de pas à droite de l'hélice  |
| 9               | lundi 09 mars 2020 - 15h30 | porte-conteneur (Bolero- 3230)            | Franchissement passe + accostage en P6 tribord à quai             | P6              | pas de navires   | NE (45°N) - Hm0=1.2m - Tp=7s | NE (45°N) - 10nds             | A. Raffalli        | sans remorqueurs                                   | on démarre à 8nds au large de la citadelle          | échec -   | conditions limites sans remorqueurs car vent à 10nds ; on voit aussi que le poste 7 resserre l'entrée à la dernière darse surtout si le poste 5 est occupé.  |
| 10              | lundi 09 mars 2020 - 15h30 | porte-conteneur (Bolero- 3230)            | Franchissement passe + accostage en P6 tribord à quai             | P6              | pas de navires   | NE (45°N) - Hm0=1.2m - Tp=7s | NE (45°N) - 10nds             | JP JEANJEAN        | sans remorqueurs                                   | on démarre à 8nds au large de la citadelle          | manœuvre réussie, mais pas de bateaux dans le voisinage. Si navires à P5, P7 et P8, il faudrait 2 remorqueurs. Mais attention, trop de lancements (avant-arrière) dans la réalité, pas sûr que ce soit faisable. Si pas de bateaux dans le port: 10nds de vent c'est la limite pour manoeuvrer sans remorqueurs |  |

| ESSAIS REALISES |                            |                               |   |                 |                                   |                              |                                  |             |                     |  |  |  |
|-----------------|----------------------------|-------------------------------|---|-----------------|-----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|-------------|---------------------|--|--|--|
| Numéro d'essai  | date                       | navire manoeuvrant            | Description de l'essai                                | poste d'accueil | navires aux postes à proximité    | conditions environnementales |                                  | PILOTE      | remorqueurs         | remarques éventuelles                      | Commentaires collectés et prises de notes réalisées durant les essais  | commentaires du pilote d'ARTELIA   |
|                 |                            |                               |   |                 |                                   | Houle (dir ;Hm0;Tp)          | Vent (dir,vit <sub>10min</sub> ) |             |                     |  |  |  |
| 11              | lundi 09 mars 2020 - 16h30 | porte-conteneur (Bolero-3230) | Franchissement passe + accostage en P6 tribord à quai | P6              | navires P3 et P5                  | -----                        | SO (225°N) - 8nds - Libeccio     | A. Raffalli | sans remorqueurs    | on démarre à 8nds au large de la citadelle | dans ces conditions, il ne faut pas de bateaux à P7 pour pouvoir réaliser cette manoeuvre. Manoeuvre OK.   | Pas de remorqueur car le vent n'est que de 8 nds mais même remarque que pour l'essai précédent   |
| 12              | lundi 09 mars 2020 - 17h10 | porte-conteneur (Bolero-3230) | Franchissement passe + accostage en P6 tribord à quai | P6              | navires P3 et P5                  | ----                         | SO (245°N) - 20nds - Libeccio    | JP JEANJEAN | 1 remorqueur de 40t | on démarre à 8nds au large de la citadelle | remorqueur croché à l'entrée juste avant le franchissement de la passe. C'est tendu .... Il ne faut pas de bateau au P7.. Manoeuvre OK, mais très limite...  | avec un remorqueur et un vent WSW de 20nds manoeuvre difficile car si l'on évite au sud on manque de place ; la sécurité de cette manoeuvre serait assurée par un deuxième remorqueur. |
| 13              | lundi 09 mars 2020 - 17h40 | porte-conteneur (Bolero-3230) | Franchissement passe + accostage en P6 tribord à quai | P6              | navires P3 et P5                  | ----                         | SO (245°N) - 20nds - Libeccio    | A. Raffalli | 1 remorqueur de 40t |  | on change la présentation: on part de plus loin pour raser la citadelle - collision avec P7 - échec  |  |
| 14              | lundi 09 mars 2020 - 17h55 | porte-conteneur (Bolero-3230) | départ du P6 babord à quai                            | P6              | navires P3 et P5                  | ----                         | SO (245°N) - 20nds - Libeccio    | A. Raffalli | 1 remorqueur de 40t |  | on change de stratégie: on part du principe qu'on est rentré par l'avant (et donc amarré babord à quai) -> on essaye de sortir ainsi: peut-etre plus simple par sud-ouest de faire ainsi. Mais pas de navire à P7 non plus dans ce cas là. -> <b>échec</b> |  |
| 15              | lundi 09 mars 2020 - 18h10 | porte-conteneur (Bolero-3230) | départ du P6 babord à quai                            | P6              | navires P3 et P5                  | ----                         | SO (245°N) - 20nds - Libeccio    | A. Raffalli | 1 remorqueur de 40t |  | on la refait.... Ça passe juste, mais ça passe...  |  |
| 16              | mardi 10 mars 2020 - 09h05 | Ferry (Color Fantasy - 3225)  | départ du P1 babord à quai                            | P1              | navire à P2                       | NE (45°N) - Hm0=2.4m - Tp=7s | NE (45°N) - 35nds                | A Raffalli  | sans remorqueurs    |  | on est passé très près du bateau amarré au P2: très tendu. Manoeuvre OK, mais très tendu.  | sortie du Color fantasy du P1 avec un vent fort de NE 35 nds   |
| 17              | mardi 10 mars 2020 - 09h30 | Ferry (Color Fantasy - 3225)  | départ du P4 babord à quai                            | P4              | navire à P3 (petit ferry de 150m) | SE (110°N) - Hm0=2m - Tp=8s  | SE (110°N) - 30nds               | A Raffalli  | sans remorqueurs    |  | échec  | départs du P4 pour le Color fantasy avec 30 nds de SE ; manoeuvres difficiles ; seules les 19 20 sont réussies. Les conditions sont limites.   |
| 18              | mardi 10 mars 2020 - 09h40 | Ferry (Color Fantasy - 3225)  | départ du P4 babord à quai                            | P4              | navire à P3 (petit ferry de 150m) | SE (110°N) - Hm0=2m - Tp=8s  | SE (110°N) - 30nds               | A Raffalli  | sans remorqueurs    |  | échec - dérive forte (sur le feu vert) - on re-tente l'essai précédent   |  |
| 19              | mardi 10 mars 2020 - 09h50 | Ferry (Color Fantasy - 3225)  | départ du P4 babord à quai                            | P4              | navire à P3 (petit ferry de 150m) | SE (110°N) - Hm0=2m - Tp=8s  | SE (110°N) - 30nds               | JP JEANJEAN | sans remorqueurs    |  | on re-tente l'essai précédent: essai réussi - 30 nœuds très limite   |  |
| 20              | mardi 10 mars 2020 - 10h00 | Ferry (Color Fantasy - 3225)  | départ du P4 babord à quai                            | P4              | navire à P3 (petit ferry de 150m) | SE (110°N) - Hm0=2m - Tp=8s  | SE (110°N) - 30nds               | A Raffalli  | sans remorqueurs    |  | on refait l'essai précédent - essai réussi   |  |



| ESSAIS REALISES |                            |                                |   |                 |   |                              |                               |             |                     |                       |   |   |
|-----------------|----------------------------|--------------------------------|---|-----------------|---|------------------------------|-------------------------------|-------------|---------------------|-----------------------|---|---|
| Numéro d'essai  | date                       | navire manoeuvrant             | Description de l'essai                                | poste d'accueil | navires aux postes à proximité              | conditions environnementales |                               | PILOTE      | remorqueurs         | remarques éventuelles | Commentaires collectés et prises de notes réalisées durant les essais   | commentaires du pilote d'ARTELIA  |
|                 |                            |                                |   |                 |   | Houle (dir ;Hm0;Tp)          | Vent                          |             |                     |                       |   |   |
|                 |                            |                                |   |                 |   |                              | (dir,vit <sub>10min</sub> )   |             |                     |                       |   |   |
| 21              | mardi 10 mars 2020 - 10h15 | Ferry (Color Fantasy - 3225)   | Franchissement passe + accostage en P5 babord à quai  | P5              | navire à P6 (Porte conteneur)               | SE (110°N) - Hm0=2m - Tp=8s  | SE (110°N) - 20nds            | A Raffalli  | sans remorqueurs    |                       | raté  | Accostage au P5 Bd par vent de SE 20 nds du Color sans remorqueur ; seule la 24 met le navire pas loin du poste. Si un remorqueur était disponible, il serait le bienvenu pour faciliter cette manœuvre qui sans cela reste limite. |
| 22              | mardi 10 mars 2020 - 10h25 | Ferry (Color Fantasy - 3225)   | Franchissement passe + accostage en P5 babord à quai  | P5              | navire à P6 (Porte conteneur)               | SE (110°N) - Hm0=2m - Tp=8s  | SE (110°N) - 20nds            | A Raffalli  | sans remorqueurs    |                       | on refait l'essai précédent, encore raté  |   |
| 23              | mardi 10 mars 2020 - 10h40 | Ferry (Color Fantasy - 3225)   | Franchissement passe + accostage en P5 babord à quai  | P5              | navire à P6 (Porte conteneur)               | SE (110°N) - Hm0=2m - Tp=8s  | SE (110°N) - 20nds            | A Raffalli  | sans remorqueurs    |                       | on refait l'essai précédent. Collision avec la digue Est, le pilote veut continuer quand même pour essayer mise à poste. -> nouvel échec  |   |
| 24              | mardi 10 mars 2020 - 11h00 | Ferry (Color Fantasy - 3225)   | Franchissement passe + accostage en P5 babord à quai  | P5              | navire à P6 (Porte conteneur)               | SE (110°N) - Hm0=2m - Tp=8s  | SE (110°N) - 20nds            | JP JEANJEAN | sans remorqueurs    |                       | on refait l'essai précédent en changeant de pilote - raté encore -> on retentera la manœuvre cet après-midi   |   |
| 25              | mardi 10 mars 2020 - 11h25 | Ferry (Color Fantasy - 3225)   | Franchissement passe + accostage en P4 tribord à quai | P4              | navire à P3 (petit ferry 150m)              | ----                         | SO (245°N) - 15nds - Libeccio | A Raffalli  | sans remorqueurs    |                       | évitage tribord - manœuvre réussie  | Accostage au P4 du Color Tb WSW 15 nds Puis 20 nds qui est limite ; là aussi un remorqueur serait utile.  |
| 26              | mardi 10 mars 2020 - 11h40 | Ferry (Color Fantasy - 3225)   | Franchissement passe + accostage en P4 tribord à quai | P4              | navire à P3 (petit ferry 150m)              | ----                         | SO (245°N) - 20nds - Libeccio | JP JEANJEAN | sans remorqueurs    |                       | P7: difficile d'envisager des bateaux amarrés à P7 en cas de mauvais temps: l'espace libéré est nécessaire pour la manœuvre des autres bateaux. Peut se faire, mais 20nds de vent, c'est limite....   |   |
| 27              | mardi 10 mars 2020 - 12h15 | porte-conteneur (Bolero- 3230) | départ du P6 babord à quai                            | P6              | navire à P1, P3, P4, P5 (sauf P2, P7 et P8) | NE (45°N) - Hm0=1.2m - Tp=7s | NE (45°N) - 20nds             | JP JEANJEAN | 1 remorqueur de 40t |                       | manœuvre réussie  | départs du PC du P6 Bd à quai avec remorqueur NE 20 nds la deuxième étant limite à cause d'un évitage sur Bd.   |
| 28              | mardi 10 mars 2020 - 12h50 | porte-conteneur (Bolero- 3230) | départ du P6 babord à quai                            | P6              | navire à P1, P3, P4, P5 (sauf P2, P7 et P8) | NE (45°N) - Hm0=1.2m - Tp=7s | NE (45°N) - 20nds             | A Raffalli  | 1 remorqueur de 40t |                       | on refait la même mais on change de pilote. Manœuvre réussie  |   |
| 29              | mardi 10 mars 2020 - 14h30 | Ferry (Color Fantasy - 3225)   | Franchissement passe + accostage en P5 babord à quai  | P5              | navire à P6 (Porte conteneur)               | SE (110°N) - Hm0=2m - Tp=8s  | SE (110°N) - 15nds            | A Raffalli  | sans remorqueurs    |                       | on tente à nouveau l'essai 24 en réduisant un peu la vitesse du vent (15noeuds au lieu de 20 noeuds) -> échec: on a touché l'extrémité du môle nord -> on la refait   | accostages au P5 Bd par SE 15nds pour le Color : difficile mais faisable même sans tug. L'accostage est un peu brutal car la concentration en fin de manœuvre se relâche.   |
| 30              | mardi 10 mars 2020 - 14h40 | Ferry (Color Fantasy - 3225)   | Franchissement passe + accostage en P5 babord à quai  | P5              | navire à P6 (Porte conteneur)               | SE (110°N) - Hm0=2m - Tp=8s  | SE (110°N) - 15nds            | A Raffalli  | sans remorqueurs    |                       | nouvel essai: on touche le môle sud: nouvel échec   |   |
| 31              | mardi 10 mars 2020 - 14h50 | Ferry (Color Fantasy - 3225)   | Franchissement passe + accostage en P5 babord à quai  | P5              | navire à P6 (Porte conteneur)               | SE (110°N) - Hm0=2m - Tp=8s  | SE (110°N) - 15nds            | JP JEANJEAN | sans remorqueurs    |                       | nouvel essai: on touche l'extrémité du môle sud (à deux noeuds latéralement): on tourne sur l'extrémité : recommandations: mettre des défenses sur les extrémités des deux môles. Essai vraiment limite....conclusion: d'un point de vue général, il faudrait laisser plus de place pour manoeuvrer: par exemple en décalant le coude (de la digue Est) le plus à l'est au sud-est (50m environ), on pourrait gagner un peu de place... |   |

| ESSAIS REALISES |                               |                                      |   |                 |                                |                              |                               |             |                  |                       |   |  |
|-----------------|-------------------------------|--------------------------------------|---|-----------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------|------------------|-----------------------|---|--|
| Numéro d'essai  | date                          | navire manoeuvrant                   | Description de l'essai                                | poste d'accueil | navires aux postes à proximité | conditions environnementales |                               | PILOTE      | remorqueurs      | remarques éventuelles | Commentaires collectés et prises de notes réalisées durant les essais   | commentaires du pilote d'ARTELIA   |
|                 |                               |                                      |   |                 |                                | Houle (dir ;Hm0;Tp)          | Vent                          |             |                  |                       |   |  |
|                 |                               |                                      |   |                 |                                |                              | (dir,vit <sub>10min</sub> )   |             |                  |                       |   |  |
| 32              | mardi 10 mars 2020 - 15h20    | Ferry (Color Fantasy - 3225)         | Franchissement passe + accostage en P1 babord à quai  | P1              | pas de navires                 | ----                         | SO (245°N) - 20nds - Libeccio | A Raffalli  | sans remorqueurs |                       | évitage à l'extérieur: on cule. On touche l'extrémité "Est" de P1 lors de la manoeuvre (musoir digue Nord) : "contact" jugé acceptable par les pilotes... accostage pas simple.... Manoeuvre jugée faisable . Jusqu'à l'évitage tout allait bien. Le feu vert doit être très bien défendu : car malheureusement potentiellement utilisé pour toucher et pivoter . 20 noeuds de vent: on est à la limite avec ce type de navire. | Accostage du Color au P1vent WSW 20 n manoeuvre limite car le ferry échappe au contrôle quand les vents passent en rafale ou changent d'orientation                      |
| 33              | mardi 10 mars 2020 - 15h20    | Ferry (Color Fantasy - 3225)         | Franchissement passe + accostage en P1 babord à quai  | P1              | pas de navires                 | ----                         | SO (245°N) - 20nds - Libeccio | JP JEANJEAN | sans remorqueurs |                       | évitage à l'extérieur: on cule. on touche l'extrémité sud du poste P8. Echéc.   |  |
| 34              | mardi 10 mars 2020 - 15h55    | Ferry (Color Fantasy - 3225)         | Franchissement passe + accostage en P1 babord à quai  | P1              | pas de navires                 | ----                         | SO (245°N) - 20nds - Libeccio | JP JEANJEAN | sans remorqueurs |                       | on refait l'essai précédent. Même pilote. Accostage un peu chaud (violent), on touche à 3noeuds latéralement sur l'arrière ( trop vite)on a du mal à tenir le bateau.... Vraiment limite.. Pas "safe" comme manoeuvre. Navire tombé trop vite sur le quai..   |  |
| 35              | mardi 10 mars 2020 - 16h20    | petit Ferry (Dronning Ingrid - 3005) | Franchissement passe + accostage en P1 babord à quai  | P1              | pas de navires                 | ----                         | SO (245°N) - 20nds - Libeccio | A Raffalli  | sans remorqueurs |                       | même essai que précédemment mais on change le ferry. Essai réussi   | ---  |
| 36              | mardi 10 mars 2020 - 16h40    | petit Ferry (Dronning Ingrid - 3005) | Franchissement passe + accostage en P2 tribord à quai | P2              | navire à P1                    | SE (110°N) - Hm0=2m - Tp=8s  | SE (110°N) - 25nds            | JP JEANJEAN | sans remorqueurs |                       | navire beaucoup plus manoeuvrant (petit ferry). Mais collision avec extrémité môle nord. Echéc manoeuvre... à refaire.  | ---  |
| 37              | mardi 10 mars 2020 - 16h55    | petit Ferry (Dronning Ingrid - 3005) | Franchissement passe + accostage en P2 tribord à quai | P2              | navire à P1                    | SE (110°N) - Hm0=2m - Tp=8s  | SE (110°N) - 25nds            | JP JEANJEAN | sans remorqueurs |                       | on refait/retente l'essai précédent. Manoeuvre réussie  | ---  |
| 38              | mardi 10 mars 2020 - 17h20    | Ferry (Color Fantasy - 3225)         | Franchissement passe + accostage en P7 tribord à quai | P7              | navires à P5 et P6             | ----                         | SO (245°N) - 25nds - Libeccio | A Raffalli  | sans remorqueurs |                       | manoeuvre réussie   | Accostage du Color Tb P7 par WSW 25 nds RAS  |
| 39              | mardi 10 mars 2020 - 17h50    | Ferry (Color Fantasy - 3225)         | Franchissement passe + accostage en P7 tribord à quai | P7              | navires à P5 et P6             | SE (110°N) - Hm0=1m - Tp=8s  | SE (110°N) - 15nds            | JP JEANJEAN | sans remorqueurs |                       | avec 25 noeuds de vent, cela ne passait pas, on a réduit à 15 noeuds de vent, ça passe (puissance des props suffisante dans ce cas). Manoeuvre OK.  | Accostage du Color Tb P7 par SE 25 nds Le navire est sous contrôle parallèle au P7 mais ne pouvant pas accoster sans remorqueur / puis le vent étant tombé à 15 nds: RAS |
| 40              | mercredi 11 mars 2020 - 08h35 | Ferry (Color Fantasy - 3225)         | Franchissement passe + accostage en P7 tribord à quai | P7              | navires à P5 et P6             | NE (45°N) - Hm0=1.2m - Tp=7s | NE (45°N) - 20nds             | A Raffalli  | sans remorqueurs |                       | 8 noeuds en vitesse d'approche : suffisant. Accostage OK, évitage babord. Manoeuvre OK .mais arrivée un peu rapide sur l'arrière (à plus de 1 noeuds)   | Accostage du Color Tb P7 NE 20 nds Ras   |

| ESSAIS REALISES |                               |   |   |                 |  |                              |                               |             |                  |                       |  |   |
|-----------------|-------------------------------|---|---|-----------------|--|------------------------------|-------------------------------|-------------|------------------|-----------------------|--|---|
| Numéro d'essai  | date                          | navire manoeuvrant                        | Description de l'essai                                  | poste d'accueil | navires aux postes à proximité                             | conditions environnementales |                               | PILOTE      | remorqueurs      | remarques éventuelles | Commentaires collectés et prises de notes réalisées durant les essais  | commentaires du pilote d'ARTELIA                    |
|                 |                               |   |   |                 |  | Houle (dir ;Hm0;Tp)          | Vent                          |             |                  |                       |  |   |
|                 |                               |   |   |                 |  |                              | (dir,vit <sub>10min</sub> )   |             |                  |                       |  |   |
| 41              | mercredi 11 mars 2020 - 09h10 | navire de croisière (MSC Fantasia - 3545) | Franchissement passe + accostage en P8 - tribord à quai | P8              | navires en P2 et P4 (mais sans enjeu, car on évite dehors) | ----                         | SO (245°N) - 15nds - Libeccio | A Raffalli  | sans remorqueurs |                       | évitage extérieur. Mais trop près de la plage -> on s'est échoué -> il faut éviter plus au Nord- Est   | Navire MSC P8 par WSW 15 nds pas facile             |
| 42              | mercredi 11 mars 2020 - 09h25 | navire de croisière (MSC Fantasia - 3545) | Franchissement passe + accostage en P8 - tribord à quai | P8              | navires en P2 et P4 (mais sans enjeu, car on évite dehors) | ----                         | SO (245°N) - 15nds - Libeccio | A Raffalli  | sans remorqueurs |                       | on refait l'essai précédent. On s'est encore échoué... échec   |   |
| 43              | mercredi 11 mars 2020 - 09h25 | navire de croisière (MSC Fantasia - 3545) | Franchissement passe + accostage en P8 - tribord à quai | P8              | navires en P2 et P4 (mais sans enjeu, car on évite dehors) | ----                         | SO (245°N) - 15nds - Libeccio | A Raffalli  | sans remorqueurs | départ à 8 nœuds      | on refait l'essai précédent en modifiant la présentation (plus NE que N) et en essayant d'éviter au Nord-Est. On touche la limite au niveau du vent (de manière inattendue). On est très limite au niveau de la puissance. Dans la réalité, on ne le ferait pas... soit on réduit nos "exigences" en termes de limites de vent (15nœuds vraiment limite), soit on élargit la passe...  |   |
| 44              | mercredi 11 mars 2020 - 10h00 | navire de croisière (MSC Fantasia - 3545) | Franchissement passe + accostage en P8 - tribord à quai | P8              | navires en P2 et P4 (mais sans enjeu, car on évite dehors) | NE (45°N) - Hm0=1.2m - Tp=7s | NE (45°N) - 15nds             | JP JEANJEAN | sans remorqueurs |                       | les propulseurs ont un peu de mal à étaler le vent (pourtant les props sont bien puissants). On rase vraiment de près le feu de la digue Est.... Pas évident, mais manœuvre réussie  | MSC P8 NE 15 nds RAS                                |
| 45              | mercredi 11 mars 2020 - 11h15 | Ferry (Color Fantasy - 3225)              | Franchissement passe + accostage en P6 - tribord à quai | P6              | navire en P5   | ----                         | SO (245°N) - 20nds - Libeccio | JP JEANJEAN | sans remorqueurs |                       | Sur cette manœuvre, on voit que le coude SE de la digue Est pourrait utilement être déplacé de 50m environ vers le SE afin d'élargir l'espace de manœuvre pour l'évitage. Extrémité du poste P6 à défendre aussi. Manœuvre réussie (car évitage et alignement dans le lit du vent maîtrisé) sauf à la fin (accostage un peu chaud). faisable, mais on touche à la limite , <b>davantage de place est nécessaire pour la sécurité des manoeuvres.</b> | Ferry Color P6 Tb WSW 20 nds accostage un peu chaud |
| 46              | mercredi 11 mars 2020 - 11h30 | petit Ferry (Dronning Ingrid - 3005)      | Franchissement passe + accostage en P3 - babord à quai  | P3              | navire en P4   | NE (45°N) - Hm0=1.2m - Tp=7s | NE (45°N) - 20nds             | A Raffalli  | sans remorqueurs |                       | manœuvre réussie. Parfaitement maîtrisable.  | --  |

Tableau 2 : Récapitulatif des essais réalisés

## 4. CONCLUSIONS

Les principales conclusions pouvant être tirées à l'issue de cette session d'essais sont présentées ci-dessous

### 4.1. ACCES AUX DIFFERENTS POSTES ET LIMITES D'ACCESSIBILITE

Les simulations de navigation ont mis en évidence que le plan de masse pouvait permettre l'accès en sécurité à la plupart des navires compris dans la gamme des navires de projet, moyennant des restrictions en termes de conditions de vents et moyennant l'utilisation de remorqueurs dans un certain nombre de cas.

#### 4.1.1. Poste conteneur (P6) :

Au-delà de 8 à 10 nœuds, ou en présence de navires aux postes voisins, l'assistance d'un ou de deux remorqueurs est nécessaire pour les manœuvres d'accostage et d'appareillage au poste multimodal (P6) qui sera dédié à l'accueil des porte-conteneurs. Certains essais ont montré qu'en présence de vents d'environ 20 nœuds, l'assistance d'un seul remorqueur est insuffisante ; un second remorqueur permettrait d'assurer alors la sécurité de la manœuvre. Par ailleurs, en fonction de la direction du vent, le navire pourra accoster bâbord à quai ou tribord à quai, car cela n'affecte pas (contrairement au ferry) la faisabilité de chargement/déchargement.

#### 4.1.2. Postes ferry

Les simulations pour les postes dédiés à l'accueil des ferries (postes P1, P2, P3, P4, P5 et P7) ont été réalisées avec un navire certes réaliste mais qui représente le ferry maximal admissible en terme de taille et de faible manœuvrabilité. Ce ferry est toutefois représentatif de grands ferries pouvant potentiellement être accueillis au sein du futur port.

Selon les postes et la direction du vent, l'accès aux postes est plus ou moins difficile. Néanmoins il ressort des essais que la limite en termes de vitesse de vent admissible se situe aux alentours de 20 nœuds. En présence de navires (notamment au poste P7 pour l'accès spécifique à la darse sud), cette valeur de vitesse de vent admissible devrait être réduite.

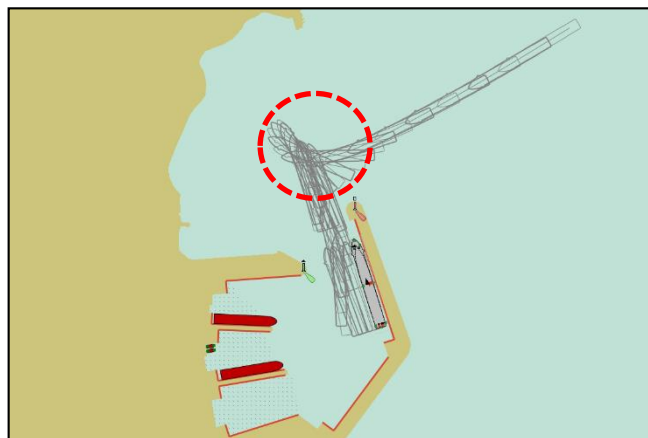
Toutefois, l'usage de remorqueur permettrait de faciliter ces manœuvres qui sans cela restent à la limite de ce qui est admissible en termes de sécurité. En présence de vents d'environ 20 nœuds, il est ainsi probable qu'en réalité le recours à l'assistance de remorqueurs soit nécessaire dans certains cas. Même pour des valeurs de vent plus faible, pour certaines circonstances, l'assistance d'un (voire deux remorqueurs) serait souhaitable pour les manœuvres du ferry ne serait-ce que pour lui faire franchir le lit du vent ou absorber un effet de rafale.

Pour des ferries plus manœuvrant et de plus petite taille, une limite de vitesse de vent serait de l'ordre de 20 à 25 nœuds.

#### 4.1.3. Poste croisière

Les essais ont montré la nécessité pour les grands navires de croisière d'éviter dans une zone située au nord du musoir de la digue Est (et non à l'ouest immédiat du musoir de la digue Est comme initialement pressenti) afin de pouvoir profiter de plus grandes profondeurs. Cette zone où la manœuvre d'évitage pour les grands navires de croisière peut être réalisée est illustrée sur la figure suivante (relative à l'essai 44).





**Figure 4.** illustration de la position typique de la zone d'évitage pour les grands navire de croisière (trajectoire de l'essai 44)

En termes de vitesse de vent, les essais ont montré que la limite pour pouvoir réaliser des manœuvres d'approche du poste P8 en sécurité se situe aux alentours de 15 nœuds (les manœuvres pouvant par ailleurs s'avérer plus difficile par Libeccio (vent de Sud-ouest)).

#### **4.1.4. Remarques relatives à ces limites d'accessibilité :**

Les limites citées ci-dessus sont relatives à des vitesses de vent moyennées sur 10 minutes. Des rafales bien supérieures à ces valeurs moyennes peuvent être observées dans la réalité et ont été modélisées sur notre simulateur.

En outre ; ces conditions de vent limites ont été estimées à partir d'un modèle développé sur simulateur qui comme tout modèle a des limites et ne représentent pas de manière totalement parfaite la réalité. Elles seront affinées par le jugement des pilotes qui réaliseront les manœuvres dans le nouveau port. En effet, seule l'expérience des pilotes qui seront mobilisés pour le nouveau port permettra de définir les limitations réelles d'entrées/sorties des navires en fonction des conditions d'environnement et des navires accueillis.

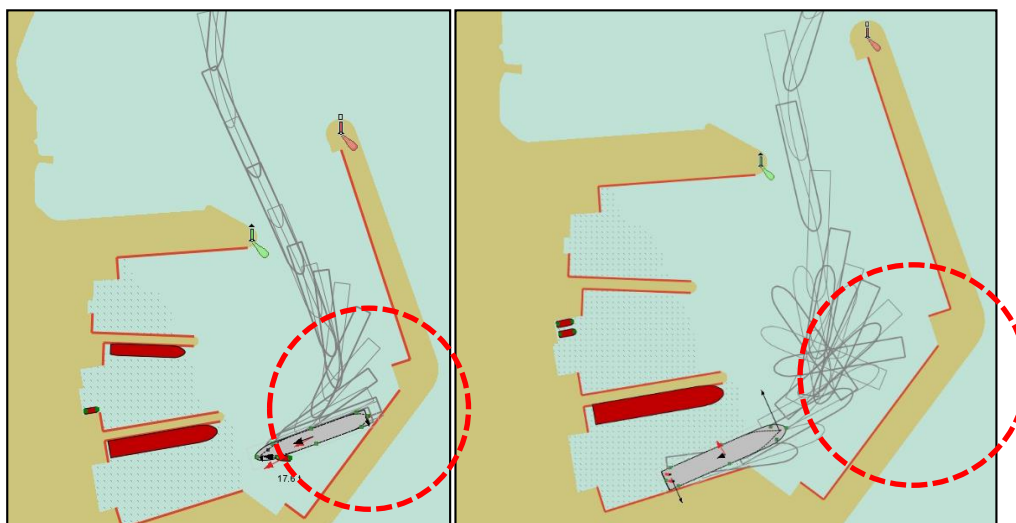
## **4.2. PISTES DE REFLEXION POUR AMELIORER LE PLAN DE MASSE**

Le nombre significatif de manœuvres ayant été jugées lors des essais comme vraiment à la limite de la sécurité (et qui représentent donc des situations qui dans la réalité devraient être évitées) incitent à proposer certains aménagements du plan de masse.

### Elargissement du bassin dans sa partie sud

Pour un certain nombre d'essais, le navire simulé, durant son évitage à l'intérieur du bassin pour accéder aux postes est entré en collision avec la digue Est au niveau du poste P7 ou au niveau de l'extrémité sud du poste P8, ou bien encore avec les extrémités des deux moles délimitant les darses. Un élargissement de l'espace de manœuvre faciliterait ainsi les manœuvres dans cette zone, plutôt située dans la partie sud du bassin intérieur.

La figure suivante (extraits des essais 13 et 45) montre des essais typiques pour lesquels un bassin un peu plus grand dans la partie Sud-Est aurait facilité la manœuvre :



**Figure 5. illustration de la zone où le bassin intérieur pourrait être élargi afin d'augmenter l'espace de manoeuvre (trajectoires des essais 13 et 45)**

Cet élargissement du bassin dans sa partie sud pourrait être ainsi obtenu par exemple par un décalage de l'ordre de 40 à 50m vers le Sud-Est du coude Sud-Est de la digue Est

#### Elargissement de la passe d'entrée :

Pour un certain nombre d'essais, le navire simulé est entré en collision avec les musoirs de la passe d'entrée. Afin de faciliter la présentation du navire à l'approche de la passe ainsi que son franchissement, la passe pourrait être utilement élargie d'environ 20m. Cela pourrait par exemple être obtenu en orientant le digue Est un peu au plus au Nord. Toutefois concernant cette modification de la passe d'entrée, son bénéfice en termes de gain de manoeuvrabilité devra être toutefois analysé dans une phase ultérieure au regard des inconvénients qu'elle pourrait potentiellement occasionner en termes d'agitation (l'énergie de la houle pouvant alors pénétrer davantage à l'intérieur du port en cas d'élargissement de la passe).

Ces modifications permettraient d'accroître la sécurité des manoeuvres pour les limites de vent évoquées plus haut et ainsi d'éventuellement moins solliciter l'assistance de remorqueurs particulièrement pour les navires de grande taille et peu manoeuvrants.

### **4.3. DEFENSES ADDITIONNELLES AU MUSOIR DES DIGUES ET AUX EXTREMITES DES DEUX MOLES**

Pour certains essais, les navires sont passés très près ou sont rentrés en contact avec les deux musoirs de la passe d'entrée ainsi qu'avec les extrémités des deux moles. Ainsi il pourrait être envisagé que des défenses additionnelles soient implantées au bout de ces ouvrages de telle sorte qu'en cas de collision accidentelle d'un navire avec ces structures les dégâts pour le navire, comme pour la structure du quai soient les plus réduits possibles.

Un système de type défense à rouleaux (tel que présenté dans la figure suivante à titre d'exemple illustratif) pourrait ainsi être envisagé comme dispositif possible.



**Figure 6.** *exemple de défense de coin de quai à rouleaux (fabricant Trelleborg)*

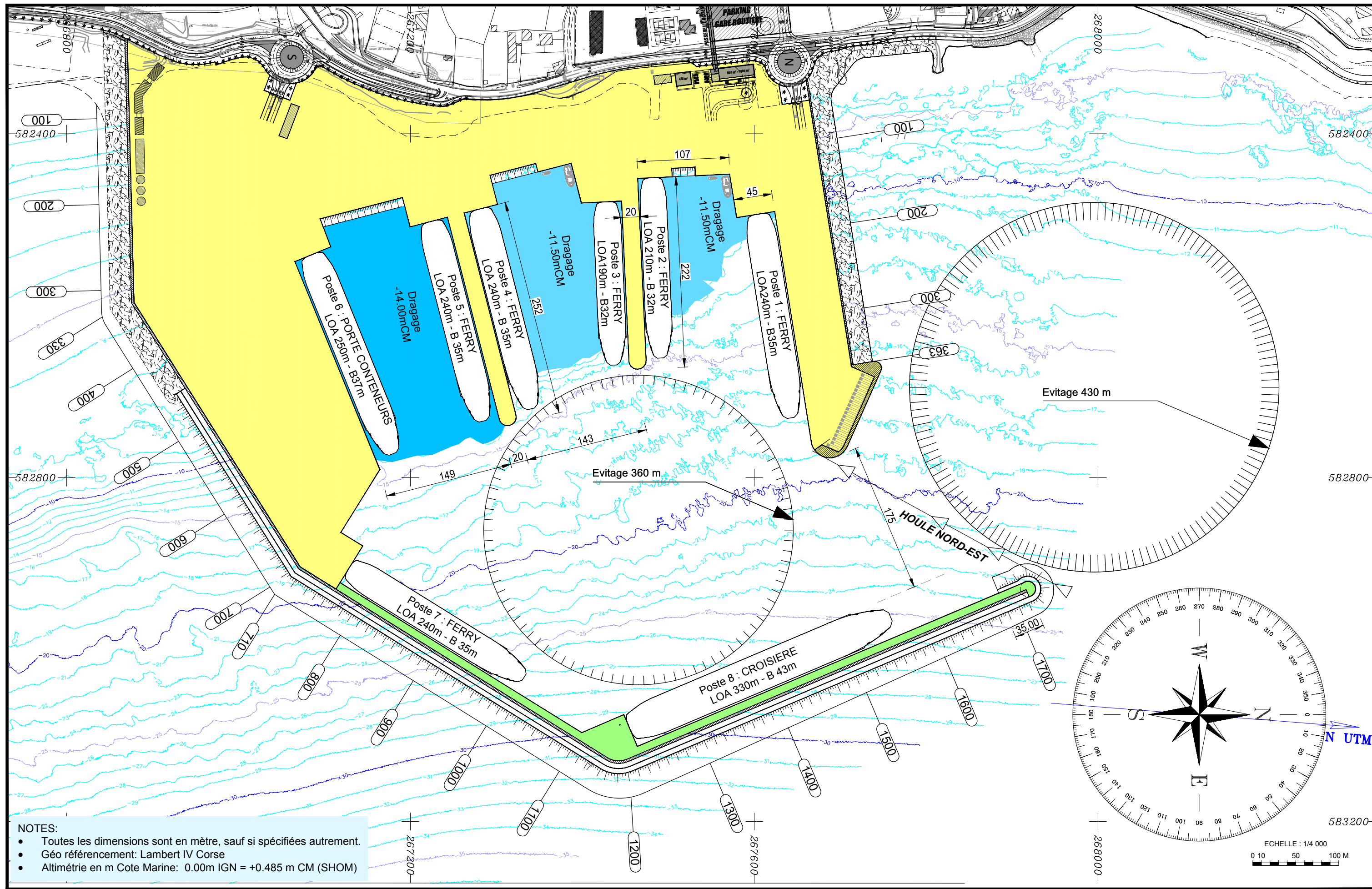
## 5. DOCUMENTS DE REFERENCE

- [1] Note technique relative relative à l'analyse du plan de masse portuaire – document ARTELIA référence 871 3512-PN-N1 – rev 1 du 11/10/2019
- [2] Rapport relatif à l'étude d'agitation – document ARTELIA référence 8713512 - rev 1 du 21/01/2020
- [3] Note technique relative Note relative à la préparation des essais de navigation (document ARTELIA référence 871 3512-PN-N2 révision 01 du 10 février 2020)
- [4] Rapport ARTELIA pour la Collectivité territoriale de Corse – rapport référencé 8713512 M5-R3 du 13 avril 2016 – Grand Port Bastia-Corse – mission d'études pour le projet de port de commerce sur le site de la Carbonite – mission M5 : Etudes préliminaires – rapport M5-R3 : Etudes préliminaires du bassin de la Carbonite.

oOo



## **ANNEXE 1 PLAN DE MASSE MODELISE**



NOTES:

- Toutes les dimensions sont en mètre, sauf si spécifiées autrement.
- Géo référencement: Lambert IV Corse
- Altimétrie en m Cote Marine: 0.00m IGN = +0.485 m CM (SHOM)

|        |                      |            |       |        |       |
|--------|----------------------|------------|-------|--------|-------|
| 1      | Ajout zones draguées | 02.03.2020 | JED   | LGR    | AGL   |
| 0      | Première diffusion   | 08.10.19   | JED   | LGR    | AGL   |
| Indice | Description          | Date       | Dess. | Vérif. | Appr. |

**BASTIA**  
**PORTU NOVU**

## ANALYSE PRELIMINAIRE DU PLAN DE MASSE



**ESQUISSE  
DE  
PLAN MASSE**

Plan n°  
01

IND  
1

Echelle de tracé - Format : A3  
1/4000

## **ANNEXE 2 FICHES TECHNIQUES DES NAVIRES MODELISES**



## **Mathematical Ship Model No. 3225**

**"Color Fantasy"**

FORCE 111-30083 / 2011-08-29



***Title of report and Project No.:***

## Ship Description

Ship 3225

Cruise Ferry

Design Condition

"Color Fantasy"

***Client:***

***Author(s):*** Ole Tersløv

***Ref.:*** 111-30083

***Date:*** 2012-04-18

***Approved by:***

| <b><i>Revision</i></b> | <b><i>Description</i></b> | <b><i>By:</i></b> | <b><i>Checked:</i></b> | <b><i>Approved:</i></b> | <b><i>Date:</i></b> |
|------------------------|---------------------------|-------------------|------------------------|-------------------------|---------------------|
| 3                      | External waves            | OT                | GEV                    |                         | 2012-04-18          |
| 2                      | Revised Layout            | OT                | GEV                    |                         | 2011-08-29          |
| 1                      | Original version          | OT                |                        |                         | 2007-12-21          |

***Keywords:***

Manoeuvring characteristics  
Ship characteristics  
Equilibrium speeds

***Classification:***

Open  
Internal  
**X** Confidential

**Ship Description**

**Ship 3225**

**Cruise Ferry**

**Design Condition**

## List of Contents

|  | Page     |
|--|----------|
| <b>1 Ship Description .....</b>                  | <b>1</b> |
| <b>2 Basis for Mathematical Ship Model .....</b> | <b>1</b> |
| <b>3 Manoeuvring Characteristics .....</b>       | <b>2</b> |
| <b>4 Ship Particulars .....</b>                  | <b>3</b> |
| <b>5 Equilibrium Speeds .....</b>                | <b>4</b> |

## Appendix A: Plots of Standard and Check Manoeuvres

### Nomenclature and Definitions

|          |                                 |
|----------|---------------------------------|
| LCB      | Longitudinal centre of buoyancy |
| $L_{pp}$ | Length between perpendiculars   |
| R        | Radius of propeller             |
| T        | Draught                         |

The ship is defined in a right hand coordinate system with x positive forward and y positive to starboard. The path of the ship is referred to the origin of the ship, i.e. at the intersection between amidships and the centreline. Rudder angles are defined positive to port.

Wind direction : Wind coming from [angle]

Wave direction: Waves going to [angle]

Current direction: Current going to [angle]

## 1 Ship Description

The ship is a 224 m long and 35 m wide cruise ferry in design condition i.e. with a draught of 6.8m (even keel). It is equipped with two diesel electric engines of 15.1 MW each driving the two controllable pitch propellers. The service speed at the design draught is 20.9 knots. The vessel is equipped with three bow thrusters and two stern thrusters.

## 2 Basis for Mathematical Ship Model

The manoeuvring capabilities of the mathematical model of the ship are based on calculations by the ShipYard database tool later adjusted according to full scale trial data. The sea-keeping properties of the ship have been scaled from a similar model to fit the conditions of present ship. Wind load data has been obtained from wind tunnel test measurements of the ship.

The basis for the mathematical ship model is summarized in Table 2-1.

| Effect (device)       | Scaled from similar model | Predicted using database tool (ShipYard) | Specific model tests (PMM/ wind tunnel) | Specific calculations (CFD/ OMEGA) | Full scale trial data |
|-----------------------|---------------------------|--|---|------------------------------------|-----------------------|
| Hull hydrodynamics    |                           | X  |   |                                    | X                     |
| Shallow water effects |                           | X  |   |                                    |                       |
| Propulsion & rudder   | X                         |  |   |                                    |                       |
| Thrusters             | X                         |  |   |                                    |                       |
| Wave loads            | X                         |  |   |                                    |                       |
| Wind loads            |                           |  |   |                                    | X                     |
| Bank effects          | X                         |  |   |                                    |                       |
| Ship-ship interaction | X                         |  |   |                                    |                       |
| Hydrostatic forces    | X                         |  |   |                                    |                       |
| Engine characteristic | X                         |  |   |                                    |                       |
| Anchor characteristic | X                         |  |   |                                    |                       |

Table 2-1: Basis for Mathematical Ship Model



### 3 Manoeuvring Characteristics

The manoeuvring characteristics of the vessel show that the ship is marginally course unstable. This can be seen from the spiral curve, and is not expected to have steering problems. Its turning ability is very good as demonstrated by the turning circle test, and the yaw-checking ability is also better than average. The stopping ability is also good, well below the IMO limit of 15 ship lengths. The ship is seaworthy with a maximum roll amplitude of 5 deg in 3 m waves (significant wave height). The ship is seen to heel somewhat when sailing in cross winds with a steady heel angle of about 2 deg in cross winds of 15 m/s.

The main manoeuvring characteristics of the ship model are listed in Table 3-1.

| Parameter                                      | Cruise Ferry        | IMO limit          |
|--|---------------------|--------------------|
| Turning circle, Advance                        | $2.8 \cdot L_{pp}$  | $4.5 \cdot L_{pp}$ |
| Turning circle, Tactical diameter              | $2.4 \cdot L_{pp}$  | $5.0 \cdot L_{pp}$ |
| 10/10 zig-zag, 1 <sup>st</sup> overshoot angle | 6.6 deg             | 14.7 deg           |
| 10/10 zig-zag, 2 <sup>nd</sup> overshoot angle | 11.2 deg            | 32.0 deg           |
| 20/20 zig-zag, 1 <sup>st</sup> overshoot angle | 13.0 deg            | 25.0 deg           |
| Crash stop, Track reach                        | $4.35 \cdot L_{pp}$ | $15 \cdot L_{pp}$  |

Table 3-1: Manoeuvring Characteristics

Track plots and time series from simulated standard manoeuvres are given in Appendix A.

#### 4 Ship Particulars

| Type of ship<br>Condition<br>Ship No.   |                | Cruise Ferry<br>Design<br>3225 |
|---|----------------|--------------------------------|
| Length between Perpendiculars           | m              | 202.66                         |
| Length overall                          | m              | 223.7                          |
| Breadth moulded                         | m              | 35.0                           |
| Depth moulded                           | m              | 8.0                            |
| Draught fore/aft                        | m              | 6.8/6.8                        |
| Displacement                            | m <sup>3</sup> | 31200                          |
| Wetted Surface                          | m <sup>2</sup> | 8120                           |
| Frontal wind Area                       | m <sup>2</sup> | 1390                           |
| Lateral wind Area                       | m <sup>2</sup> | 7450                           |
| Block Coefficient based on $L_{pp}$     | -              | 0.647                          |
| Trim by the Stern                       | %              | 0                              |
| Metacentric Height                      | m              | 3.40                           |
| LCB, % of $L_{pp}$ forw. of $L_{pp}/2$  | %              | 3.0                            |
| Radius of Inertia, % of $L_{pp}$        | %              | 25.0                           |
| Type of Engine                          |                | Diesel                         |
| Number of Propellers                    |                | 2                              |
| Type of Propellers                      |                | CP                             |
| Direction of Rotation                   |                | Inwards                        |
| Number of Blades                        |                | 4                              |
| Propeller Diameter                      | m              | 5.2                            |
| Distance from Center Line               | m              | 6.48                           |
| Pitch Ratio at 0.7-R                    |                | 1.295                          |
| Area Ratio                              |                | 0.663                          |
| Shaft Power (ahead) total               | kW             | 2 x 15.100                     |
| Number of Rudders                       |                | 2                              |
| Type of Rudders                         |                | Semi-spade                     |
| Position from CL                        | m              | 6.5                            |
| Area of Rudder (movable part)           | m <sup>2</sup> | 24.0                           |
| Total rudder Area/( $L_{pp} \times T$ ) | %              | 3.48                           |
| Turning Velocity of Rudder (two Pumps)  | deg/s          | 4.6                            |
| Max. rudder Angle                       | deg            | 60, later 35                   |
| Anchor Weight                           | kg             | 2 x 11100                      |
| Chain Weight                            | kg/m           | 196.2                          |
| Number of bow Thrusters                 |                | 3 (combined)                   |
| Nominal bow thruster Power              | kW             | 3 x 2200 ~ 3 x 27 t            |
| Number of stern Thrusters               |                | 2 (combined)                   |
| Nominal stern thruster Power            | kW             | 2 x 1000 ~ 2 x 12 t            |

Table 4-1: Ship Particulars

## 5 Equilibrium Speeds

| Ship<br>Engine<br>Setting | Propeller |       | Speed, knots |          |
|---------------------------|-----------|-------|--------------|----------|
|                           | RPM       | Pitch | 1000 m       | 8.16 m   |
| 1.0                       | 110       | 1.30  | 20.5         | Grounded |
| 0.8                       | 110       | 1.12  | 17.5         | Grounded |
| 0.5                       | 110       | 0.70  | 12.1         | 9.5      |
| 0.25                      | 110       | 0.35  | 7.3          | 5.6      |
| 0.125                     | 110       | 0.17  | 3.9          | 2.4      |
| -0.125                    | 110       | -0.18 | -4.9         | -2.2     |
| -0.25                     | 110       | -0.35 | -7.4         | -4.6     |
| -0.5                      | 110       | -0.70 | -11.4        | -8.6     |
| -1.0                      | 110       | -1.05 | -14.9        | -11.1    |

*Table 5-1: Propeller RPM and pitch, and equilibrium speeds for various handle settings for two water depths: deep water and shallow water corresponding to 1.2 times the mean draught.*

## Appendix A.

# Mathematical Ship Model No. 3225 Color Fantasy

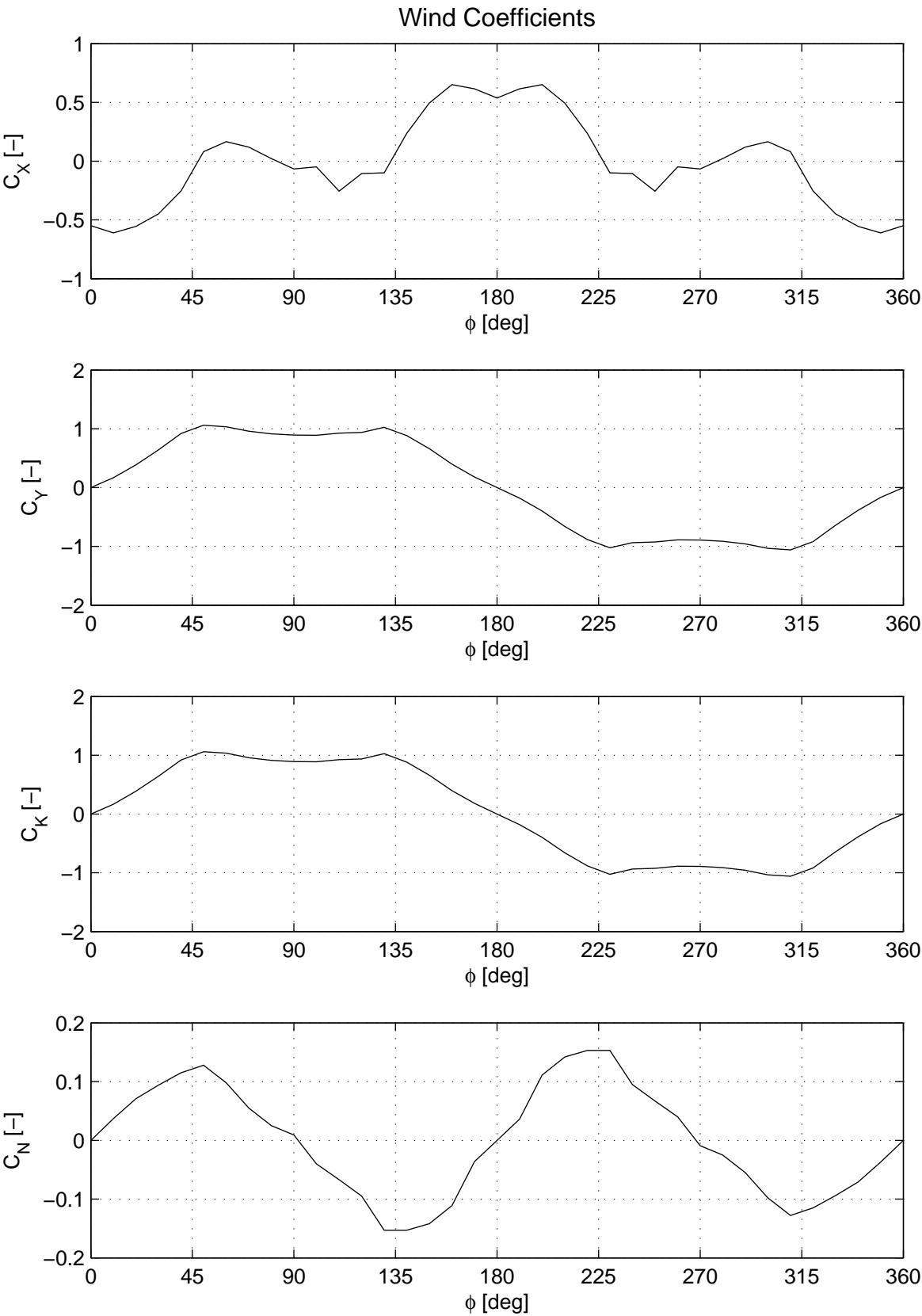
Plots of Standard and Check Manoeuvres

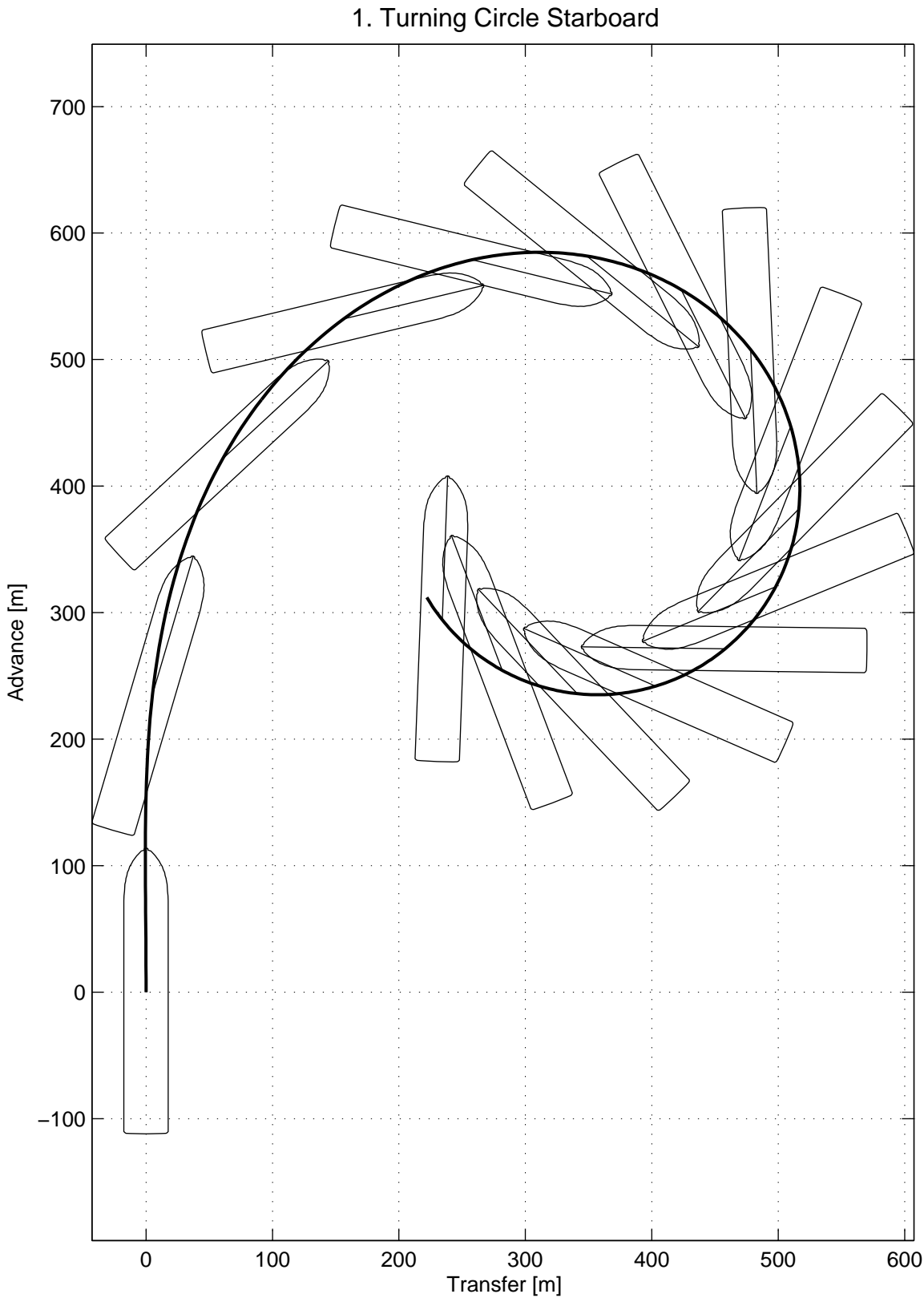


## List of Contents

|  |    |
|--|----|
| Side View and Birds Eye View                             | 3  |
| Wind Coefficients  | 4  |
| 1. Turning Circle Starboard                              | 5  |
| 2. Turning Circle Port                                   | 7  |
| 3. Turning Circle Starboard, Shallow Water               | 9  |
| 4. Zig-zag 10/10   | 11 |
| 5. Zig-zag 20/20   | 12 |
| 6. Combined Dieudonne- and Reverse Spiral                | 13 |
| 7. Acceleration  | 14 |
| 8. Crash Stop  | 15 |
| 9. Coasting Stop   | 16 |
| 10. Going Astern   | 17 |
| 11. Drifting in Wind                                     | 18 |
| 12. Sailing with Autopilot in Wind                       | 20 |
| 13. Drifting in Current                                  | 22 |
| 14. Sailing with Autopilot in Current                    | 24 |
| 15. Drifting in Waves                                    | 26 |
| 16. Sailing with Autopilot in Waves                      | 28 |
| 17. Accelerating Turning Circle Starboard                | 30 |
| 18. Accelerating Turning Circle Starboard, Shallow water | 32 |
| 19. Turn on Spot (Engine)                                | 34 |
| 20. Turn on Spot (Bow Thruster)                          | 35 |
| 21. Stop to Half Astern                                  | 36 |
| 22. Going Astern, 10 deg SB rudder                       | 37 |
| 23. Turning Circle in Waves Starboard                    | 38 |
| 24. Turning Circle in Wind Starboard                     | 41 |
| 25. Sailing in Shear Current                             | 44 |
| 26. Squat Test   | 45 |
| 27. Roll, Heave and Pitch Decay                          | 46 |
| 28. Fender Test  | 47 |
| 29. Anchor Test  | 48 |









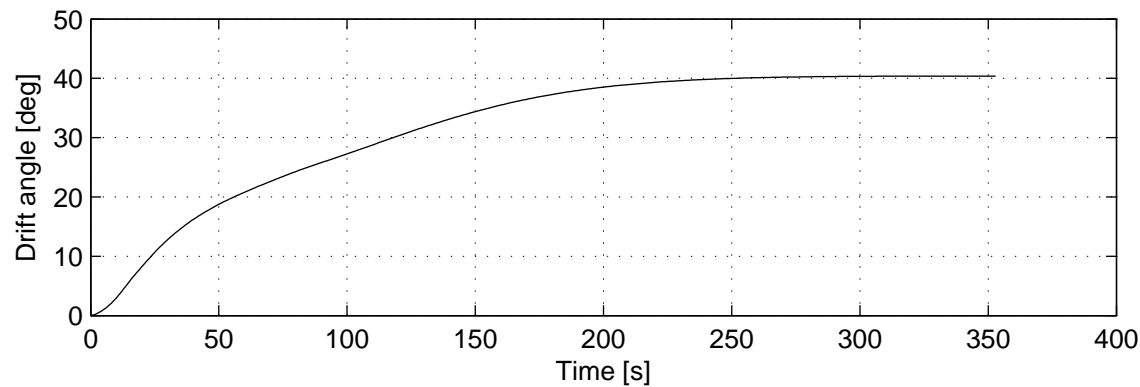
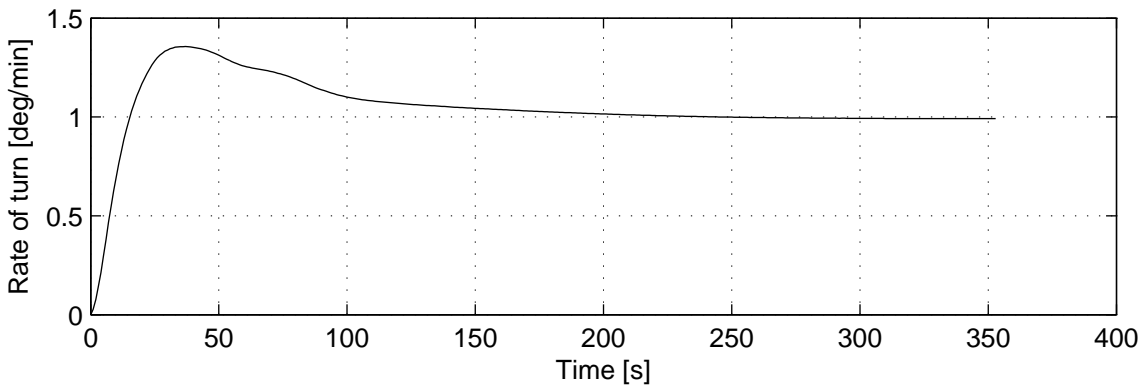
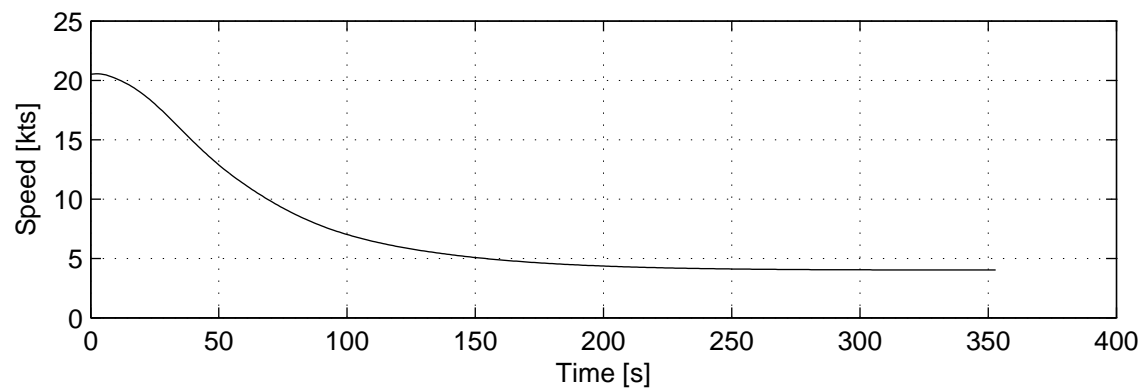
1. Turning Circle Starboard

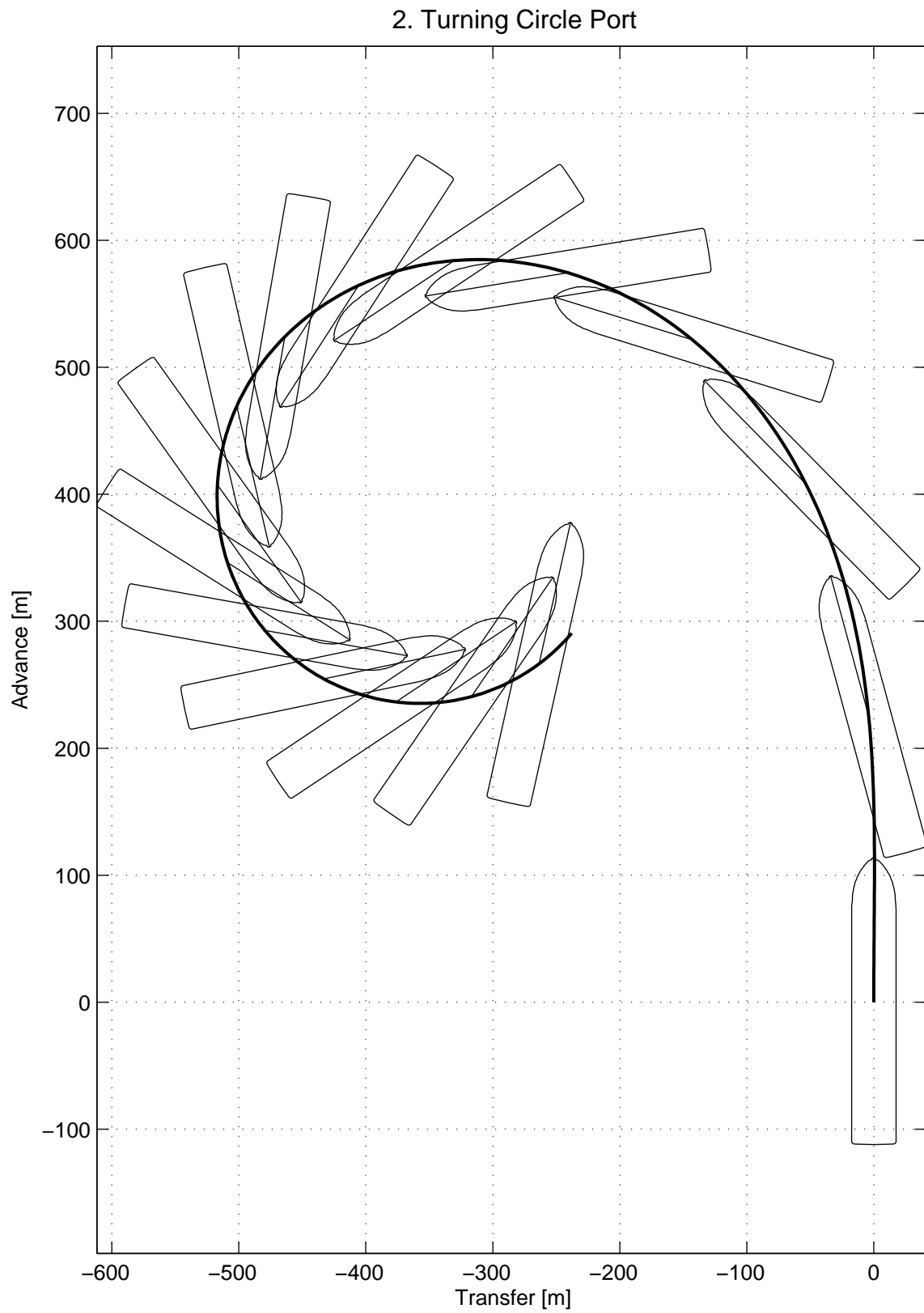
Initial Conditions and Controls

Approach speed : 20.5 knots  
Rudder deflection : -35 deg  
Water depth :  $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : 563 m  
Transfer : 210 m  
Tactical diameter : 484 m  
Steady diameter : 278 m





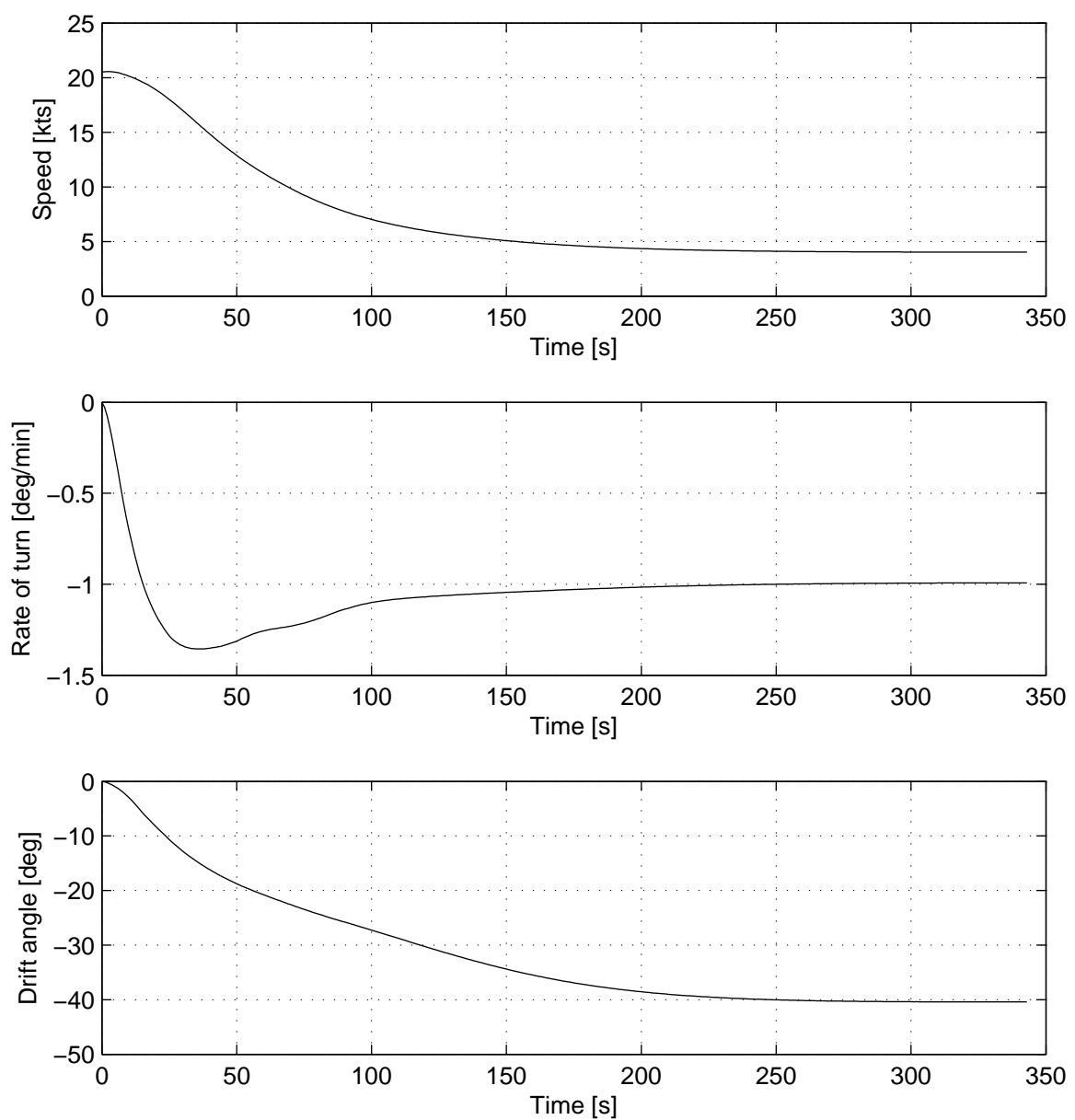
## 2. Turning Circle Port

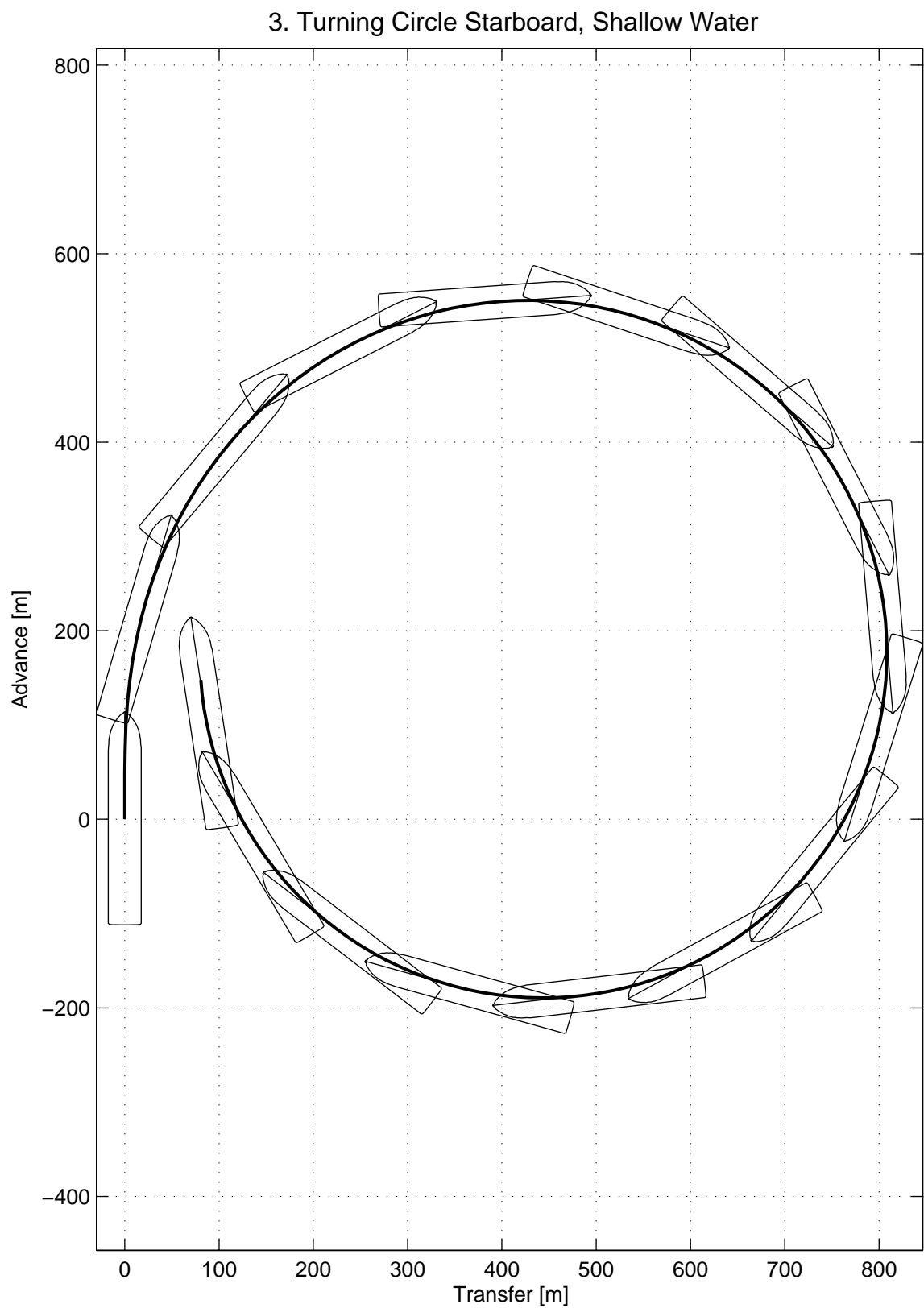
### Initial Conditions and Controls

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| Approach speed    | : 20.5 knots     |
| Rudder deflection | : 35 deg         |
| Water depth       | : $h/T = \infty$ |

### Results and Equilibrium Values

|                   |         |
|-------------------|---------|
| Advance           | : 561 m |
| Transfer          | : 206 m |
| Tactical diameter | : 482 m |
| Steady diameter   | : 276 m |







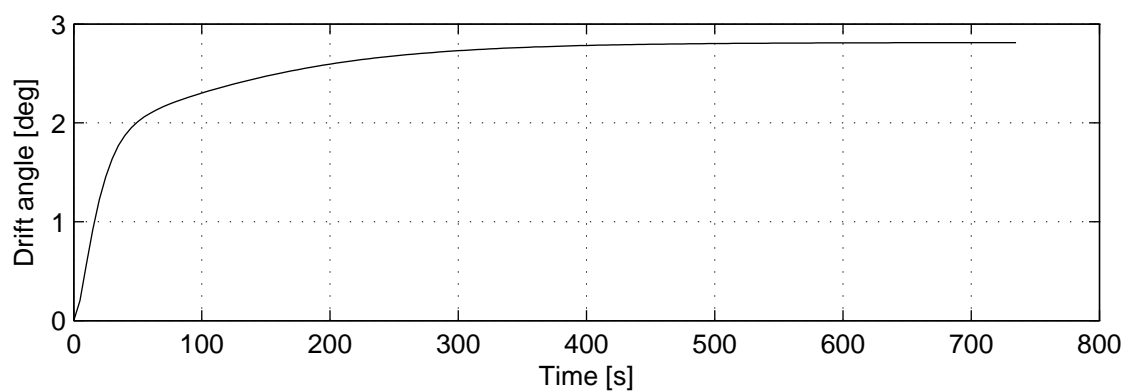
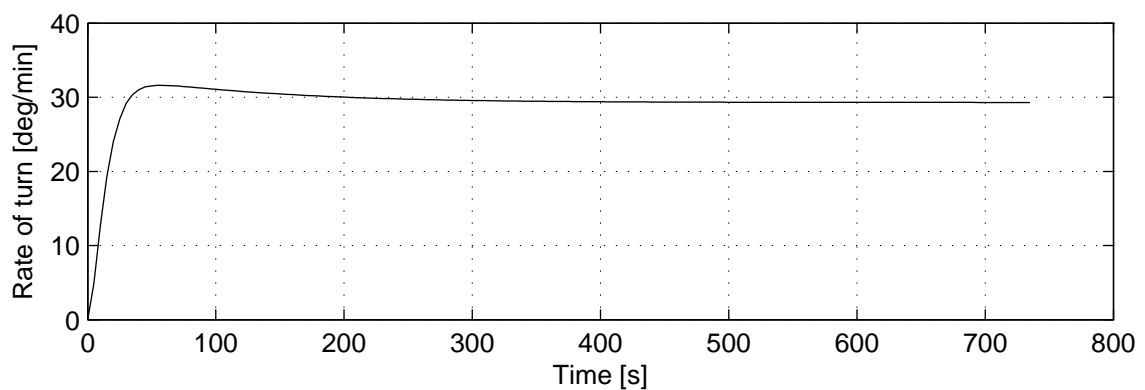
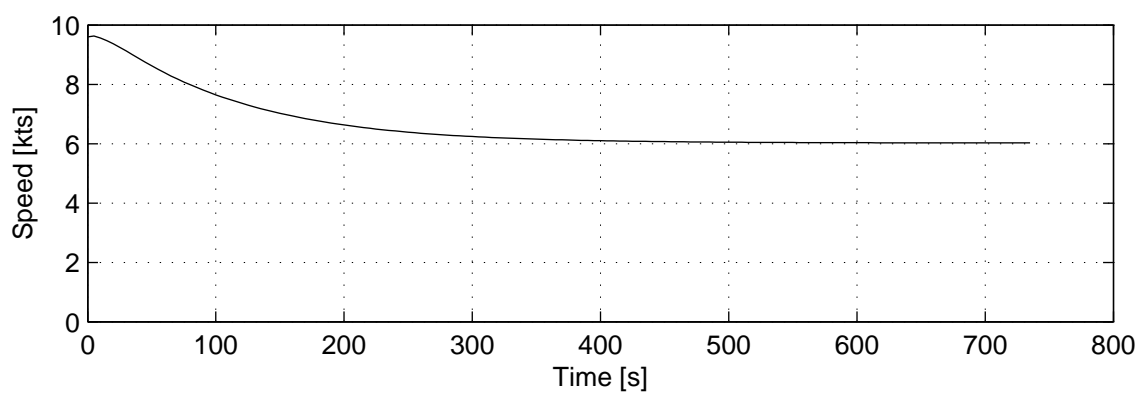
### 3. Turning Circle Starboard, Shallow Water

#### Initial Conditions and Controls

|                   |               |
|-------------------|---------------|
| Approach speed    | : 9.6 knots   |
| Rudder deflection | : -35 deg     |
| Water depth       | : $h/T = 1.2$ |

#### Results and Equilibrium Values

|                   |         |
|-------------------|---------|
| Advance           | : 550 m |
| Transfer          | : 416 m |
| Tactical diameter | : 808 m |
| Steady diameter   | : 728 m |



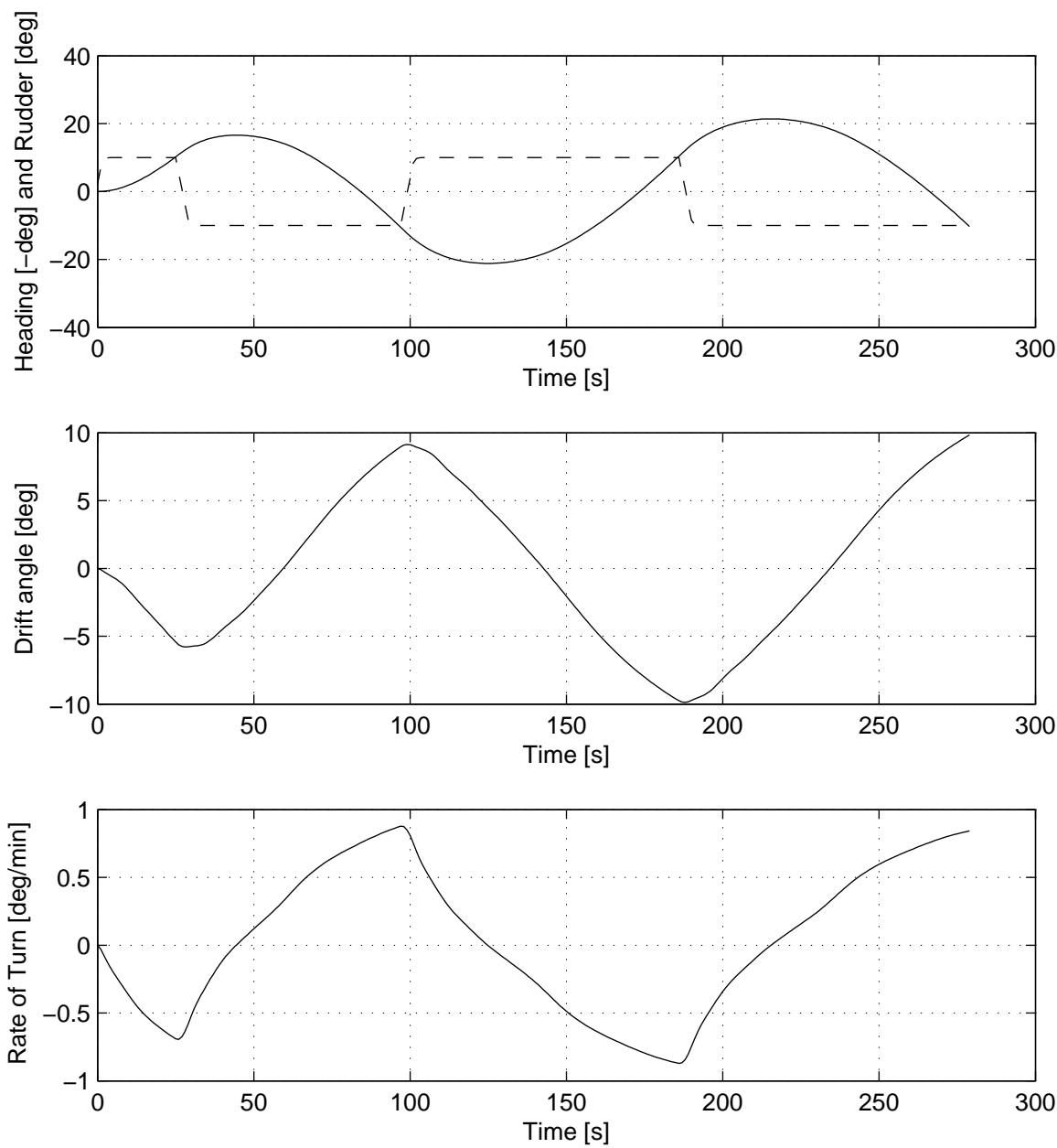
4. Zig-zag 10/10

Initial Conditions and Controls

Approach speed : 20.5 knots  
Rudder/heading deflection : 10/10 deg

Results and Equilibrium Values

1st Overshoot Angle : 6.6 deg  
2nd Overshoot Angle : 11.2 deg  
Initial turning ability : 253 m



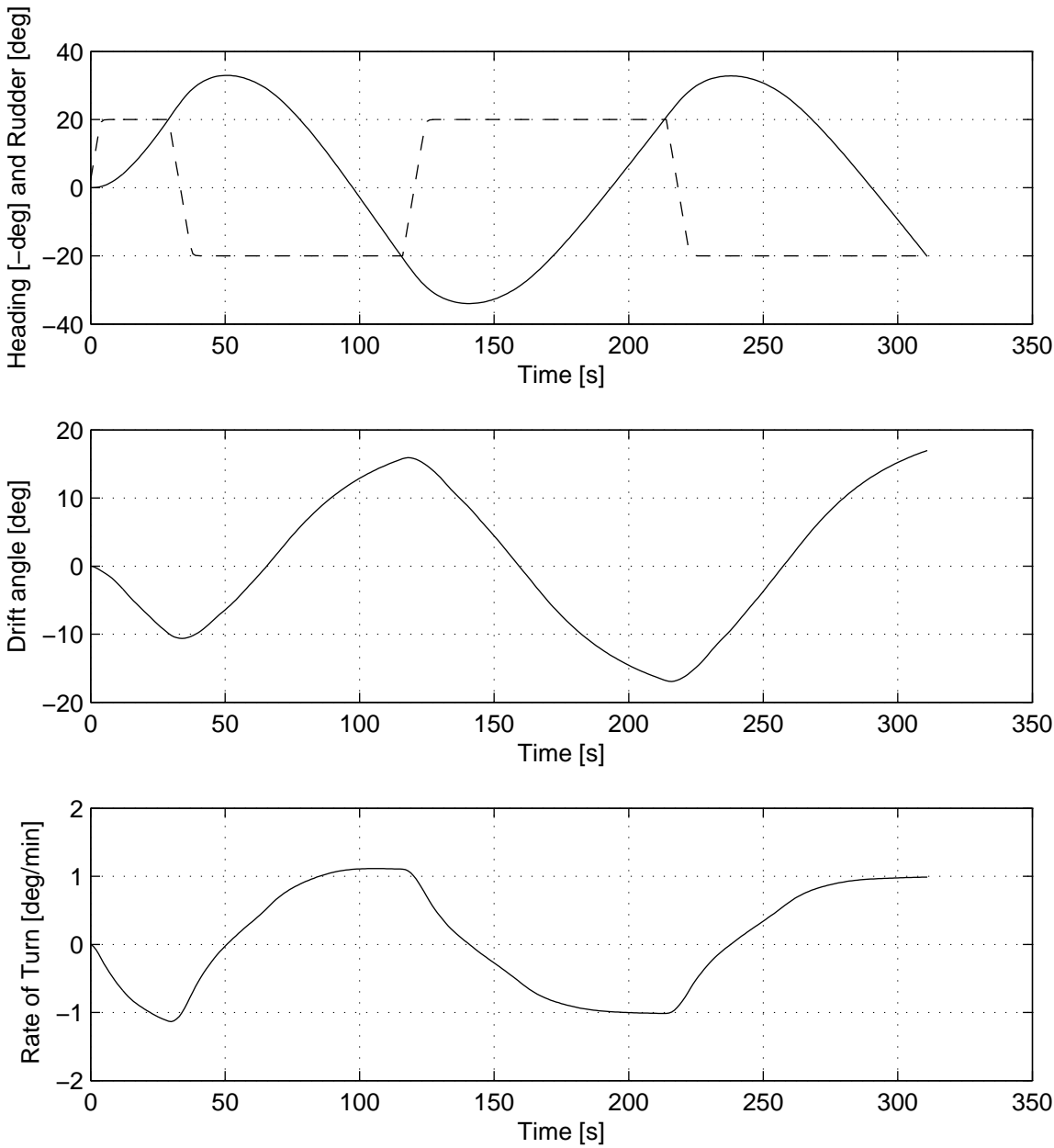
5. Zig-zag 20/20

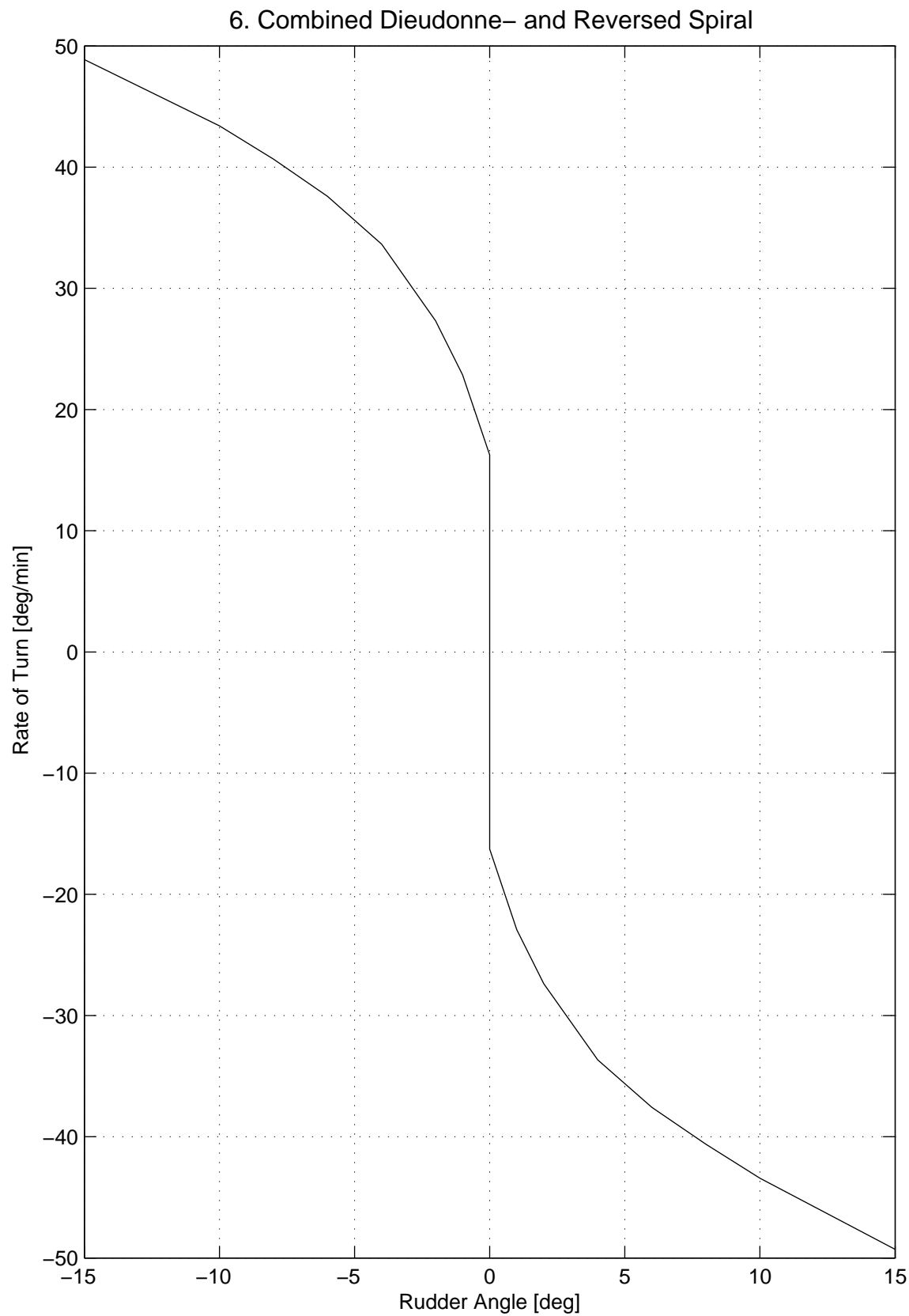
Initial Conditions and Controls

Approach speed : 20.5 knots  
Rudder/heaving deflection : 20/20 deg

Results and Equilibrium Values

1st Overshoot Angle : 13.0 deg  
2nd Overshoot Angle : 14.0 deg  
Initial turning ability : 289 m







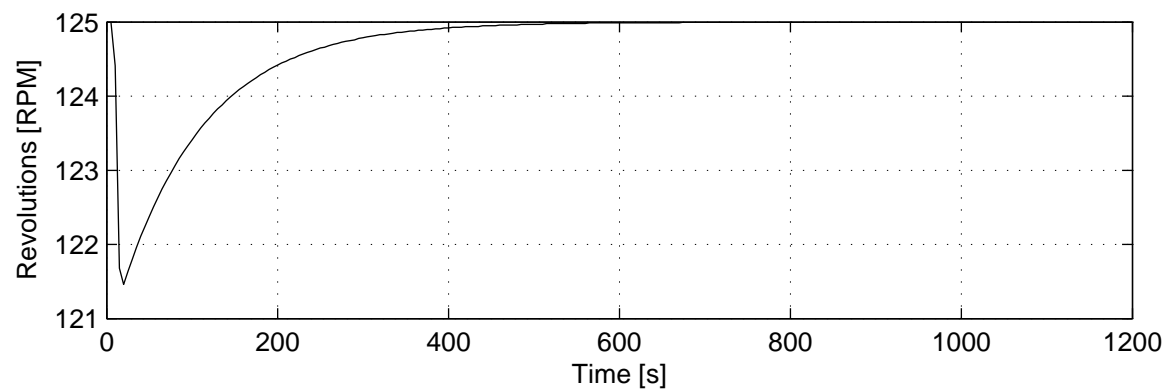
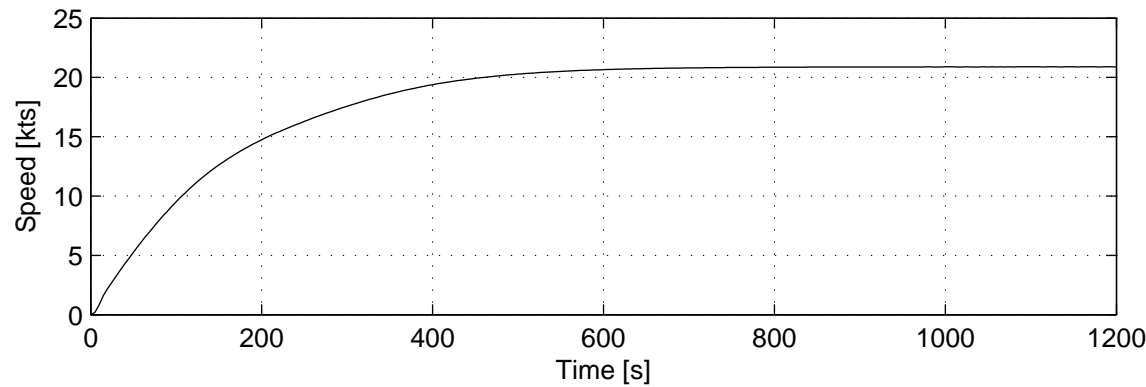
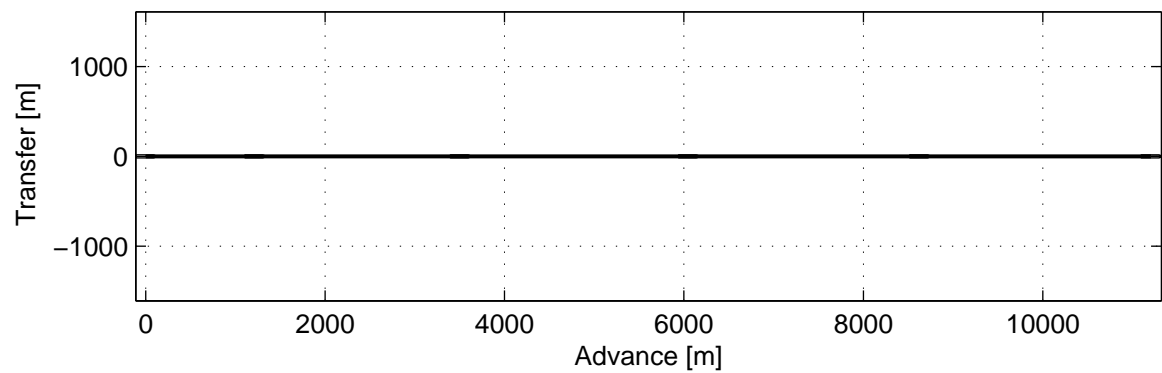
7. Acceleration

Initial Conditions and Controls

Initial speed : 0.0 knots  
Water depth :  $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : 11208 m  
Speed : 20.9 knots  
Revolutions : 125.0 RPM  
Time : 1200 s



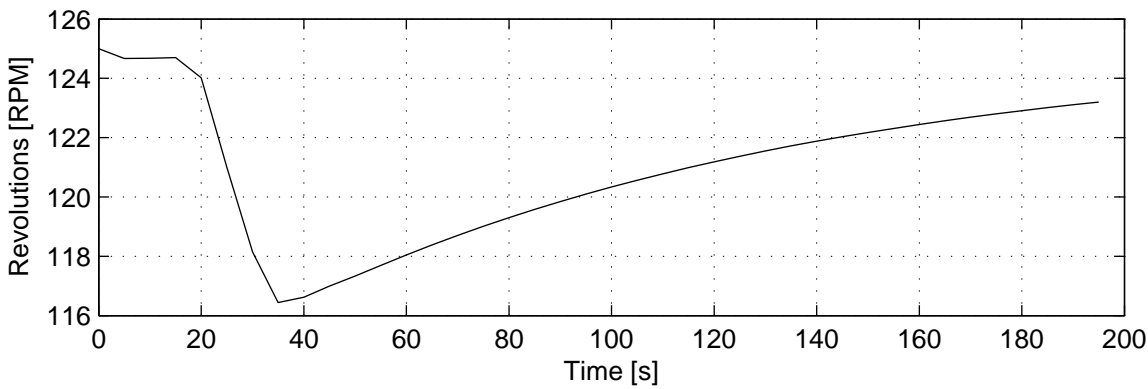
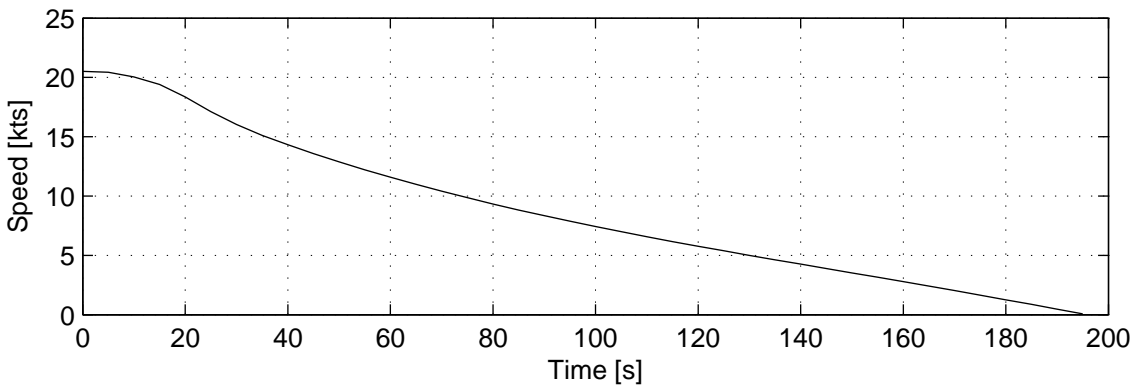
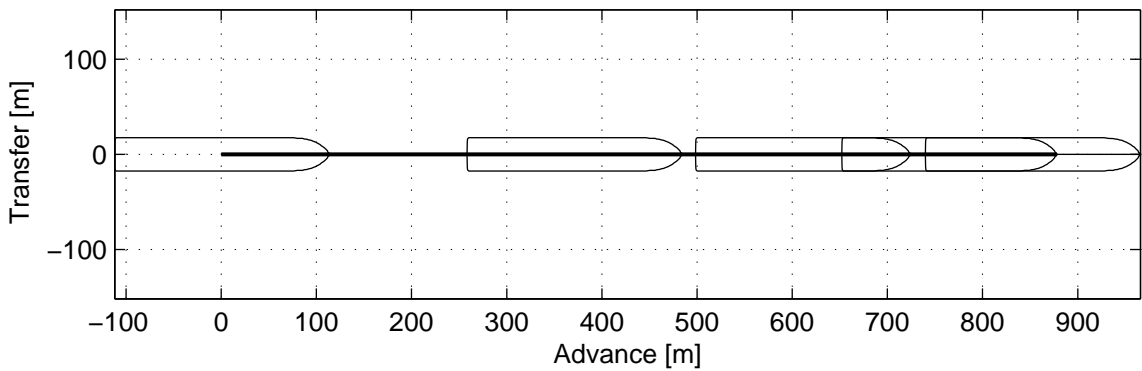
8. Crash Stop

Initial Conditions and Controls

Initial speed : 20.5 knots  
Water depth :  $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : 878 m  
Speed : 0.1 knots  
Revolutions : 123.2 RPM  
Time : 195 s



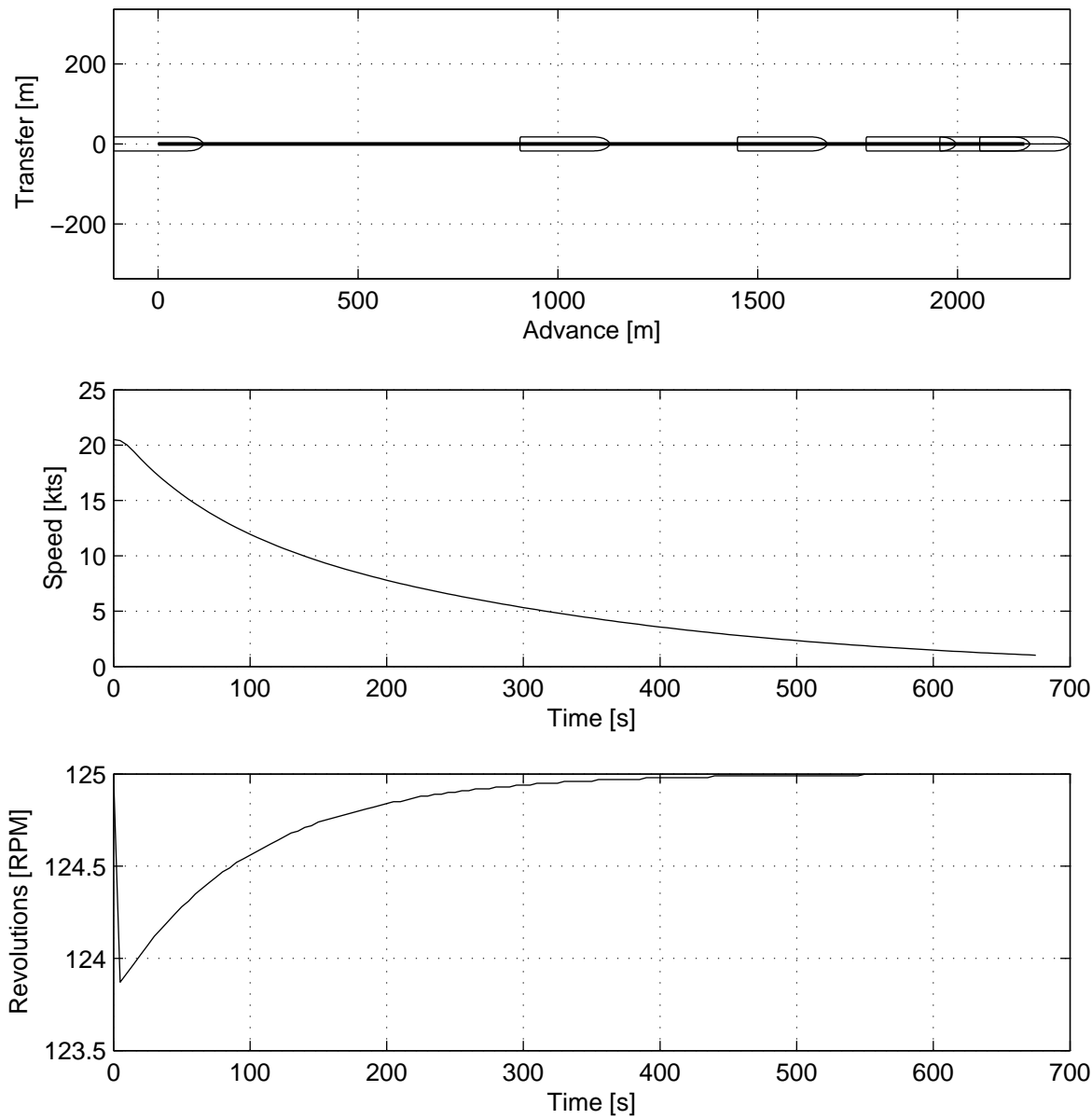
9. Coasting Stop

Initial Conditions and Controls

Initial speed : 20.5 knots  
Water depth :  $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : 2167 m  
Speed : 1.0 knots  
Revolutions : 125.0 RPM  
Time : 675 s



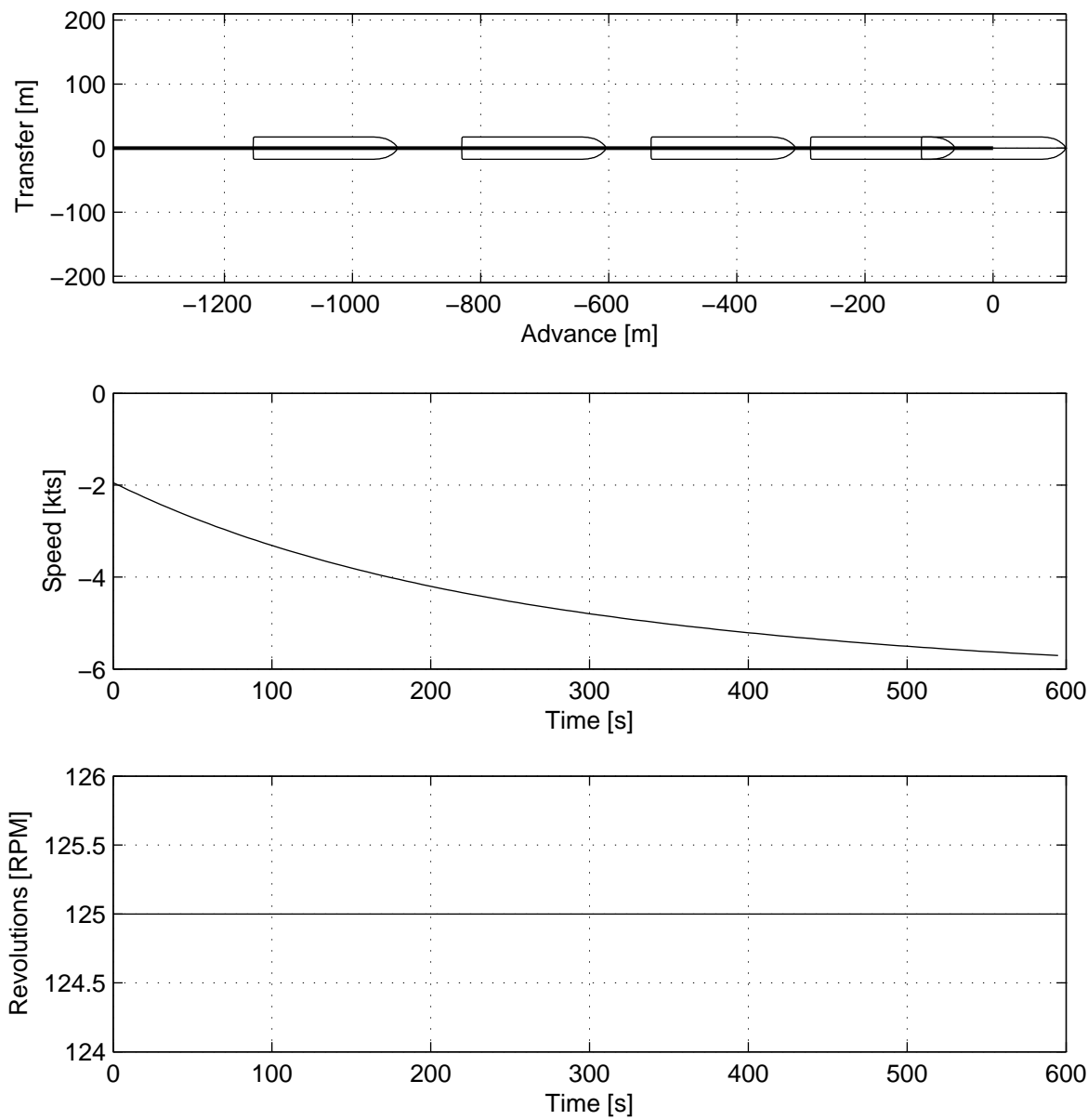
10. Going Astern

Initial Conditions and Controls

Initial speed : -1.9 knots  
Water depth :  $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : -1374 m  
Speed : -5.7 knots  
Revolutions : 125.0 RPM  
Time : 595 s





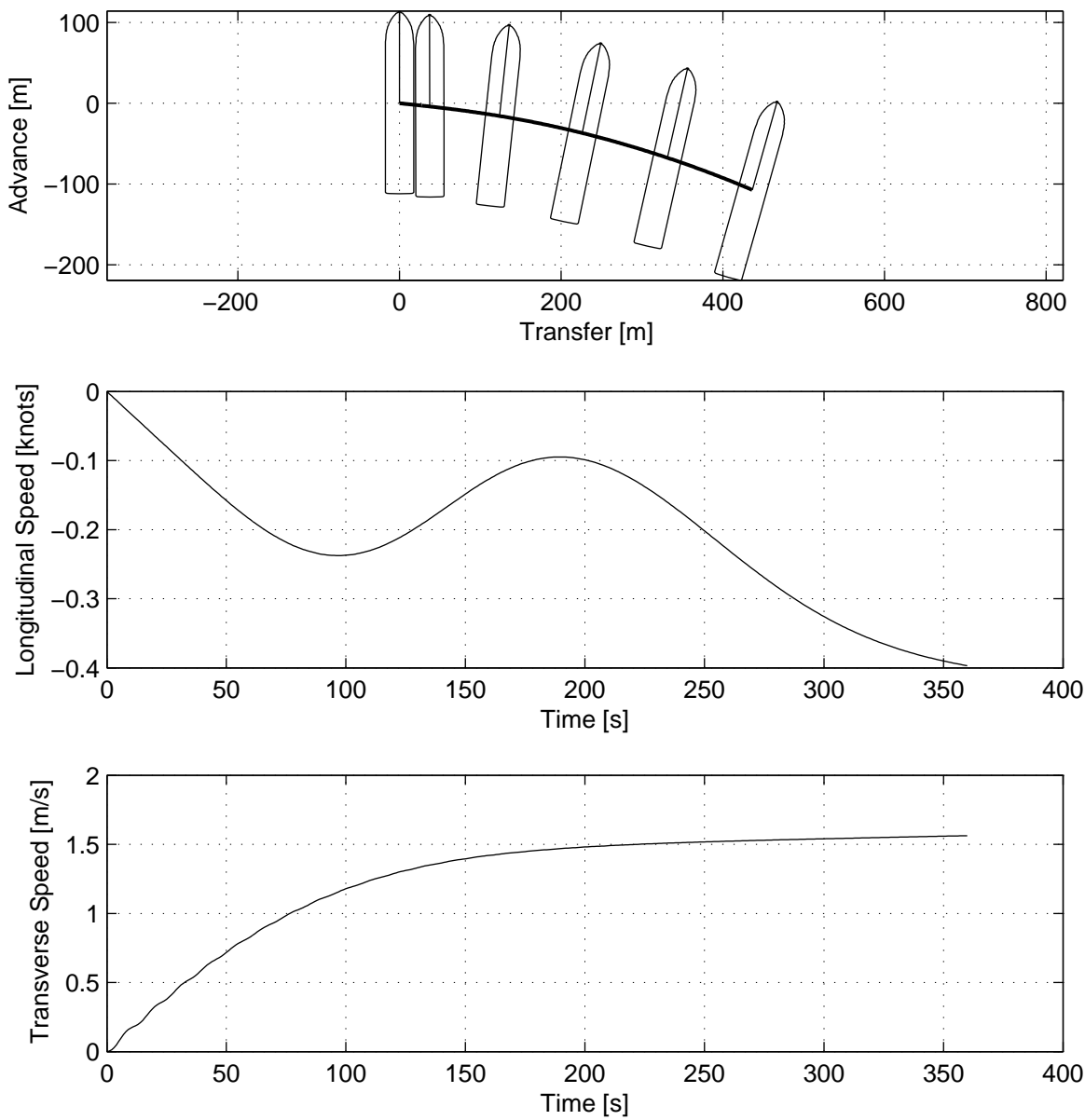
11. Drifting in Wind

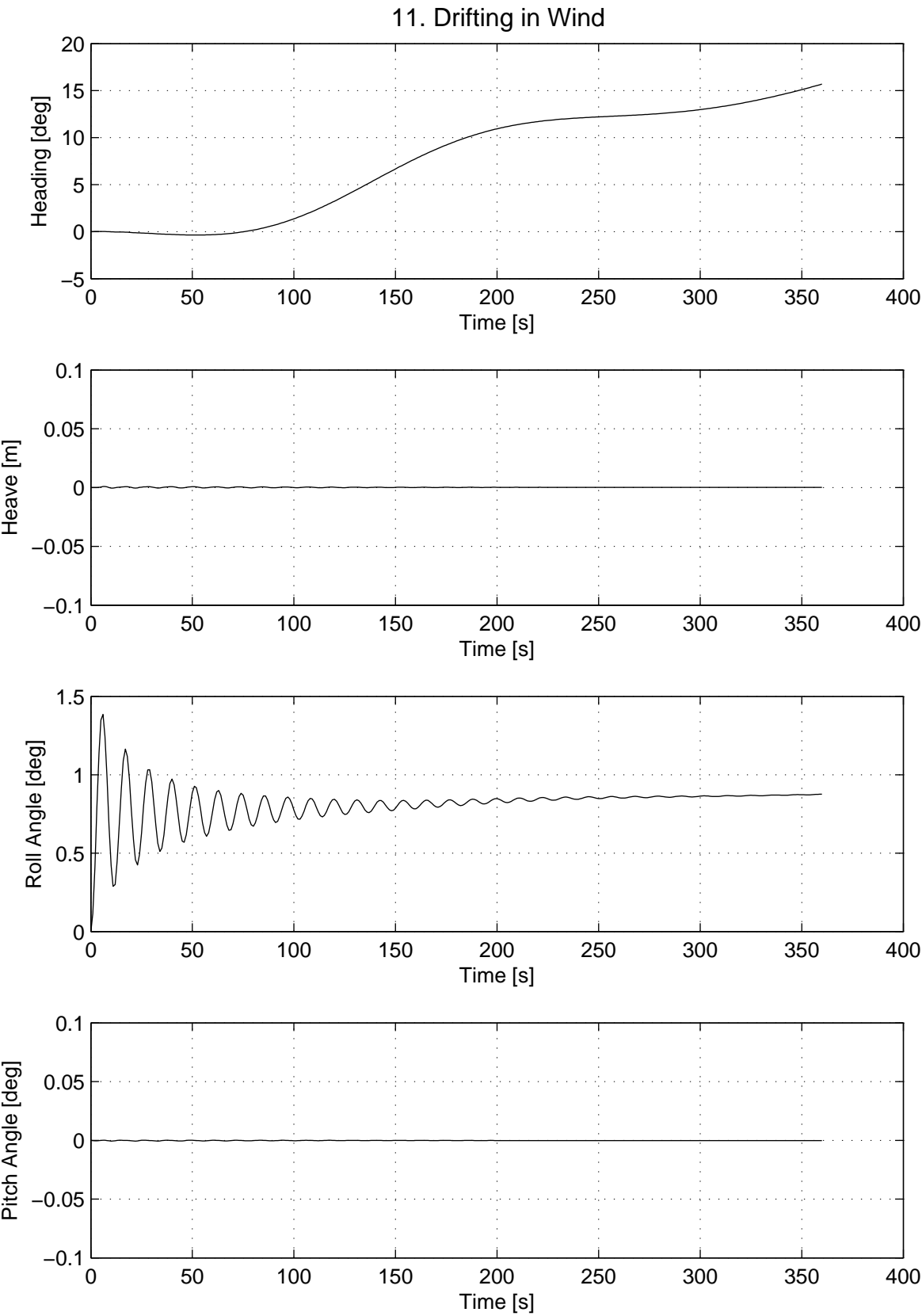
Initial Conditions and Controls

Water depth :  $h/T = \infty$   
Wind speed : 15 m/s  
Wind direction : 270 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : -0.4 knots  
Transverse Speed : 1.6 m/s  
Roll Angle : 0.9 deg





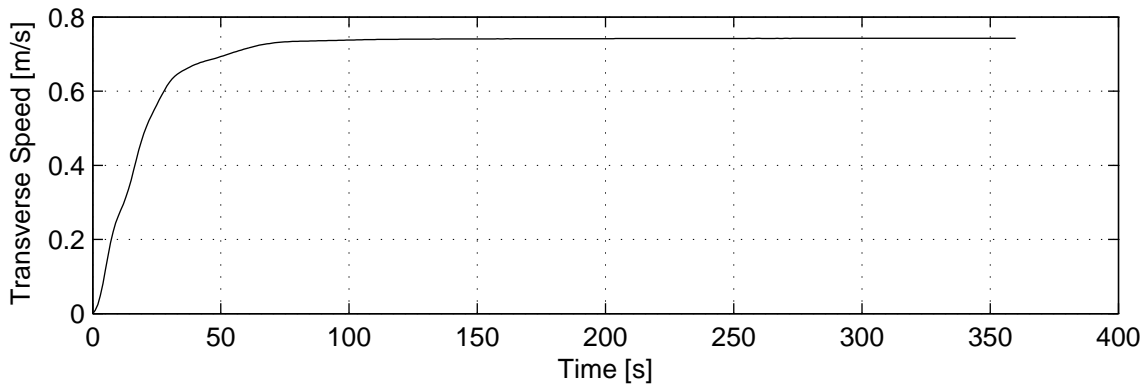
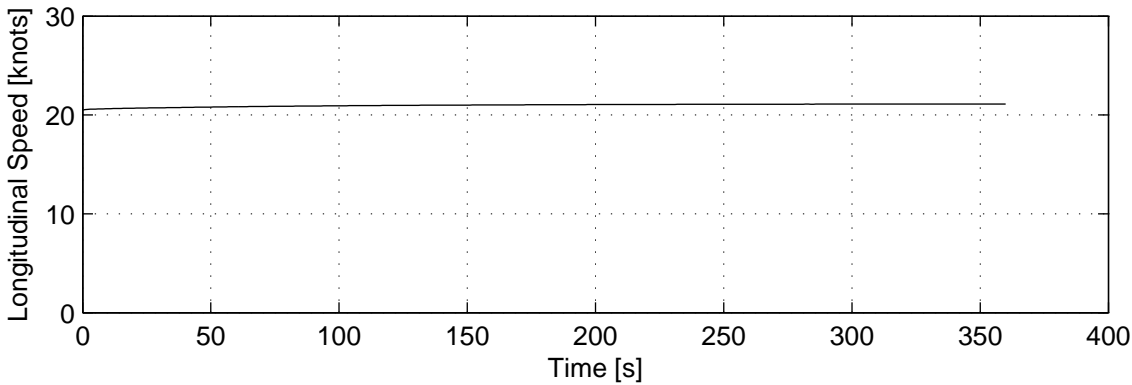
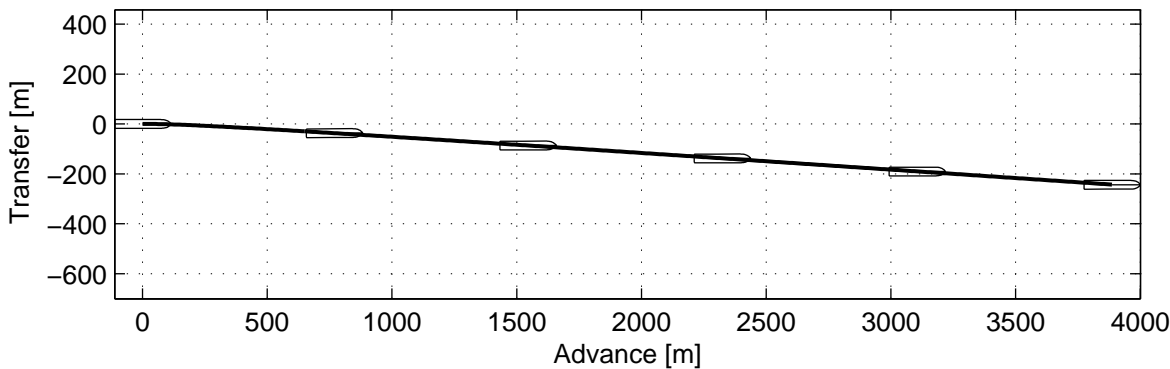
12. Sailing with Autopilot in Wind

Initial Conditions and Controls

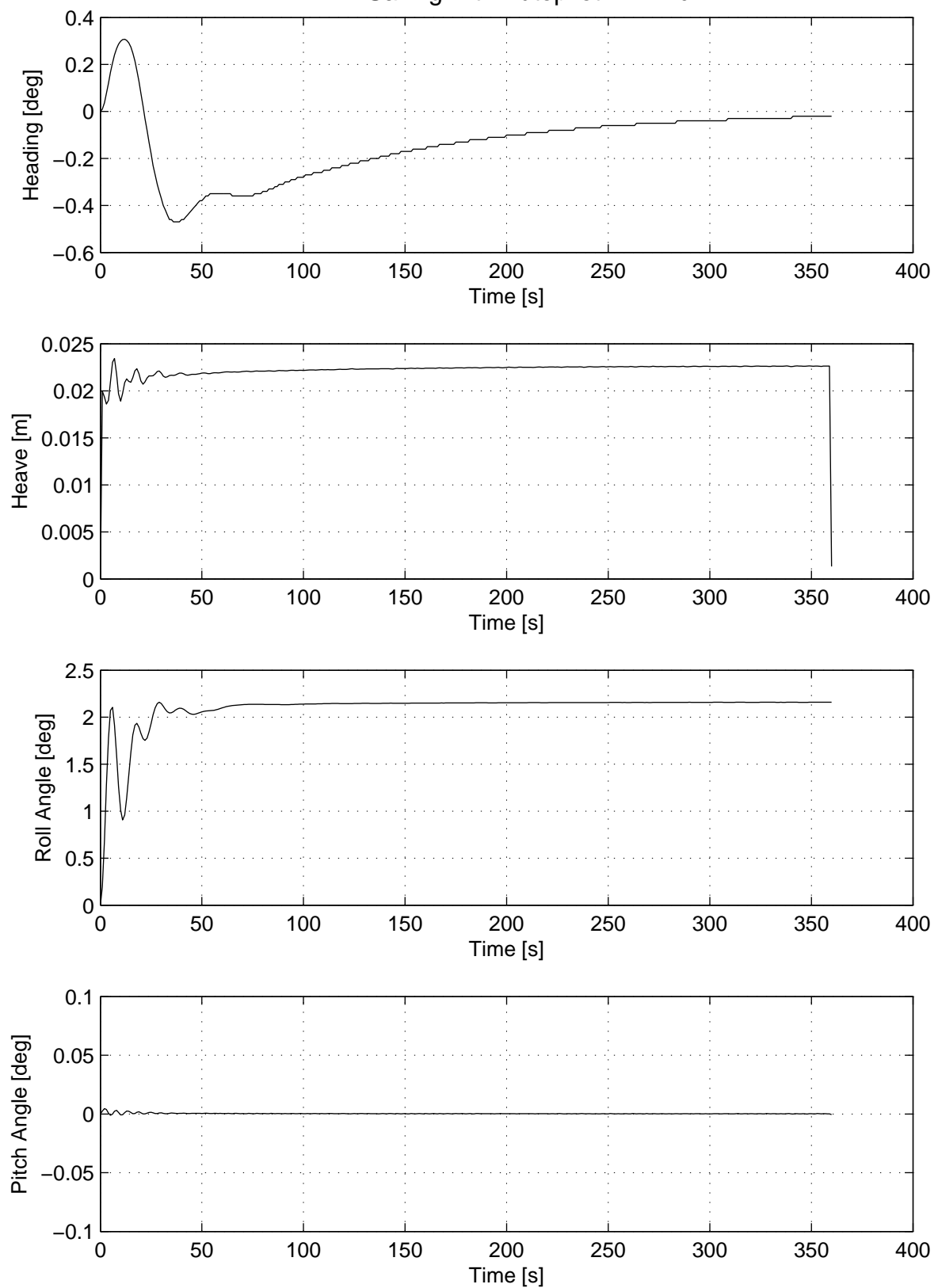
|                |                  |
|----------------|------------------|
| Water depth    | : $h/T = \infty$ |
| Wind speed     | : 15 m/s         |
| Wind direction | : 270 deg        |

Results and Equilibrium Values

|                    |              |
|--------------------|--------------|
| Longitudinal Speed | : 21.1 knots |
| Transverse Speed   | : 0.7 m/s    |
| Roll Angle         | : 2.2 deg    |



## 12. Sailing with Autopilot in Wind





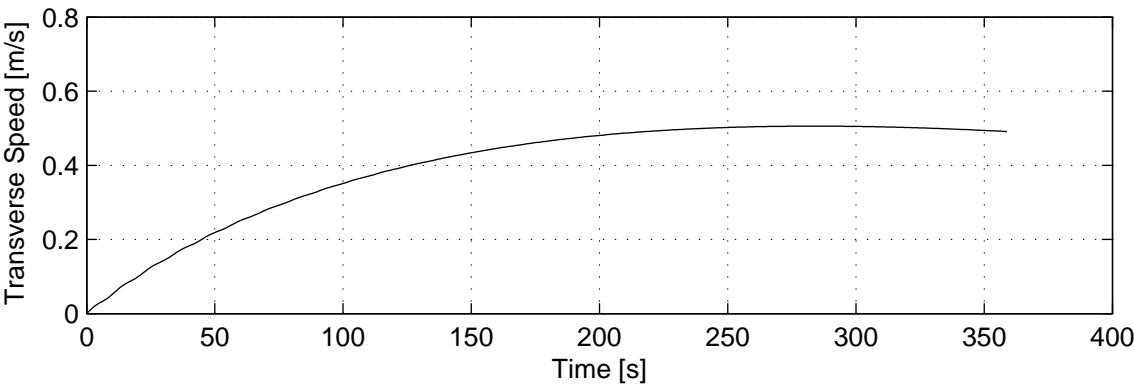
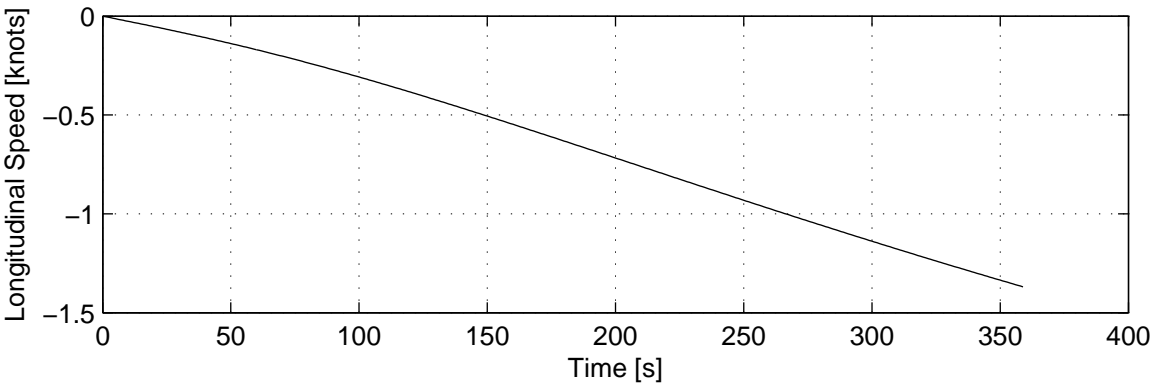
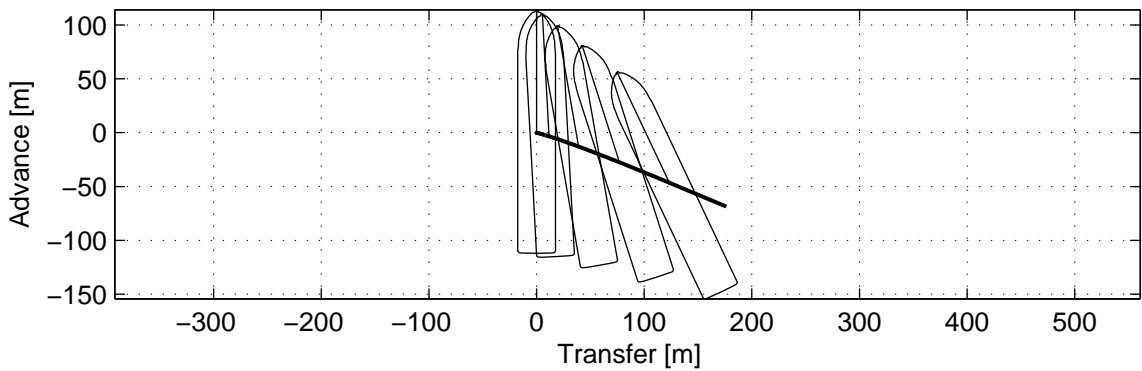
13. Drifting in Current

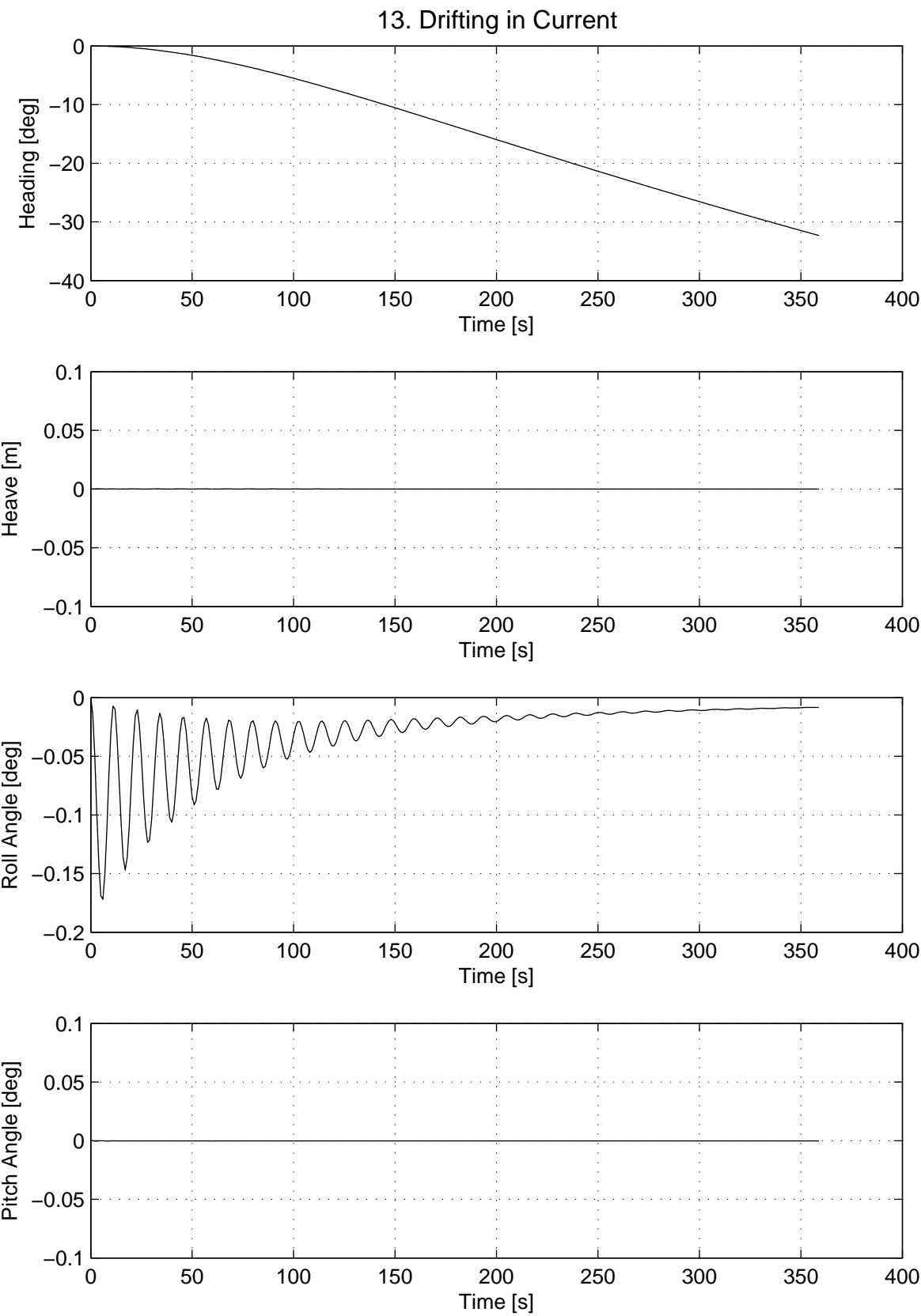
Initial Conditions and Controls

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| Water depth       | : $h/T = \infty$ |
| Current speed     | : 2 knots        |
| Current direction | : 90 deg         |

Results and Equilibrium Values

|                    |              |
|--------------------|--------------|
| Longitudinal Speed | : -1.4 knots |
| Transverse Speed   | : 0.5 m/s    |
| Roll Angle         | : -0.0 deg   |





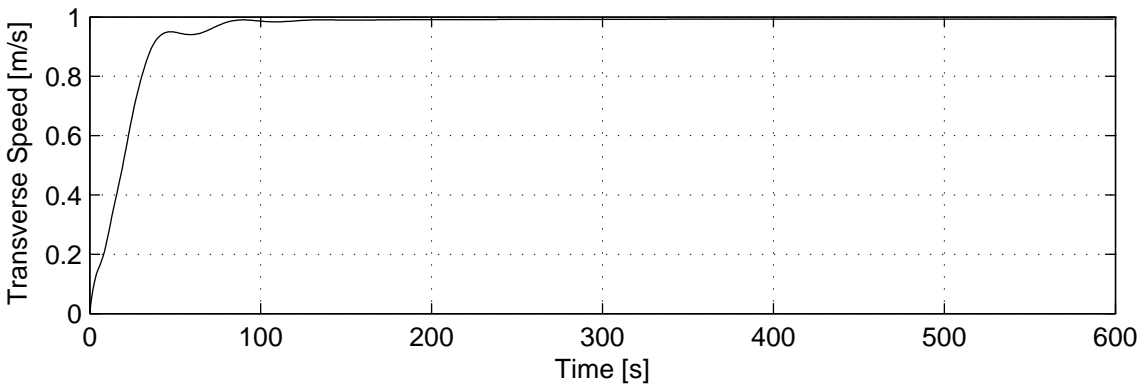
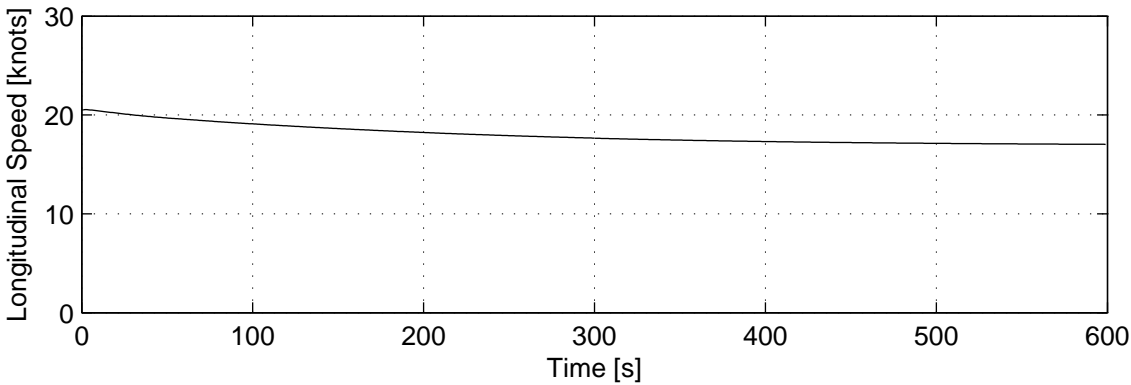
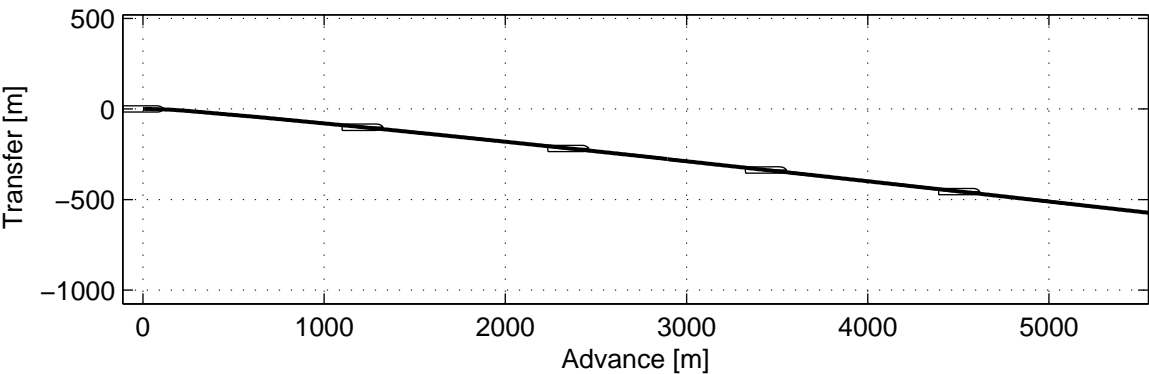
14. Sailing with Autopilot in Current

Initial Conditions and Controls

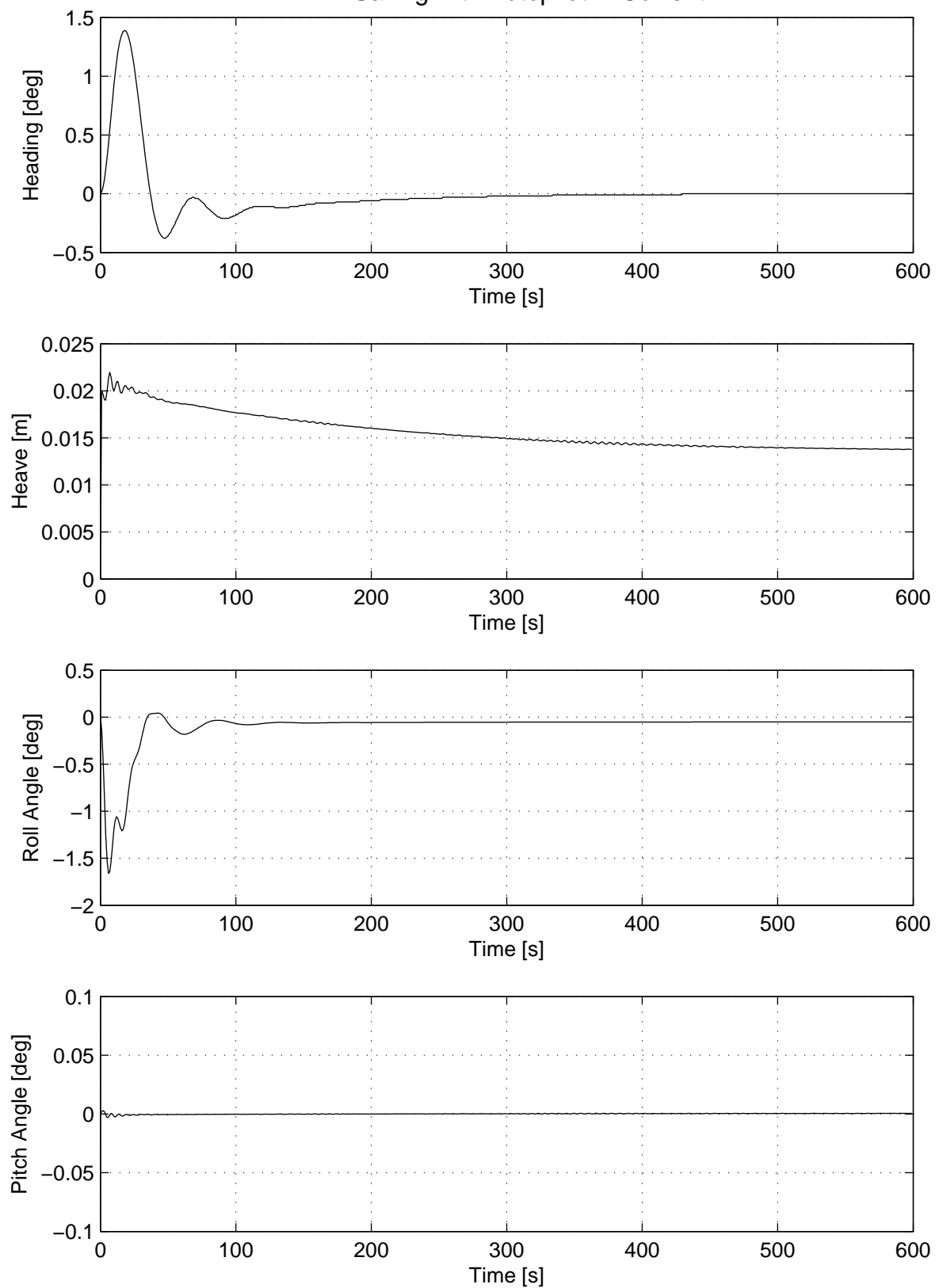
Water depth :  $h/T = \infty$   
Current speed : 2 knots  
Current direction : 90 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : 17.0 knots  
Transverse Speed : 1.0 m/s  
Roll Angle : -0.1 deg



## 14. Sailing with Autopilot in Current





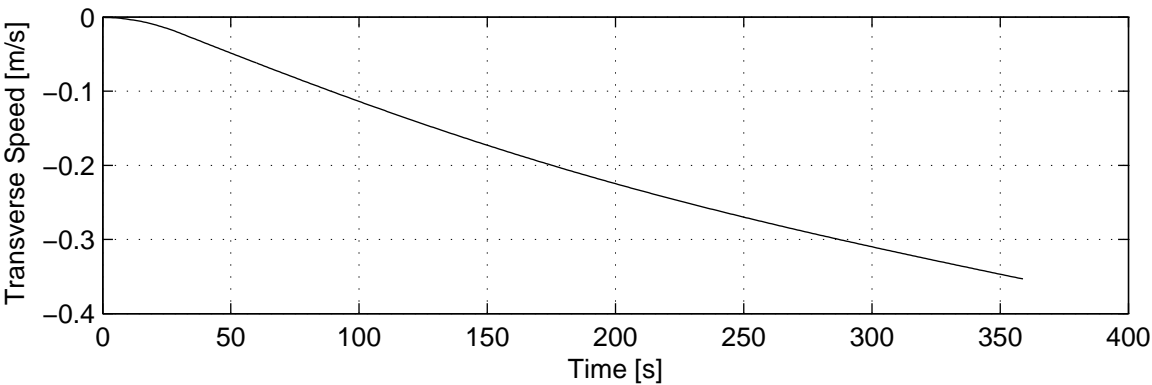
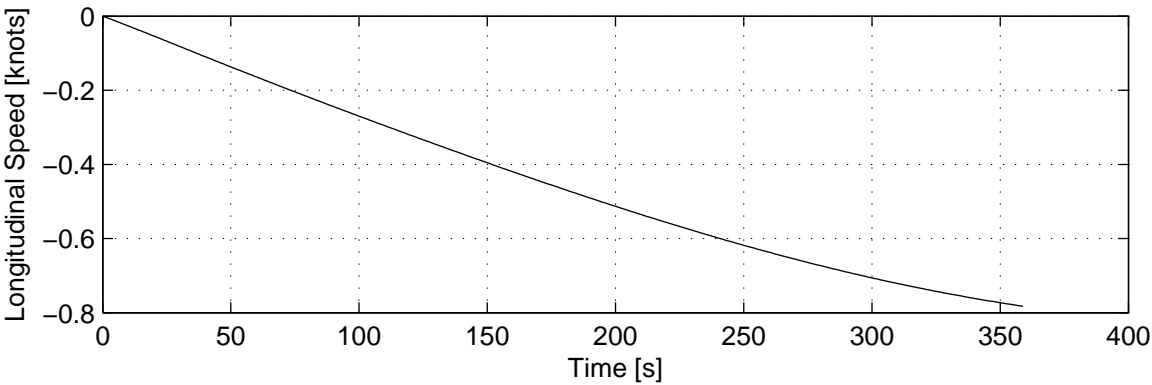
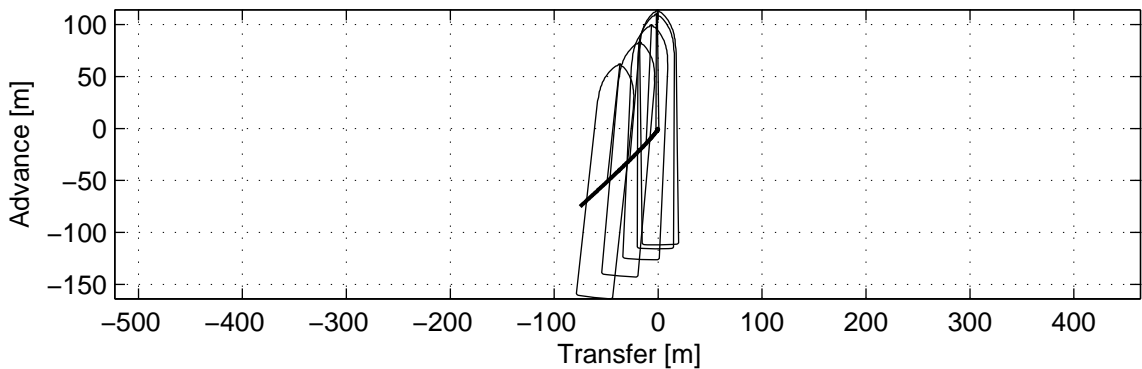
15. Drifting in Waves

Initial Conditions and Controls

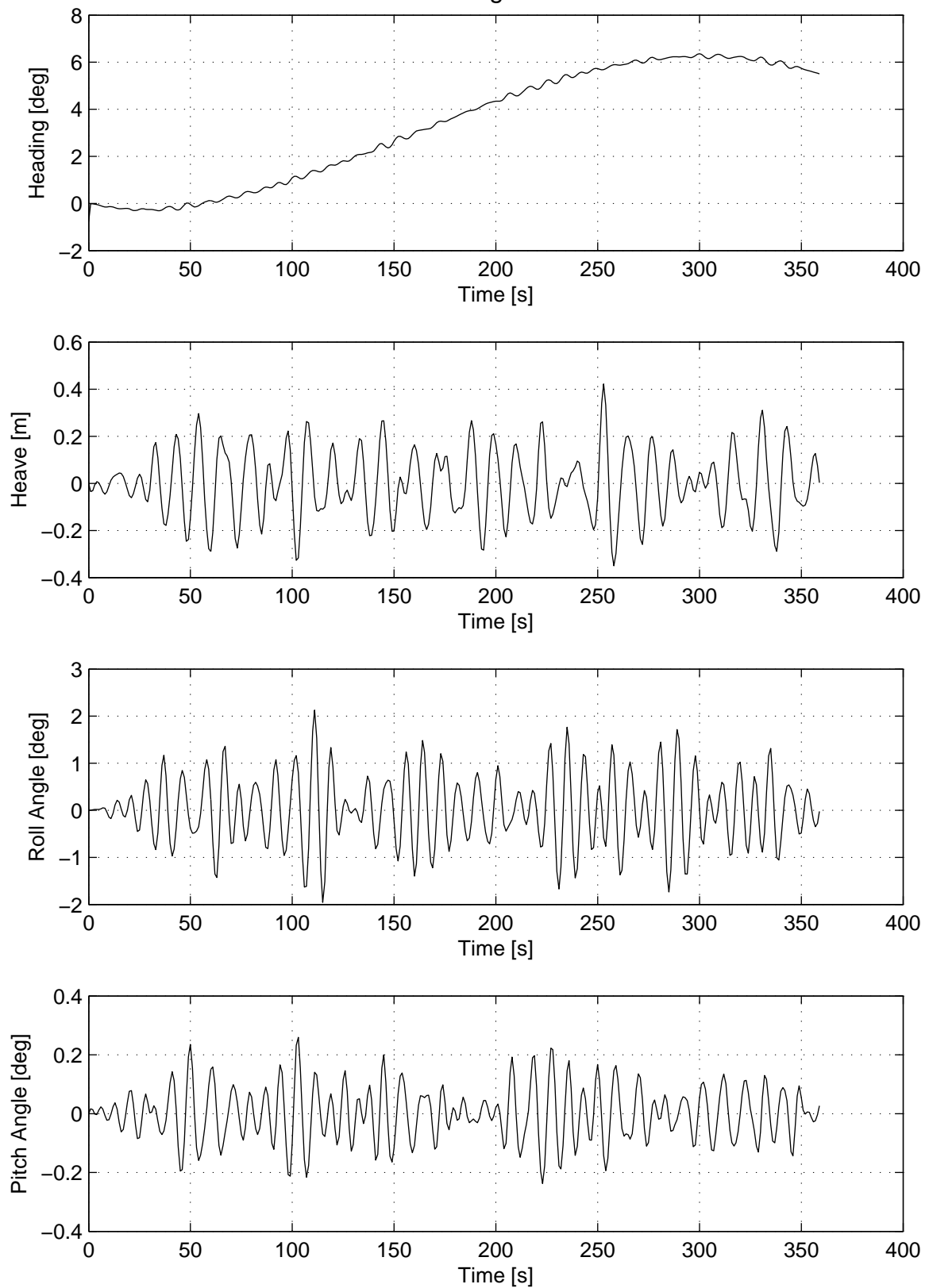
|                  |                  |
|------------------|------------------|
| Water depth      | : $h/T = \infty$ |
| Wave height (Hs) | : 3 m            |
| Wave period (Tp) | : 9.1 s          |
| Wave direction   | : 90 deg         |

Results and Equilibrium Values

|                    |              |
|--------------------|--------------|
| Longitudinal Speed | : -0.8 knots |
| Transverse Speed   | : -0.4 m/s   |
| Maximum Roll Angle | : 2.1 deg    |



### 15. Drifting in Waves



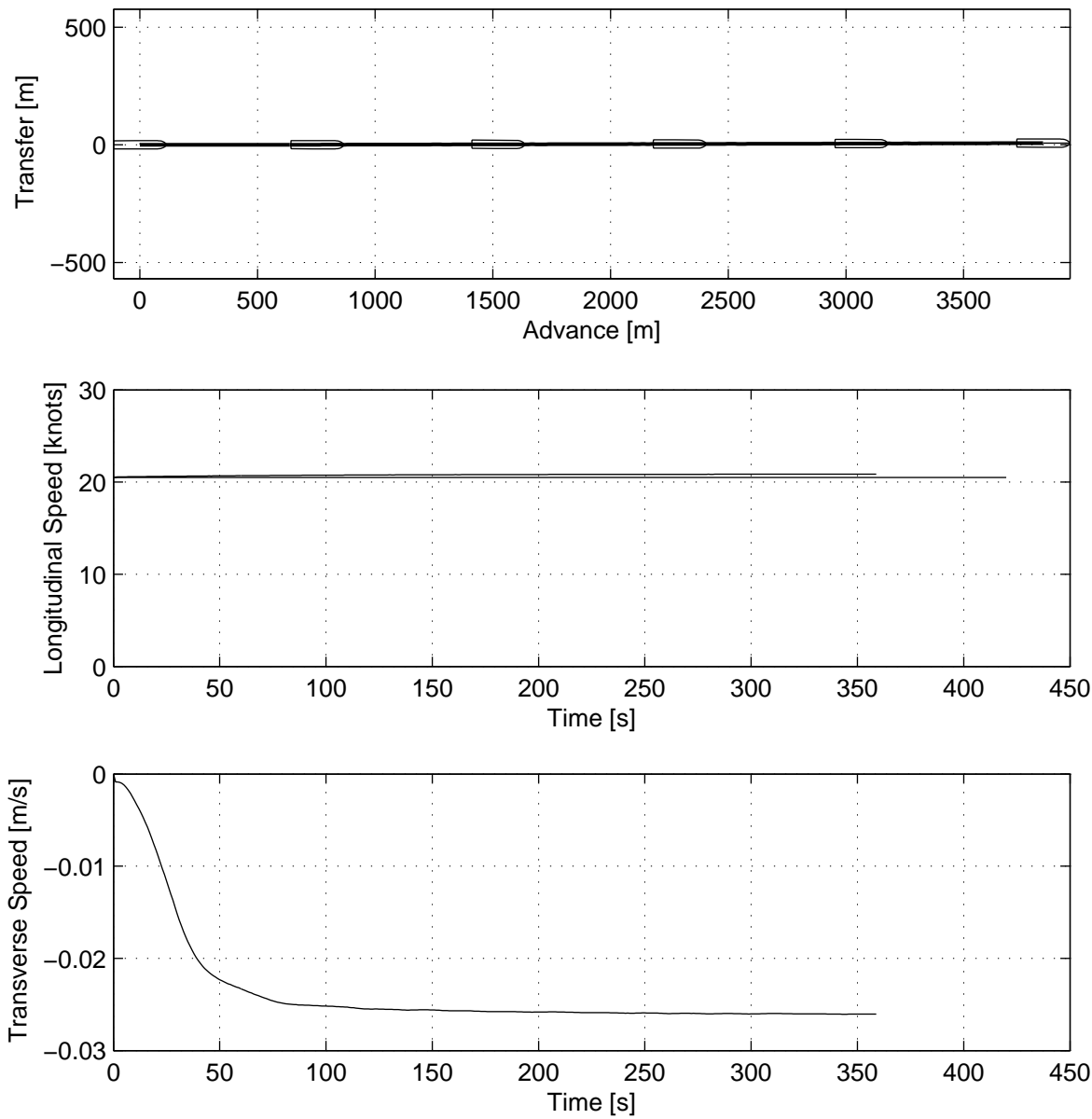
16. Sailing with Autopilot in Waves

Initial Conditions and Controls

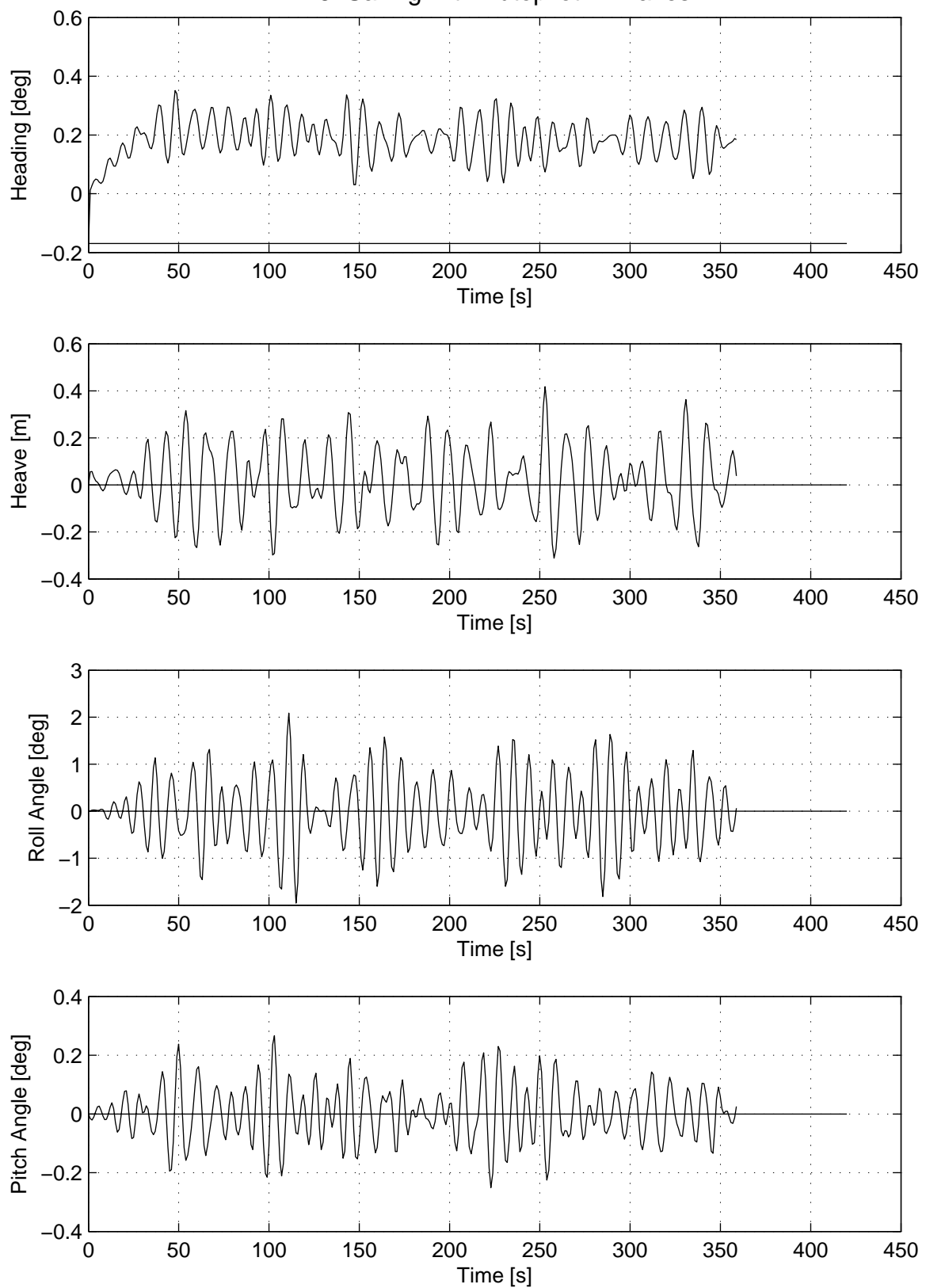
|                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| Water depth           | : $h/T = \infty$ |
| Wave height ( $H_s$ ) | : 3 m            |
| Wave period ( $T_p$ ) | : 9.1 s          |
| Wave direction        | : 90 deg         |

Results and Equilibrium Values

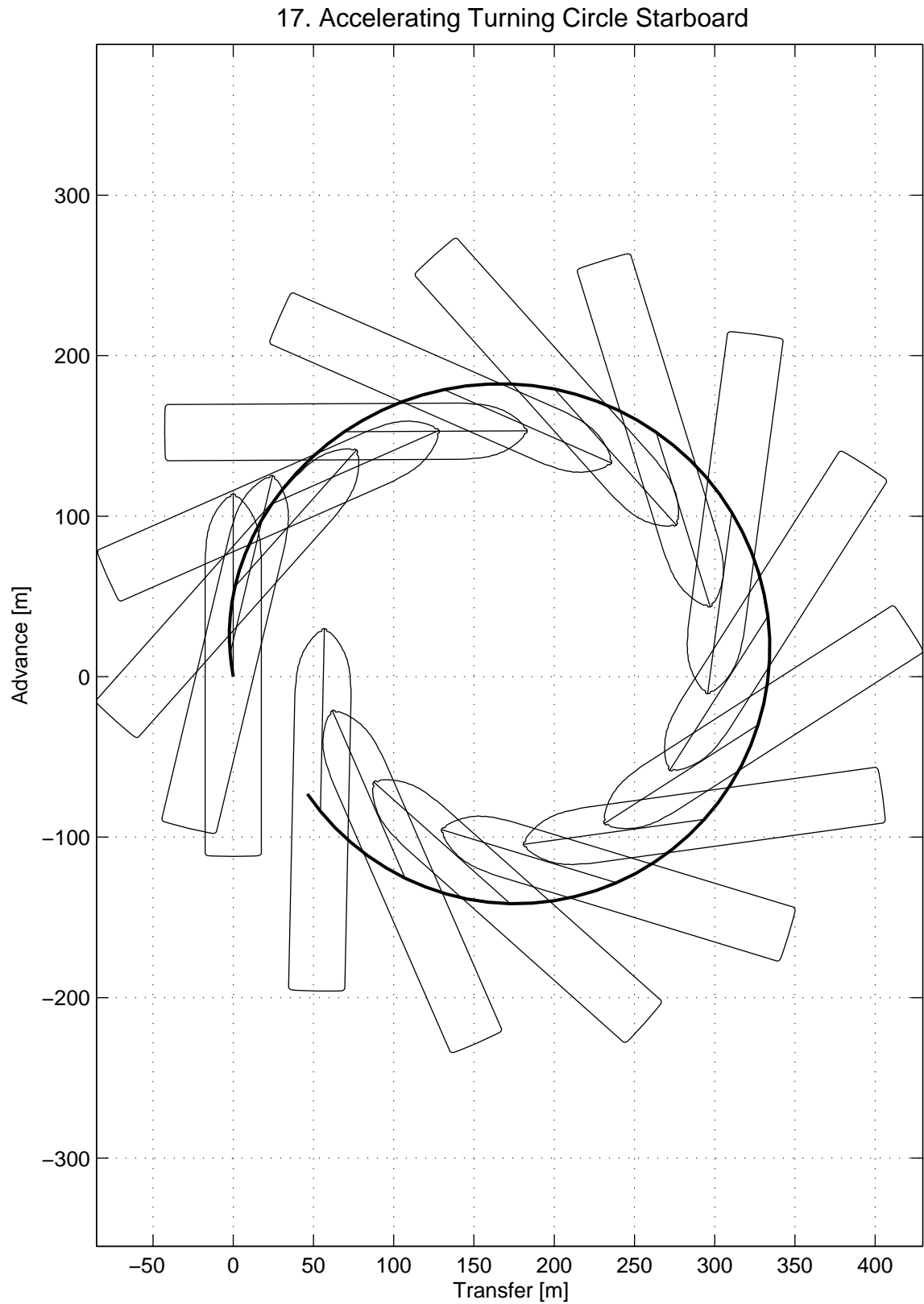
|                    |              |
|--------------------|--------------|
| Longitudinal Speed | : 20.9 knots |
| Transverse Speed   | : -0.0 m/s   |
| Maximum Roll Angle | : 2.1 deg    |



### 16. Sailing with Autopilot in Waves







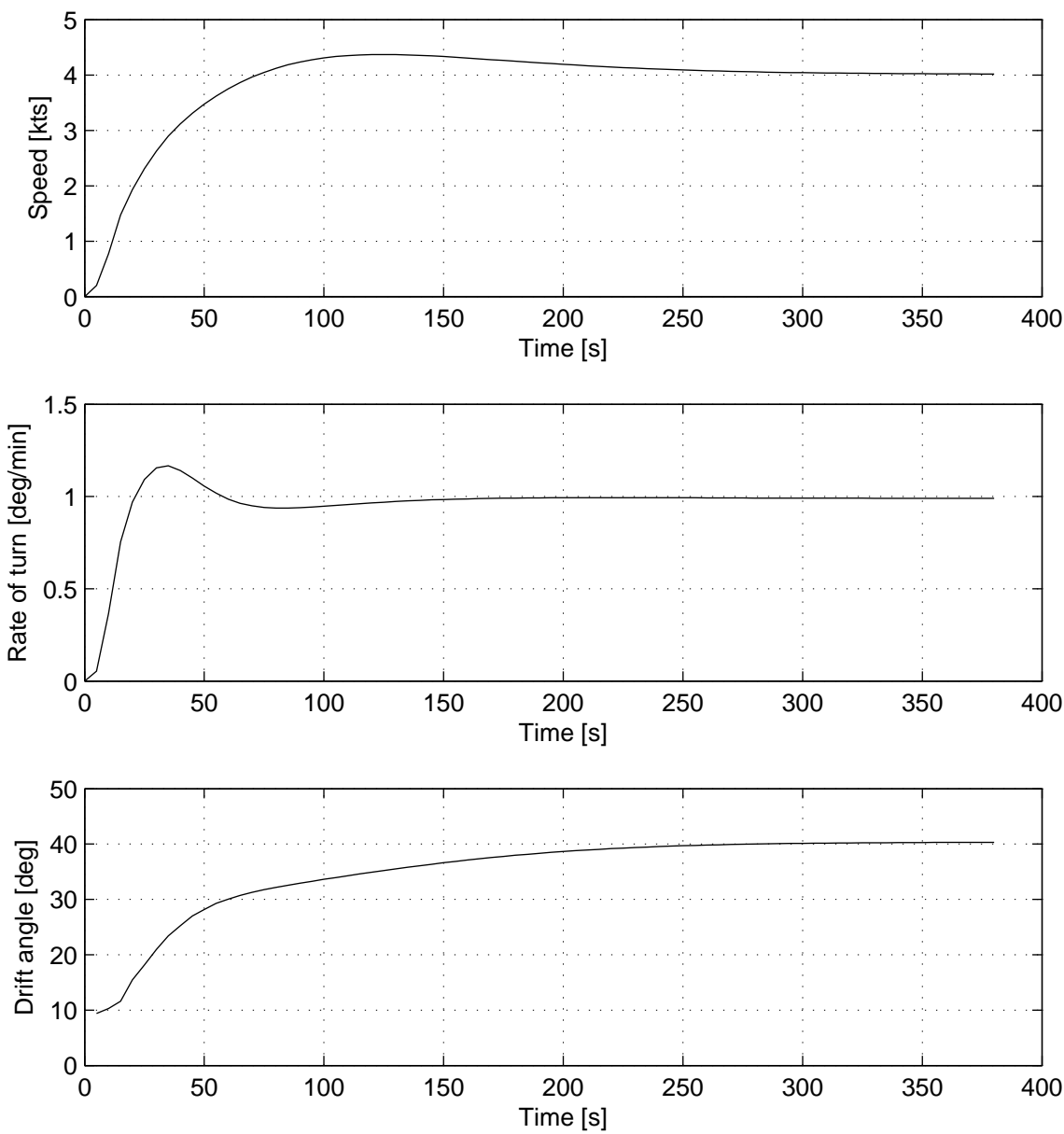
17. Accelerating Turning Circle Starboard

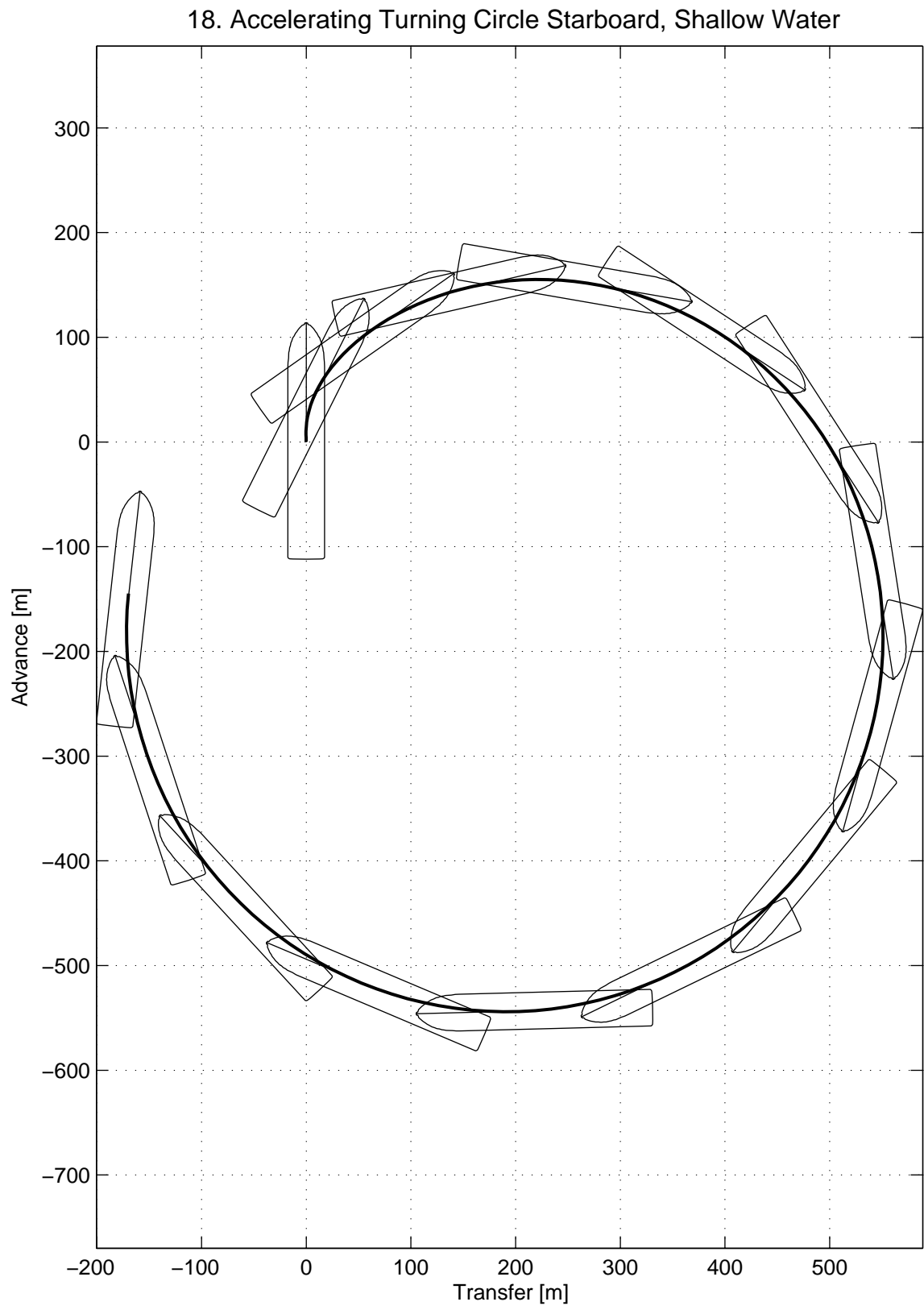
Initial Conditions and Controls

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| Approach speed    | : 0.0 knots      |
| Rudder deflection | : -35 deg        |
| Water depth       | : $h/T = \infty$ |

Results and Equilibrium Values

|                   |         |
|-------------------|---------|
| Advance           | : 160 m |
| Transfer          | : 81 m  |
| Tactical diameter | : 303 m |
| Steady diameter   | : 271 m |





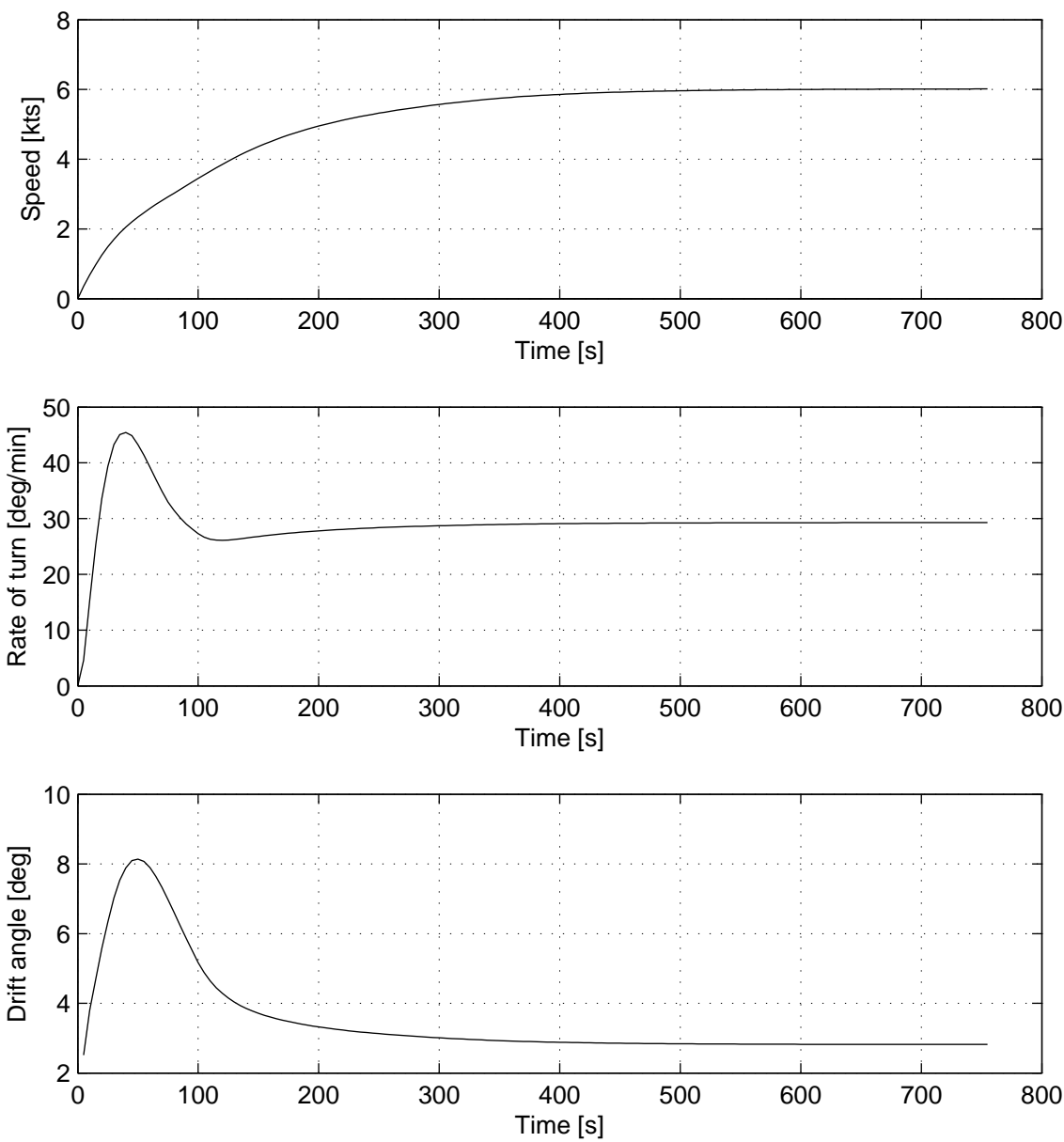
18. Accelerating Turning Circle Starboard, Shallow Water

Initial Conditions and Controls

|                   |               |
|-------------------|---------------|
| Approach speed    | : 0.0 knots   |
| Rudder deflection | : -35 deg     |
| Water depth       | : $h/T = 1.2$ |

Results and Equilibrium Values

|                   |         |
|-------------------|---------|
| Advance           | : 155 m |
| Transfer          | : 206 m |
| Tactical diameter | : 551 m |
| Steady diameter   | : 722 m |





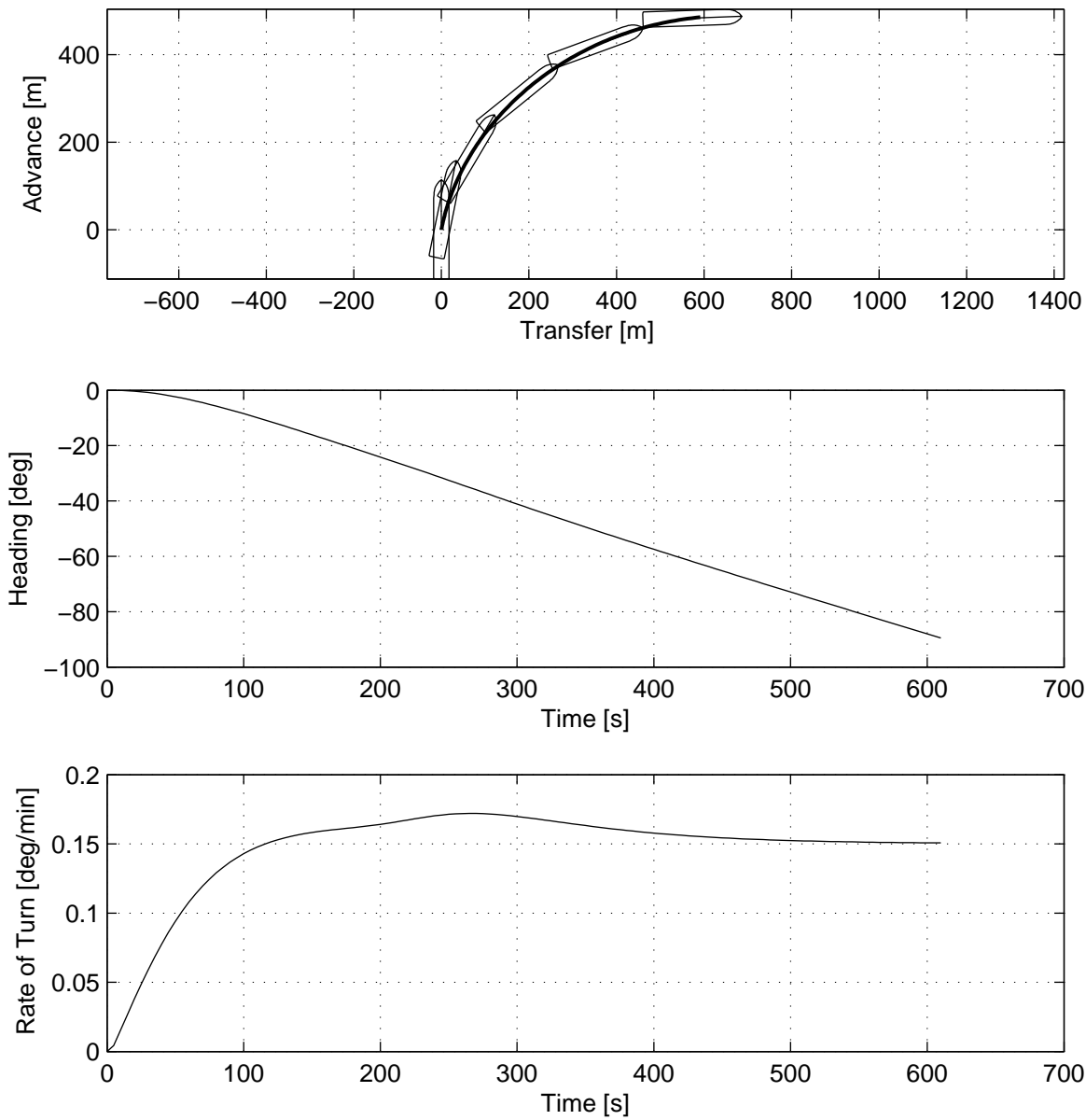
19. Turn on Spot (Engine)

Initial Conditions and Controls

|                       |               |
|-----------------------|---------------|
| Initial Turn Rate     | : 0.0 deg/min |
| Rudder deflection     | : 0 / 0 deg   |
| Bow Thruster Status   | : 0 % / 0 %   |
| Stern Thruster Status | : 0 % / 0 %   |

Results and Equilibrium Values

|                  |                |
|------------------|----------------|
| Max Turn Rate    | : 0.17 deg/min |
| Steady Turn Rate | : 0.15 deg/min |



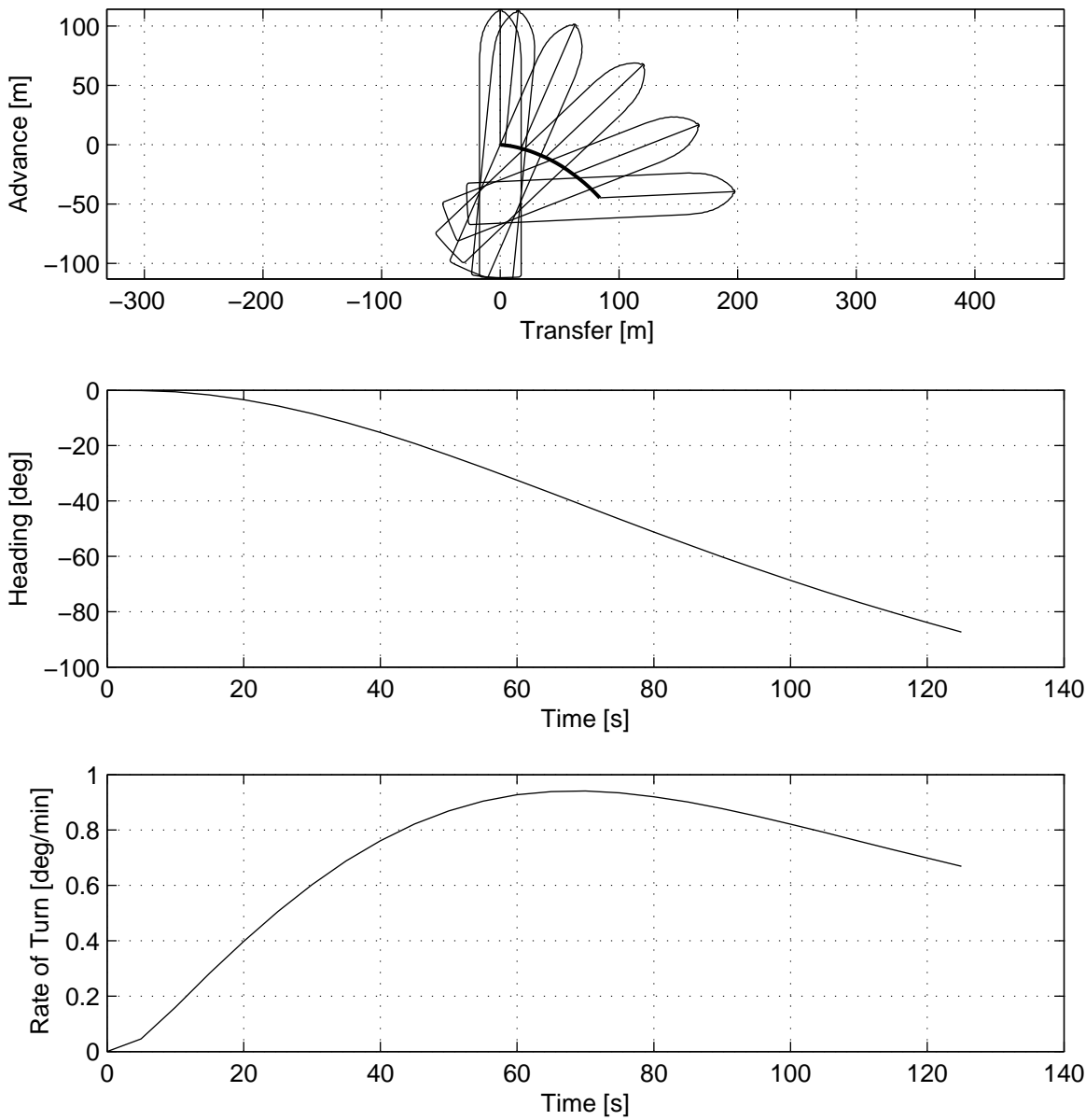
20. Turn on Spot (Bow Thruster)

Initial Conditions and Controls

|                       |               |
|-----------------------|---------------|
| Initial Turn Rate     | : 0.0 deg/min |
| Rudder deflection     | : 0 / 0 deg   |
| Bow Thruster Status   | : 100 % / 0 % |
| Stern Thruster Status | : 0 % / 0 %   |

Results and Equilibrium Values

|                  |                |
|------------------|----------------|
| Max Turn Rate    | : 0.94 deg/min |
| Steady Turn Rate | : 0.67 deg/min |



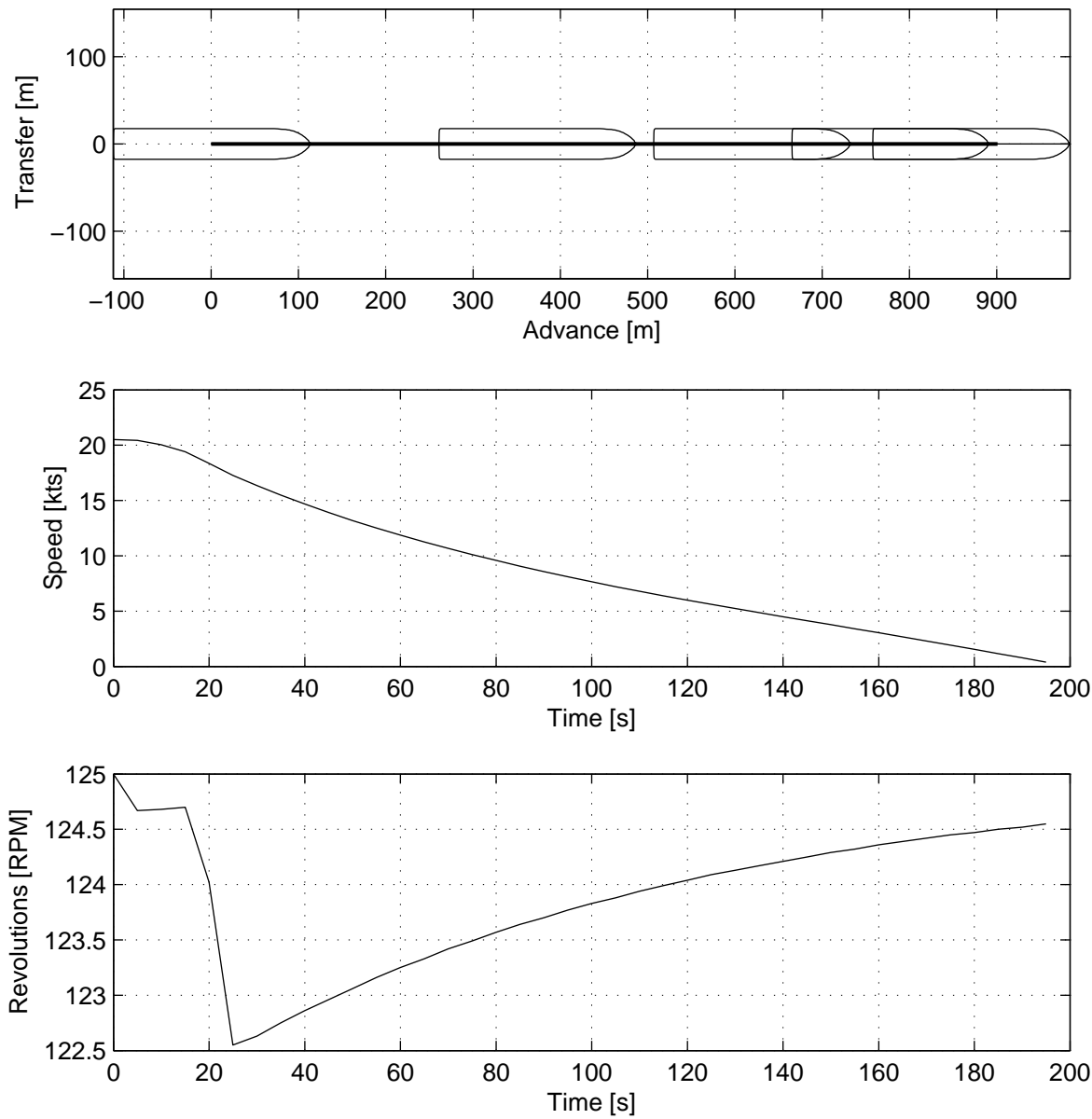
21. Stop to Half Astern

Initial Conditions and Controls

Initial speed : 20.5 knots  
Water depth :  $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : 901 m  
Speed : 0.4 knots  
Revolutions : 124.6 RPM  
Time : 195 s



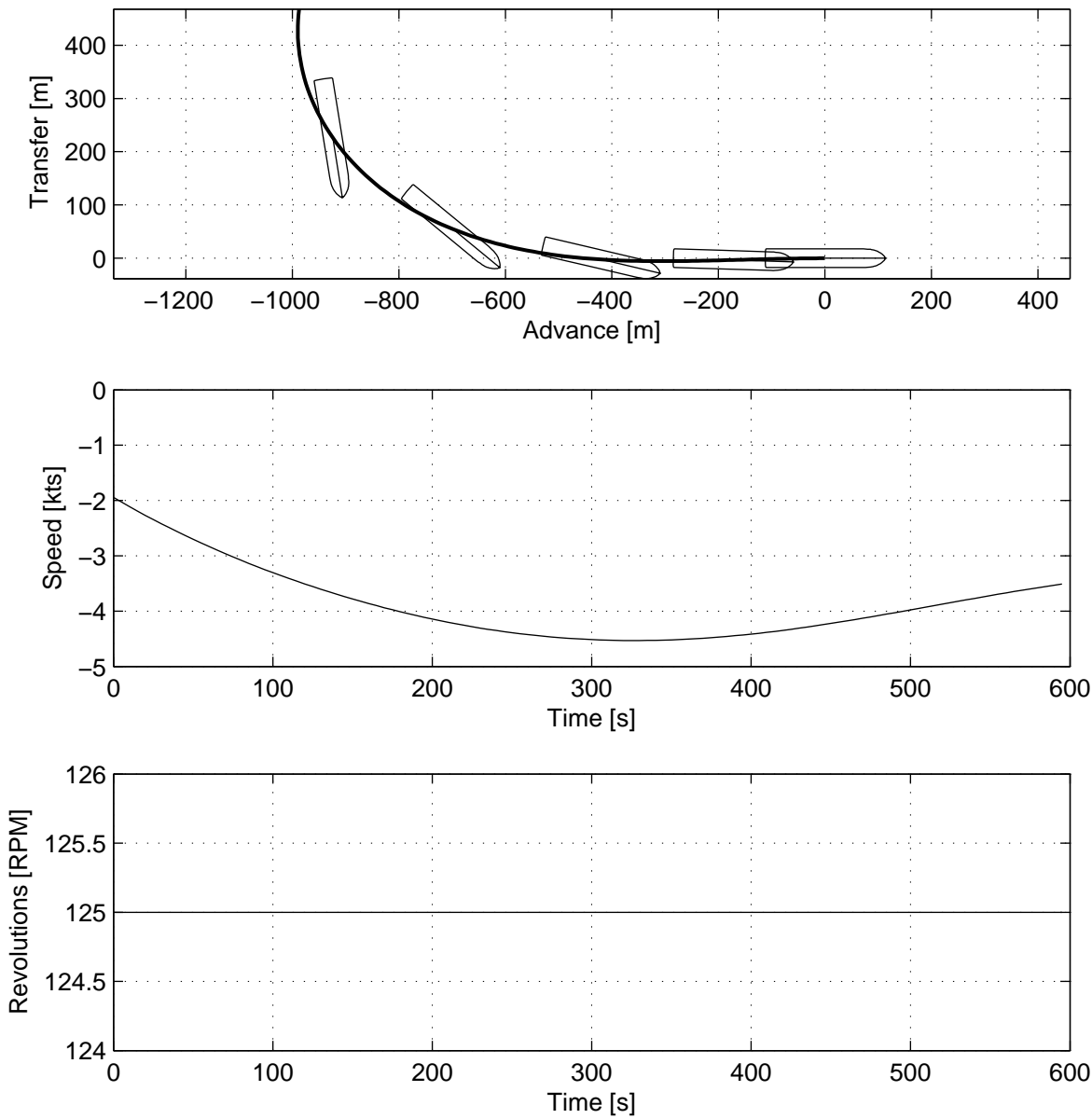
22. Going Astern, 10 deg SB rudder

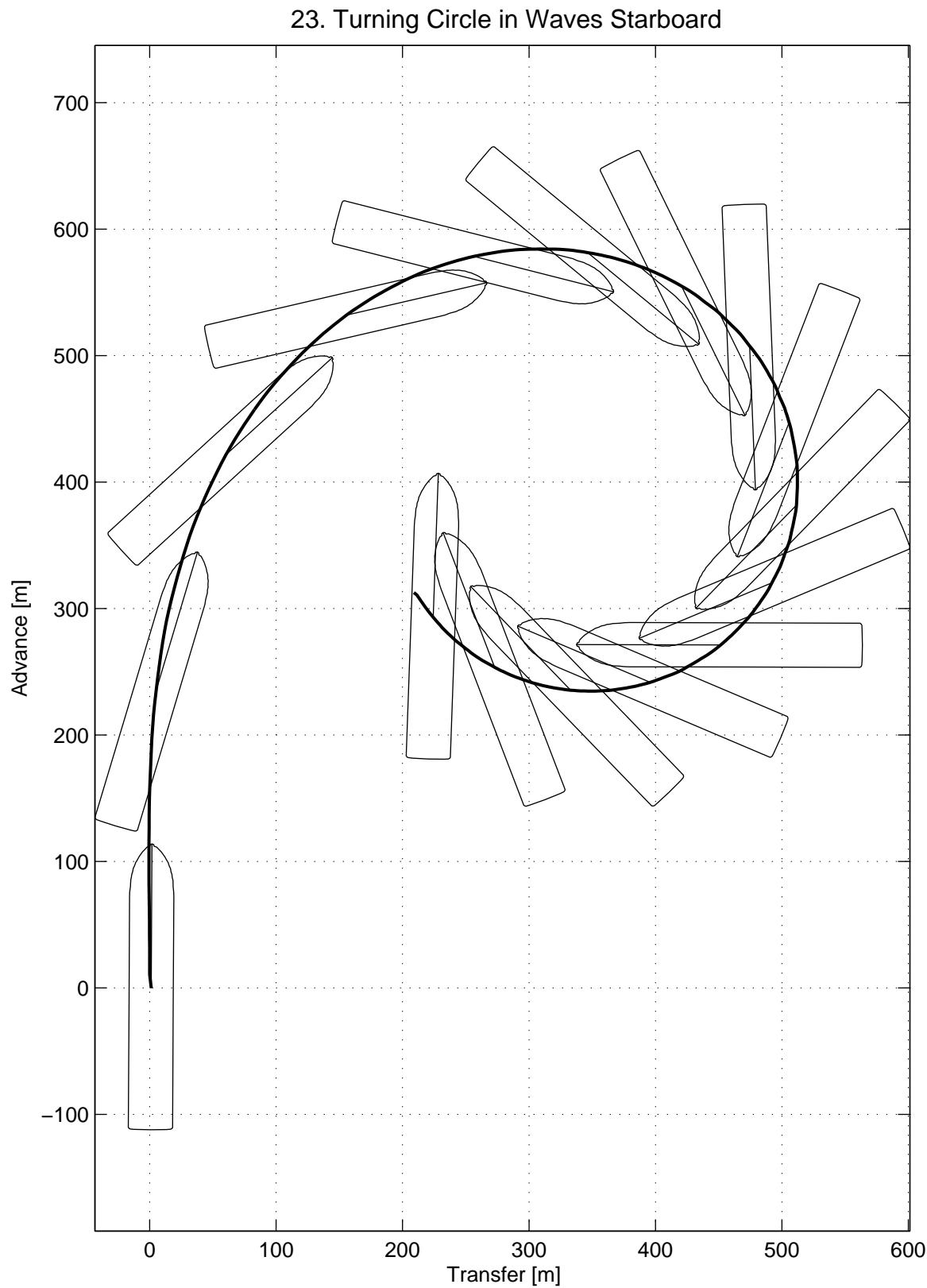
Initial Conditions and Controls

Initial speed : -1.9 knots  
Water depth :  $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : -987 m  
Speed : -3.5 knots  
Revolutions : 125.0 RPM  
Time : 595 s







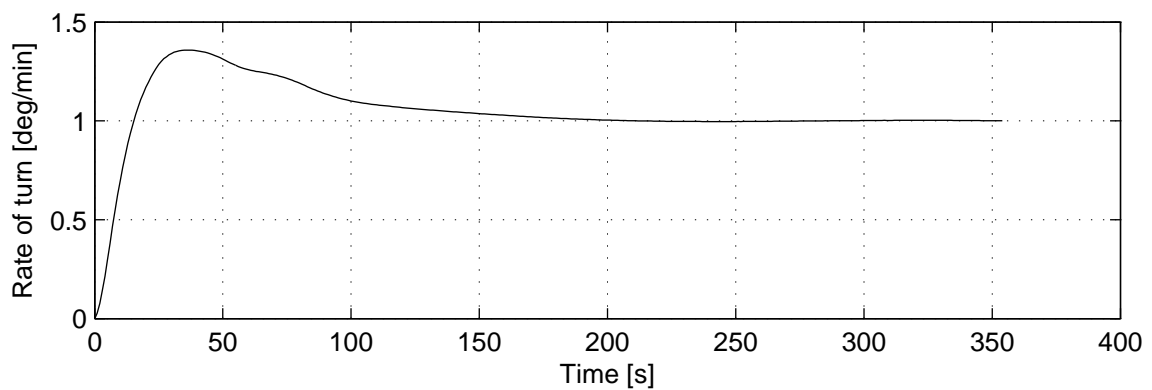
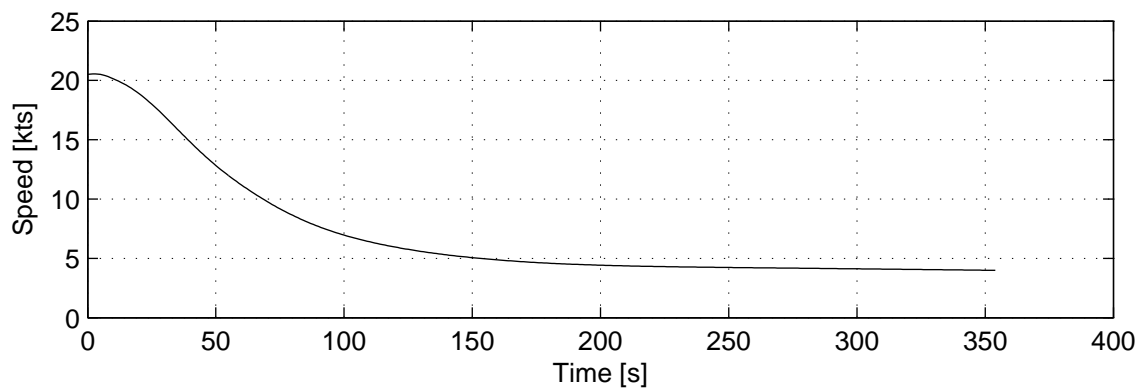
### 23. Turning Circle in Waves Starboard

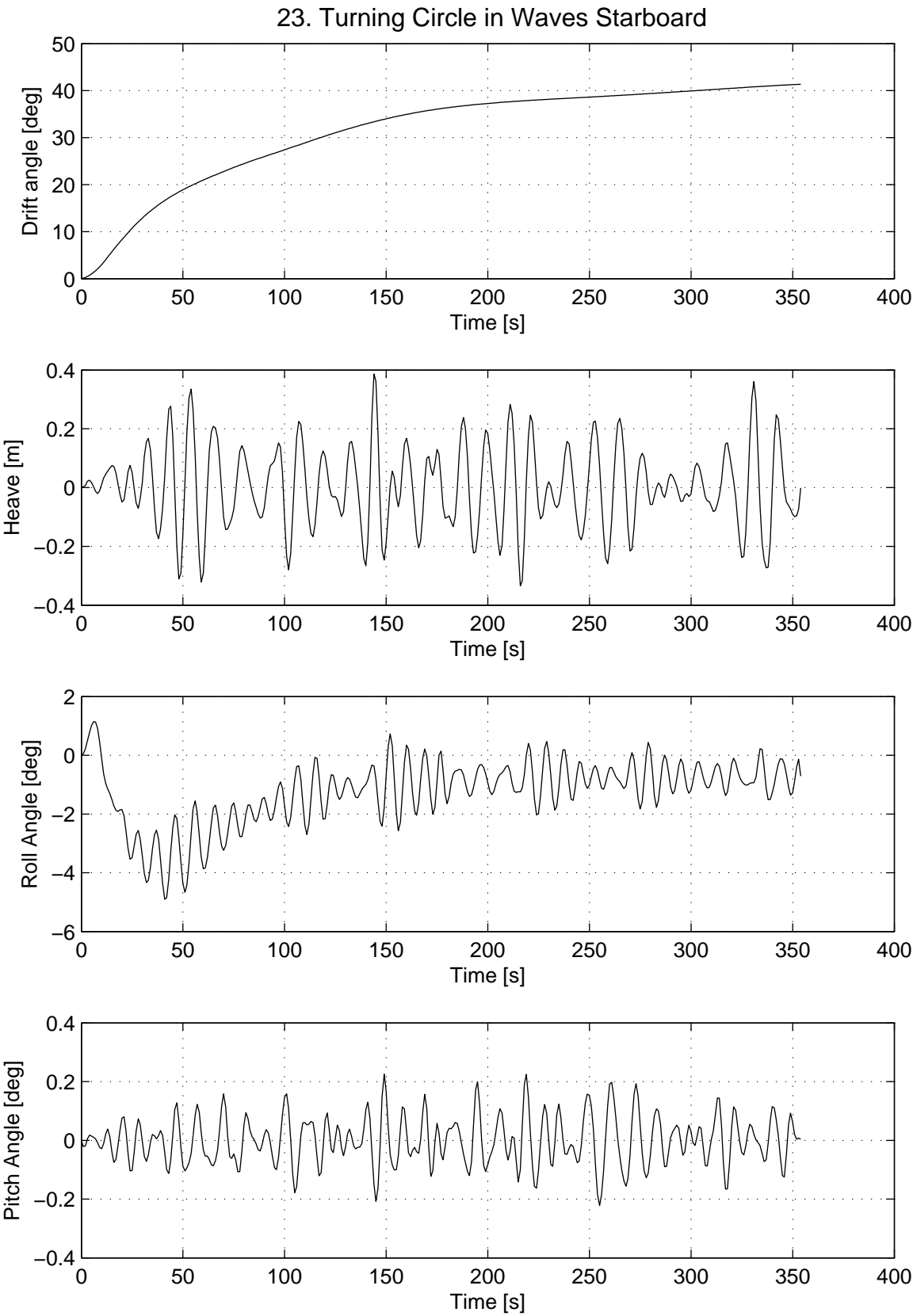
#### Initial Conditions and Controls

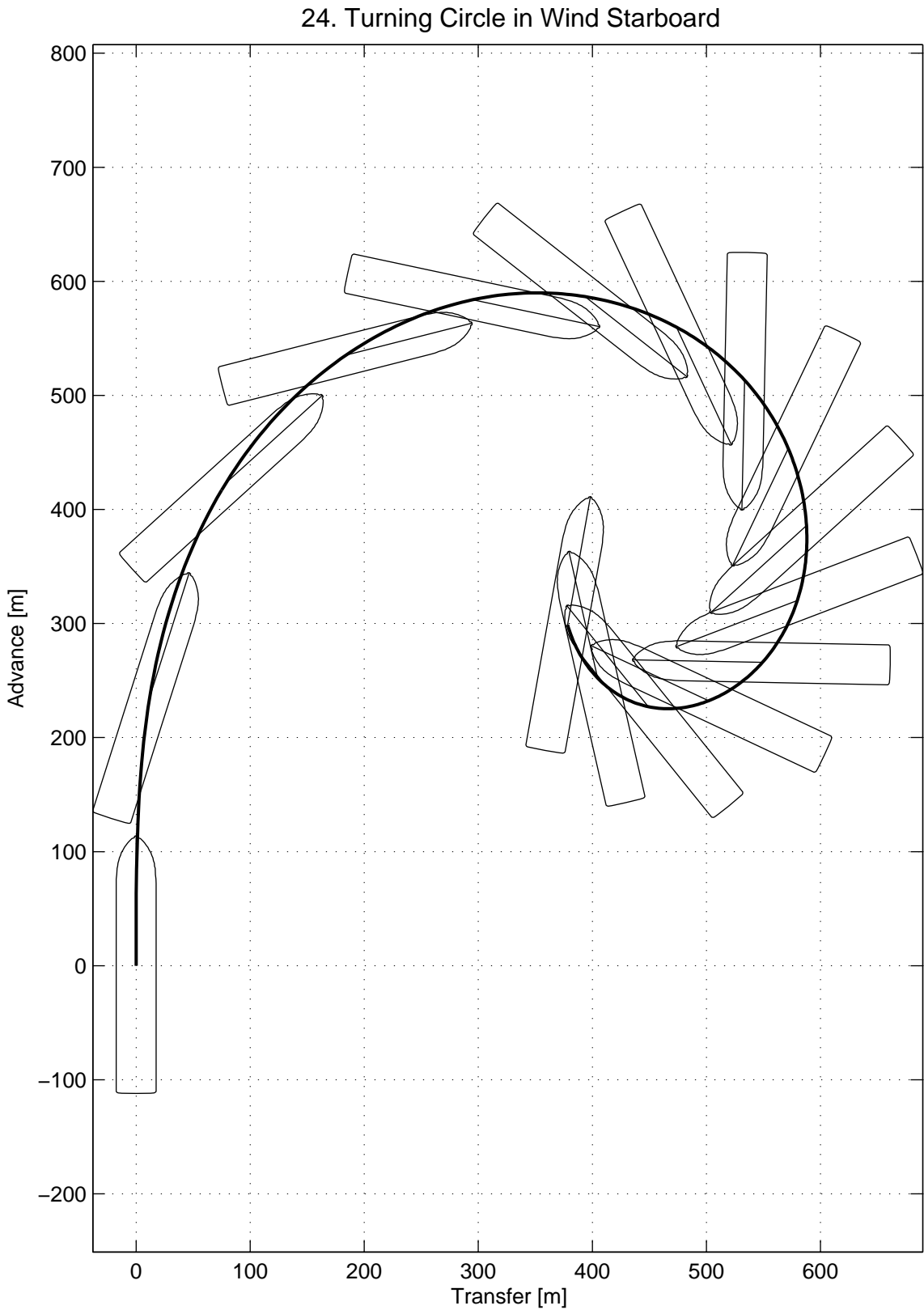
|                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| Approach speed        | : 20.5 knots     |
| Rudder deflection     | : -35 deg        |
| Water depth           | : $h/T = \infty$ |
| Wave height ( $H_s$ ) | : 3 m            |
| Wave period ( $T_p$ ) | : 9.1 s          |
| Wave direction        | : 90 deg         |

#### Results and Equilibrium Values

|                   |         |
|-------------------|---------|
| Advance           | : 561 m |
| Transfer          | : 205 m |
| Tactical diameter | : 480 m |
| Steady diameter   | : 283 m |







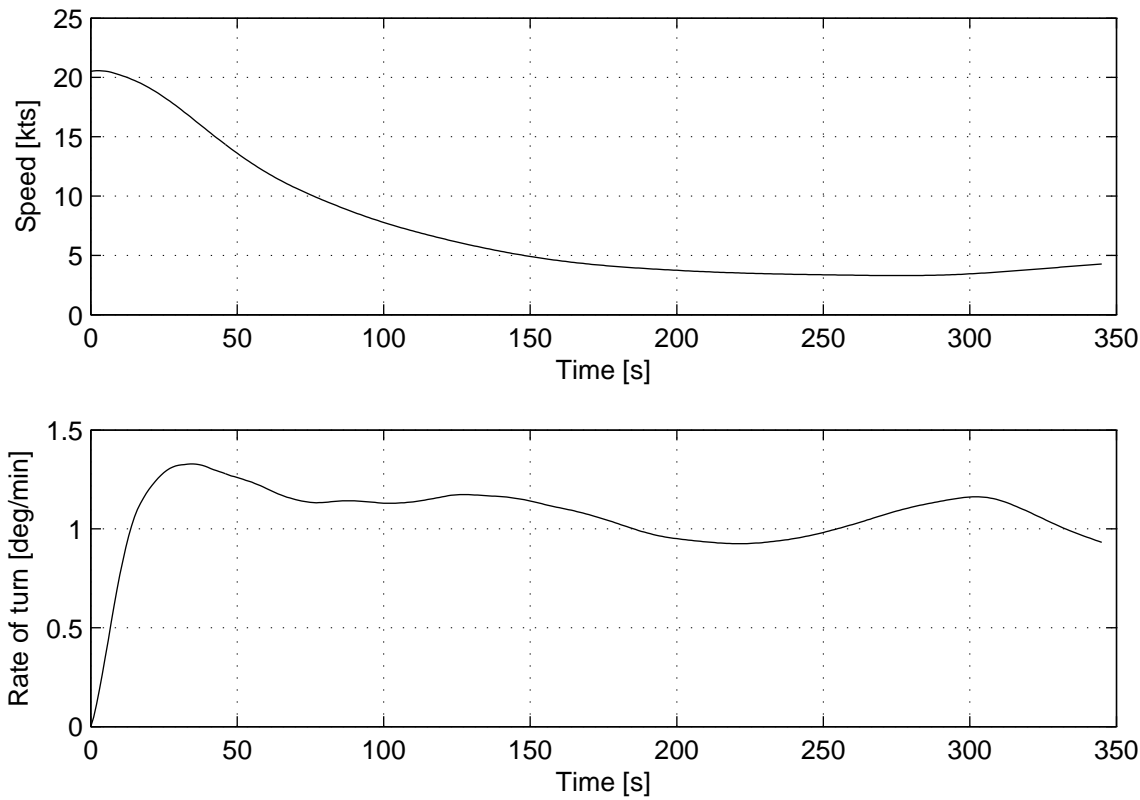
24. Turning Circle in Wind Starboard

Initial Conditions and Controls

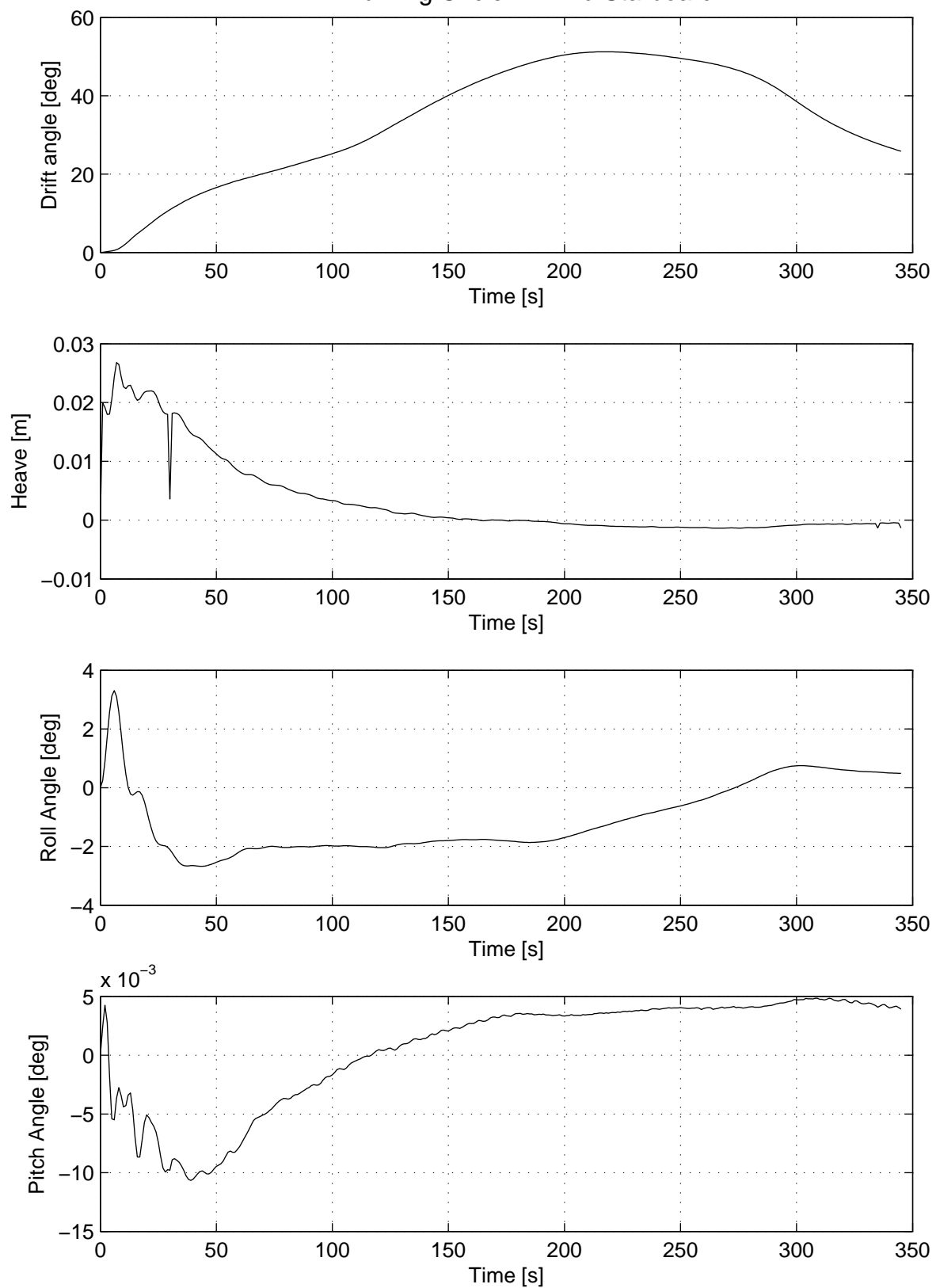
|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| Approach speed    | : 20.5 knots     |
| Rudder deflection | : -35 deg        |
| Water depth       | : $h/T = \infty$ |
| Wind speed        | : 15 m/s         |
| Wind direction    | : 90 deg         |

Results and Equilibrium Values

|                   |         |
|-------------------|---------|
| Advance           | : 569 m |
| Transfer          | : 247 m |
| Tactical diameter | : 531 m |
| Steady diameter   | : 200 m |



### 24. Turning Circle in Wind Starboard





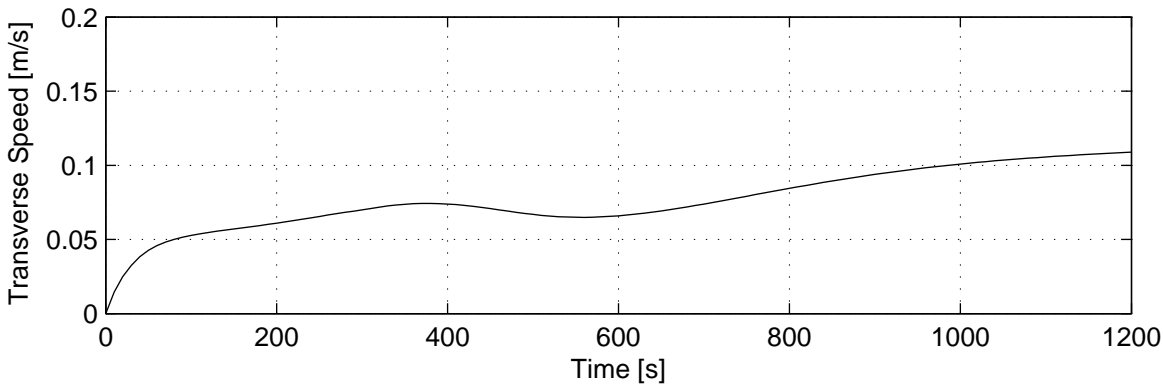
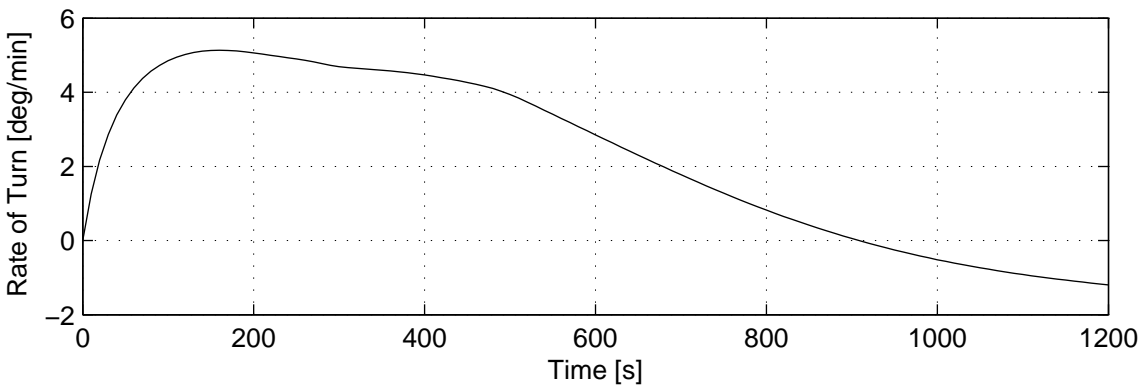
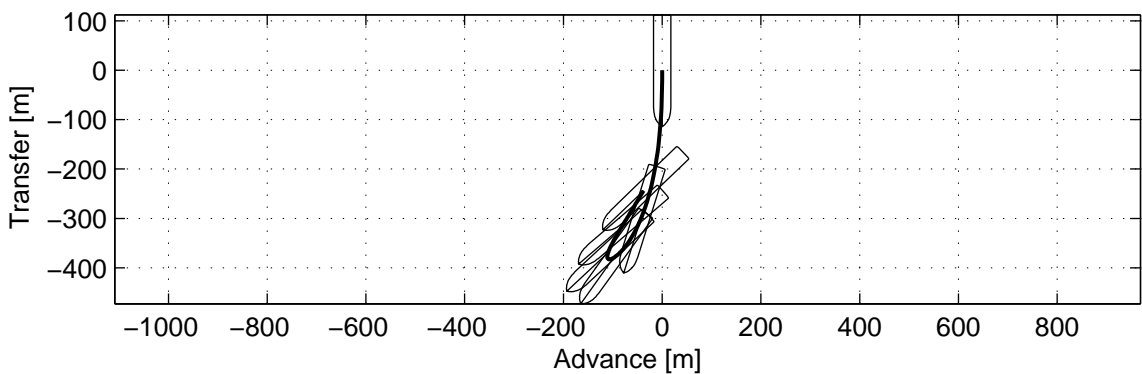
25. Sailing in Shear Current

Initial Conditions and Controls

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| Water depth       | : $h/T = \infty$ |
| Current speed     | : 2 knots        |
| Current direction | : 90 deg         |

Results and Equilibrium Values

|                    |               |
|--------------------|---------------|
| Longitudinal Speed | : -0.7 knots  |
| Transverse Speed   | : 0.1 m/s     |
| Roll Angle         | : -0.0 deg    |
| Max rate of turn   | : 5.1 deg/min |



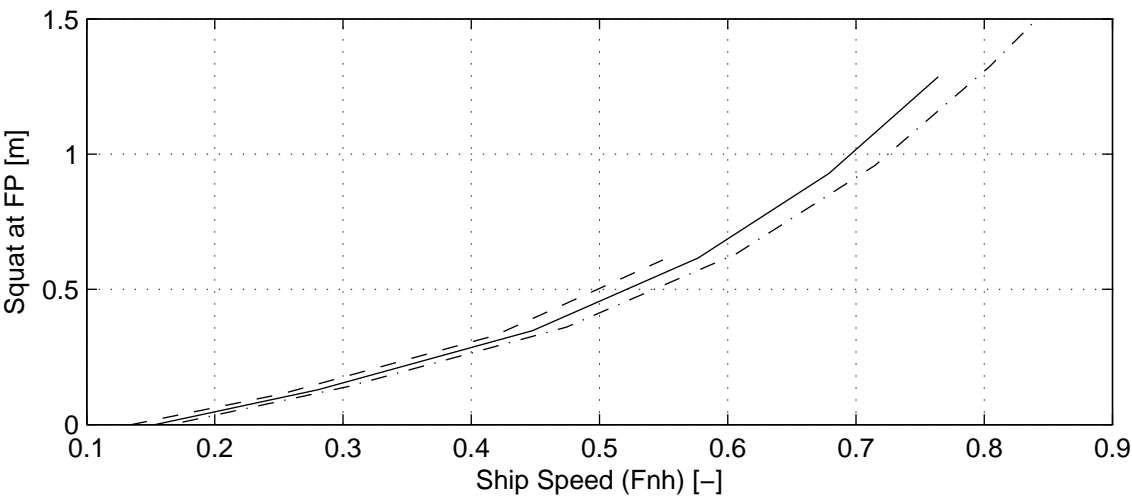
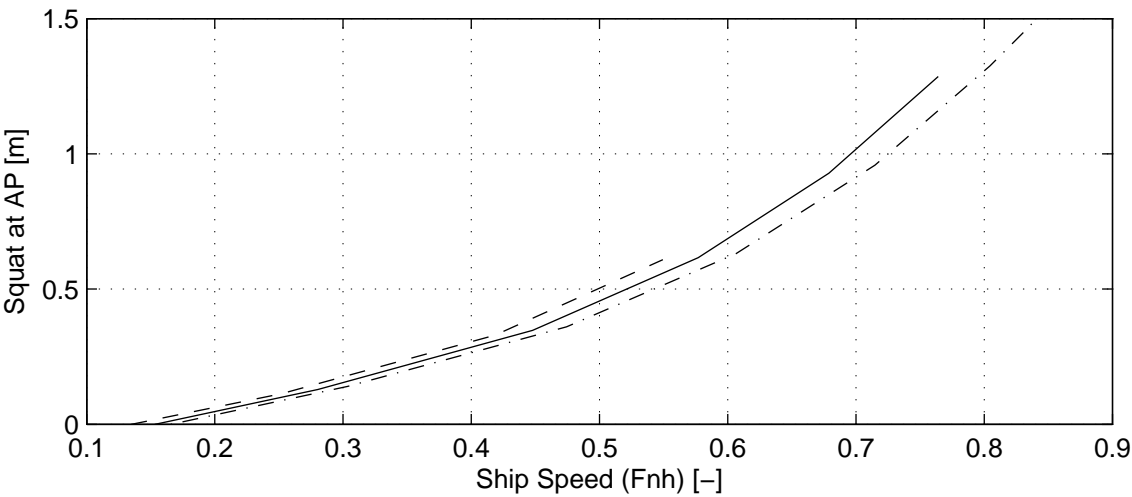
26. Squat Test

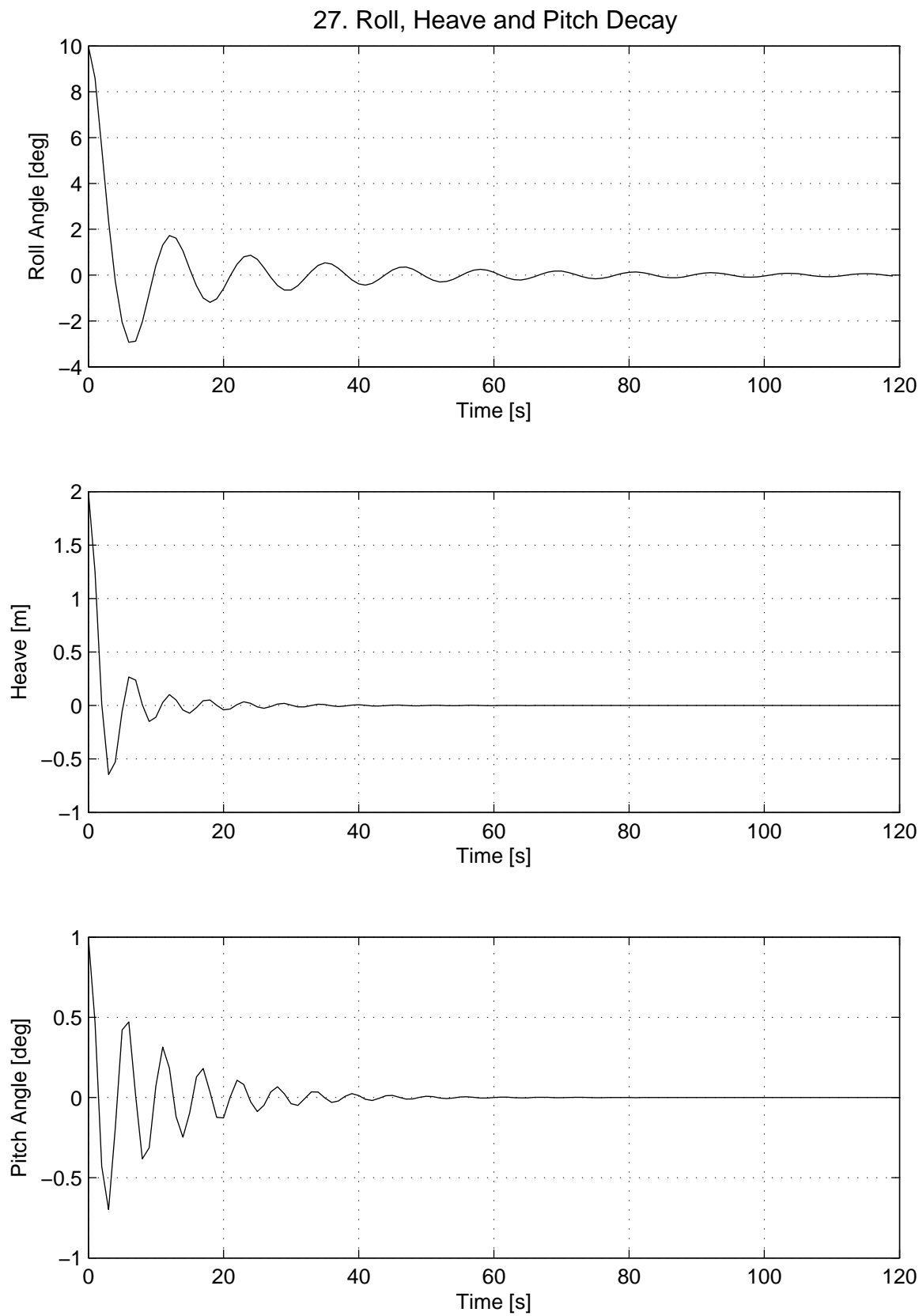
Initial Conditions and Controls

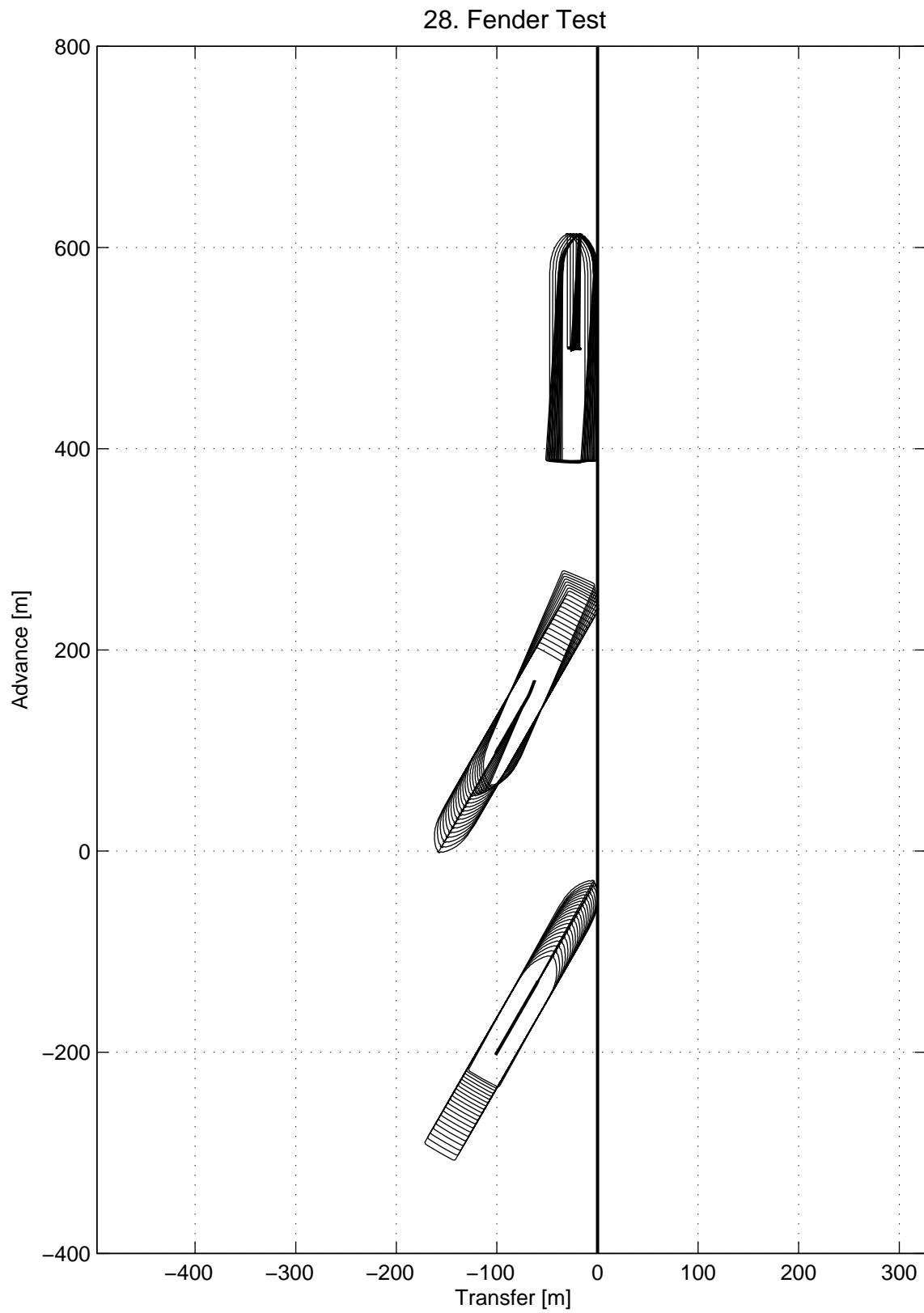
Water depth :  $h/T = 1.1$  (dashed)  
                  :  $h/T = 1.2$  (solid)  
                  :  $h/T = 1.3$  (dash-dotted)

Results and Equilibrium Values

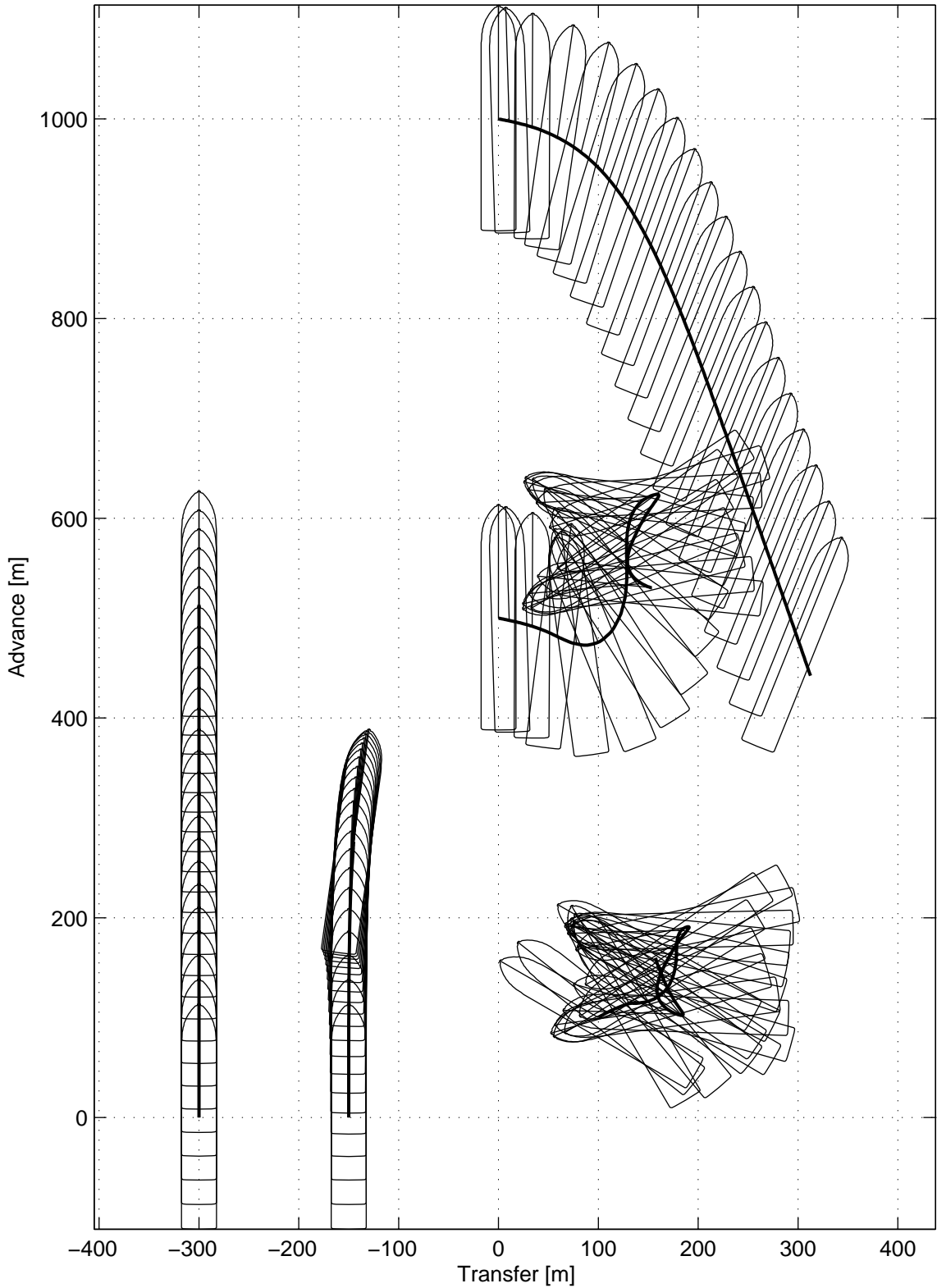
Trim by Bow







29. Anchor Test





*Title of report and Project No.:*

## Ship Description

Ship 3005

Railway Ferry

Service Condition

M/F "Dronning Ingrid"

**Client:**

**Author(s):** Ole Terslöv

**Ref.:** DMI 2005114

**Date:** 2005-06-21

**Approved by:**

| <b>Revision</b> | <b>Description</b> | <b>By:</b> | <b>Checked:</b> | <b>Approved:</b> | <b>Date:</b> |
|-----------------|--------------------|------------|-----------------|------------------|--------------|
|                 |                    |            |                 |                  |              |
| 0               |                    | OT         |                 |                  | 2005-06-21   |

**Keywords:**

Manoeuvring characteristics  
Ship characteristics  
Equilibrium speeds  
Standard manoeuvres  
Other characteristic manoeuvres

**Classification:**

Open  
Internal  
☒ Confidential

| Ship Description | Ship 3005 | Railway Ferry | Service Condition |
|------------------|-----------|---------------|-------------------|
|------------------|-----------|---------------|-------------------|

**List of Contents**

**1   Manoeuvring Characteristics ..... 1**

**2   Ship Characteristics ..... 2**

**3   Equilibrium Speeds ..... 3**

**4   Standard Manoeuvres ..... 4**

**5   Further Check Manoeuvres ..... 5**

**Appendix 1: Plots of Standard and Check Manoeuvres**

**Appendix 2: Tables of Standard Manoeuvres**

**Abbreviations**

|                |                                 |
|----------------|---------------------------------|
| LBP, LPP       | Length between perpendiculars   |
| LOA            | Length over all                 |
| B              | Breadth                         |
| Bmld           | Moulded Breadth                 |
| Ta             | Draft aft                       |
| Tf             | Draft fore                      |
| T, Tm          | Draft Average                   |
| LCB            | Longitudinal center of buoyancy |
| FP             | Fixed pitch                     |
| CP             | Controllable pitch              |
| CL             | Center Line                     |
| deg            | Degrees                         |
| s              | Seconds                         |
| Kg             | Kilogram                        |
| m              | Meters                          |
| m <sup>2</sup> | Square meters                   |
| m <sup>3</sup> | Cubic meters                    |
| kW             | Kilowatt                        |
| RPM            | Revolutions per minute          |
| SB             | Starboard side                  |
| PS             | Port side                       |

## **1 Manoeuvring Characteristics**

The ship is a twin-screw railway ferry fitted with two bow thrusters. Its turning ability as seen from the turning circle is good. The manoeuvring ability is very good, with a first overshoot of 10 deg. in a 20-20 zig-zag. The ship is course stable and seaworthy, and due to its large metacentric height only has small roll angles.



## 2 Ship Characteristics

| Type of ship<br>Condition<br>Ship No. |                | Railway Ferry<br>Service<br>3005 |
|---------------------------------------|----------------|----------------------------------|
| Displacement                          | m <sup>3</sup> | 10015                            |
| Length between Perpendiculars         | m              | 143.2                            |
| Length overall                        | m              | 152.0                            |
| Breadth moulded                       | m              | 23.1                             |
| Depth to Raildeck                     | m              | 7.75                             |
| Draught fore/aft                      | m              | 5.10/5.10                        |
| Wetted Surface                        | m <sup>2</sup> | 3519                             |
| Frontal wind Area                     | m <sup>2</sup> | 476                              |
| Lateral wind Area                     | m <sup>2</sup> | 2400                             |
| Block Coefficient                     | -              | 0.59                             |
| Trim by the Stern,                    | %              | 0.0                              |
| Metacentric Height                    | m              | 4.90                             |
| LCB, % of LPP forw. of LPP/2          | %              | -3.9                             |
| Radius of Inertia, % of LPP           | %              | 25                               |
| Type of Engine                        |                | Diesel                           |
| Number of Propellers                  |                | 2                                |
| Type of Propellers                    |                | CP                               |
| Direction of Rotation                 |                | Inwards                          |
| Number of Blades                      |                | 4                                |
| Propeller Diameter                    | m              | 4.33                             |
| Pitch Ratio at 0.7R                   |                | 1.05                             |
| Area Ratio                            |                | 0.55                             |
| Shaft Power (ahead) total             | kW             | 2 x 9.400                        |
| Number of Rudders                     |                | 2                                |
| Type of Rudders                       |                | Spade                            |
| Position                              |                | In slipstream                    |
| Area of Rudder                        | m <sup>2</sup> | 2 x 10.4                         |
| 100 x total rudder Area/LBP x T       |                | 2.85                             |
| Turning Velocity of Rudder            | deg/s          | 5.0                              |
| Max. rudder Angle                     | deg            | 35                               |
| Anchor Weight                         | kg             | 3300                             |
| Chain Weight                          | kg/m           | 68                               |
| Number of bow Thrusters               |                | 2                                |
| Nominal bow thruster Power            | kW             | 2 x 880 ~ 2 x 11 t               |
| Number of stern Thrusters             |                | 0                                |

Table 2-1: Ship characteristics

### 3 Equilibrium Speeds

| Ship<br>Engine<br>Setting | Propeller |       | Speed, Knots |          |
|---------------------------|-----------|-------|--------------|----------|
|                           | RPM       | Pitch | 1000 m       | 6.12 m   |
| 1.0                       | 150       | 1.10  | 19.1         | Grounded |
| 0.8                       | 136       | 1.08  | 16.5         | Grounded |
| 0.5                       | 116       | 0.58  | 8.9          | 7.9      |
| 0.25                      | 100       | 0.21  | 4.8          | 4.0      |
| 0.125                     | 100       | 0.04  | 2.2          | 1.8      |
| -0.125                    | 100       | -0.04 | -1.3         | -1.2     |
| -0.25                     | 100       | -0.21 | -3.7         | -3.2     |
| -0.5                      | 110       | -0.55 | -7.2         | -5.7     |
| -1.0                      | 150       | -0.83 | -11.3        | -8.1     |

*Table 3-1: Propeller RPM and pitch, and equilibrium speeds for various handle settings for two water depths: deep water and shallow water corresponding to 1.2 times the mean draught.*

## 4 Standard Manoeuvres

| Run No. | Water depth [m] | Type of Manoeuvre        | Initial speed [kts] | Rudder angle [deg] | Engine setting | Thruster Bow/Aft |
|---------|-----------------|--------------------------|---------------------|--------------------|----------------|------------------|
| 101     | 1000            | 35 deg SB Turning Circle | 19.1                | -35                | 1.0            | 0 / 0            |
| 102     | 1000            | 35 deg PS Turning Circle | 19.1                | 35                 | 1 -> 0         | 0 / 0            |
| 103     | 1000            | 35 deg SB Turning Circle | 0                   | -35                | 0 -> 1         | 0 / 0            |
| 104     | 1000            | Crash Stop               | 19.1                | 0                  | 1 -> -1        | 0 / 0            |
| 105     | 1000            | Normal Stop              | 19.1                | 0                  | 1 -> -0.5      | 0 / 0            |
| 106     | 1000            | Stop from Half Speed     | 9.9                 | 0                  | 0.5 -> -1      | 0 / 0            |
| 107     | 1000            | Bow Thruster Full SB     | 0                   | 0                  | 0              | 1 / 0            |
| 119     | 1000            | Turning with Engines     | 0                   | 0                  | 0.5 / -0.5     | 0                |
| 110     | 1000            | Wind 15 m/s from side    | 00                  | 0                  | 0              | 0 / 0            |
| 111     | 1000            | Wind 15 m/s from side    | 19.1                | 0                  | 1.0            | 0 / 0            |
| 112     | 1000            | 20-20 Zig-Zag            | 19.1                | 20 -> -20          | 1.0            | 0 / 0            |
| 113     | 1000            | 10-10 Zig-Zag            | 19.1                | 10 -> -10          | 1.0            | 0 / 0            |
| 114     | 1000            | Spiral test              | 19.1                | -15 -> 15          | 1.0            | 0 / 0            |
| 115     | 1000            | Course keeping in 15 m/s | 8.7                 | Autopilot          | 0.35           | 0 / 0            |
| 116     | 6.12            | Course keeping in 15m/s  | 7.8                 | Autopilot          | 0.35           | 0 / 0            |
| 121     | 6.12            | 35 deg SB Turning Circle | 10.0                | -35                | 0.5 -> 1       | 0 / 0            |
| 122     | 6.12            | 35 deg SB Turning Circle | 0                   | -35                | 0 -> 1.0       | 0 / 0            |

Table 4-1: Standard Manoeuvres:  
 Starboard Rudder Angles Negative  
 Engine Settings 1.0 = Full Ahead  
 Thruster Settings 1.0 = Full Starboard

## 5 Further Check Manoeuvres

| Run No. | Water depth [m] | Type of Manoeuvre               | Initial speed [kts] | Rudder angle [deg] | Engine setting | Thruster Bow/Aft |
|---------|-----------------|---------------------------------|---------------------|--------------------|----------------|------------------|
| 141     | 1000            | Going astern, rudder amidships  | -1.9                | 0                  | -0.125         | 0 / 0            |
| 142     | 1000            | Going astern, 10 deg. SB rudder | -1.9                | -10                | -0.125         | 0 / 0            |
| 143     | 1000            | Going astern, 10 deg. PS rudder | -1.9                | 10                 | -0.125         | 0 / 0            |
| 144     | 1000            | Going astern in wind            | -1.9                | 0                  | -0.125         | 0 / 0            |
| 150     | 10.2            | Roll damping, sailing           | 9.9                 | 0                  | 0.5            | 0 / 0            |
| 151     | 10.2            | Roll damping, sailing           | 9.9                 | Autopilot          | 0.5            | 0 / 0            |
| 161     | 6.12            | Hitting fender with bow         | 1.9                 | 0                  | 0              | 0 / 0            |
| 162     | 6.12            | Hitting fender with stern       | -1.9                | 0                  | 0              | 0 / 0            |
| 163     | 6.12            | Hitting fender with side        | 1.0                 | 0                  | 0              | 0 / 0            |
| 200     | 1000            | Roll damping                    | 0                   | 0                  | 0              | 0 / 0            |
| 201     | 1000            | Heave damping                   | 0                   | 0                  | 0              | 0 / 0            |
| 202     | 1000            | Pitch damping                   | 0                   | 0                  | 0              | 0 / 0            |
| 203     | 1000            | SB turn in 3 m waves            | 19.1                | -35                | 1              | 0 / 0            |
| 204     | 1000            | PS turn in 3 m waves            | 19.1                | 35                 | 1              | 0 / 0            |
| 205     | 1000            | SB turn in 15 m/s wind          | 19.1                | -35                | 1              | 0 / 0            |
| 206     | 1000            | PS turn in 15 m/s wind          | 19.1                | 35                 | 1              | 0 / 0            |
| 207     | 1000            | Drifting in 15 m/s wind         | 0                   | 0                  | 0              | 0 / 0            |
| 208     | 1000            | Sailing in 15 m/s wind          | 19.1                | Autopilot          | 1              | 0 / 0            |
| 210     | 1000            | Drifting in 3 m waves           | 0                   | 0                  | 0              | 0 / 0            |
| 211     | 1000            | Sailing in 3 m waves            | 19.1                | Autopilot          | 1              | 0 / 0            |
| 220     | 6.12            | Sailing free                    | 4.9                 | 0                  | 0.125          | 0 / 0            |
| 221     | 6.12            | Sailing, dragging SB anchor     | 4.9                 | 0                  | 0.125          | 0 / 0            |
| 222     | 6.12            | Drifting, SB anchor out         | 0                   | 0                  | 0              | 0 / 0            |
| 223     | 6.12            | Drifting, free                  | 0                   | 0                  | 0              | 0 / 0            |
| 224     | 6.12            | Drifting, SB anchor out         | 0                   | 0                  | 0              | 0 / 0            |

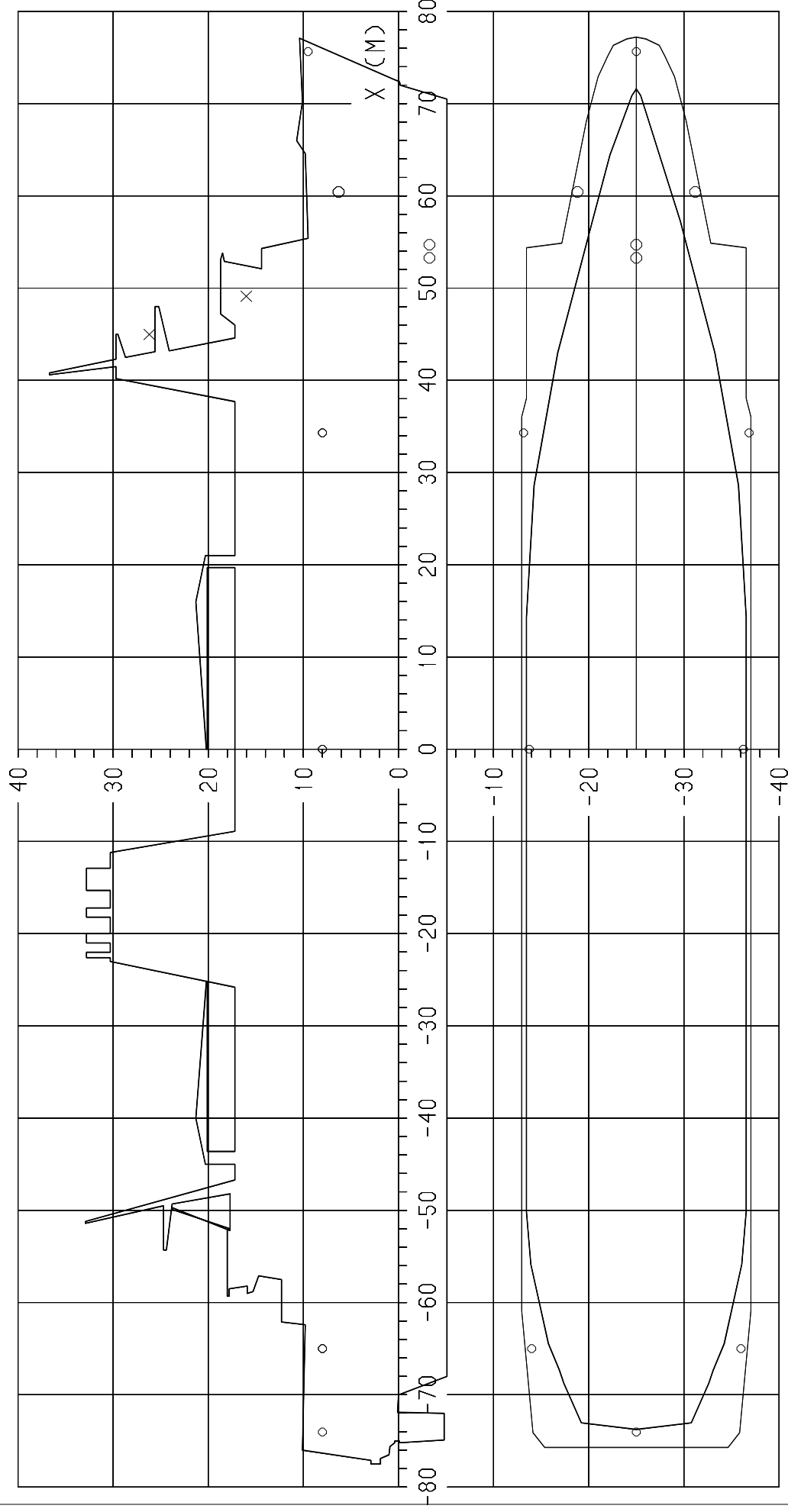
*Table 5-1: Further check manoeuvres:  
Engine Settings: 1.0 = Full Ahead  
Starboard rudder angles are negative.*

### Appendix 1: Plots of Standard and Check Manoeuvres

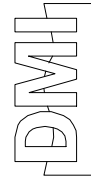
|            |   |
|------------|---|
| Fig. A-1:  | Ship outline  |
| Fig. A-2:  | Wind coefficients   |
| Fig. A-3:  | Track plots: Turning circles, stopping and zig-zag manoeuvres, Run 101 – 113              |
| Fig. A-4:  | Time series: Rudder angles and heading during zig-zag manoeuvres, Run 112 and 113         |
| Fig. A-5:  | Time series: Advance, speed and revolutions during stopping manoeuvres, Run 104 and 105   |
| Fig. A-6:  | Spiral test. Turn rate versus rudder angle  |
| Fig. A-7:  | Course keeping in wind; Deep and shallow water, Run 115 and 116                           |
| Fig. A-8:  | Track plots: Turning circles in wind and waves; drifting in wind and waves, Run 203 – 211 |
| Fig. A-9:  | Time series: Roll, heave and pitch decays, Run 200 – 202                                  |
| Fig. A-10: | Time series: Roll angle when turning in wind and waves, Run 203 - 206                     |
| Fig. A-11: | Time series: Roll and yaw angles for course keeping in waves. Run 208 and 211             |
| Fig. A-12: | Time series: Roll damping – sailing, Run 150 and 151                                      |
| Fig. A-13: | Track plots: Hitting fender, Run 161 – 163  |
| Fig. A-14: | Track plots: Going astern, Run 141 - 144  |
| Fig. A-15: | Track plots: Effect of anchor, Run 220 – 224  |
| Fig. A-16: | Squat at different depths and speeds, Run 125 – 127                                       |



-Z OR -Y (M)



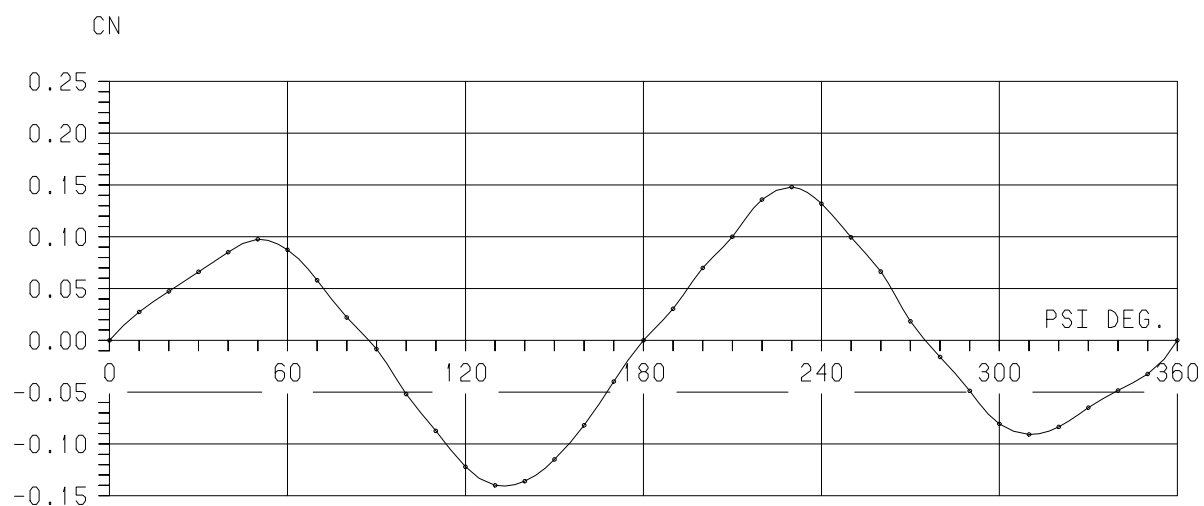
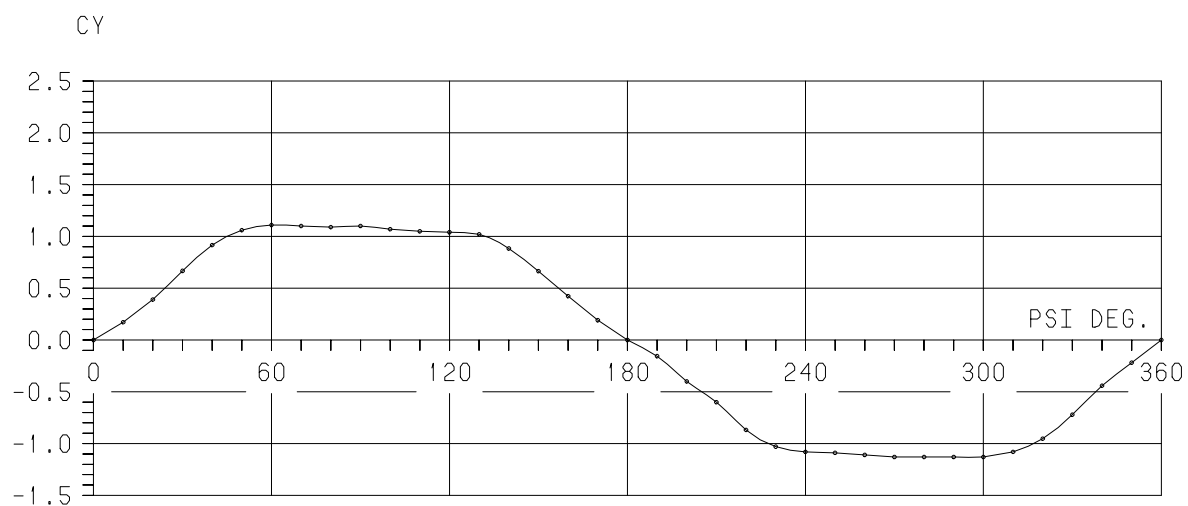
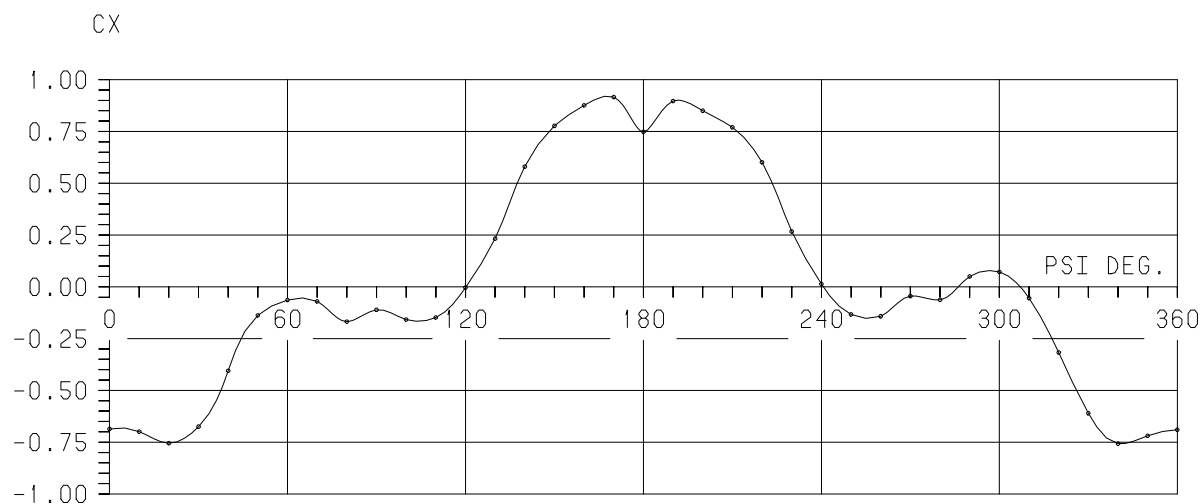
THRUSTERS AND ANCHORS  
VIEW- AND TUG POINTS SHOWN  
SHIP DRAFT 5.10 / 5.10



DANISH MARITIME  
INSTITUTE  
LYNGBY DENMARK

M/F DRONNING INGRID  
SHIP 3005

ORDER 2001917  
DATE 20091123  
TIME 122746



WIND COEFFICIENTS

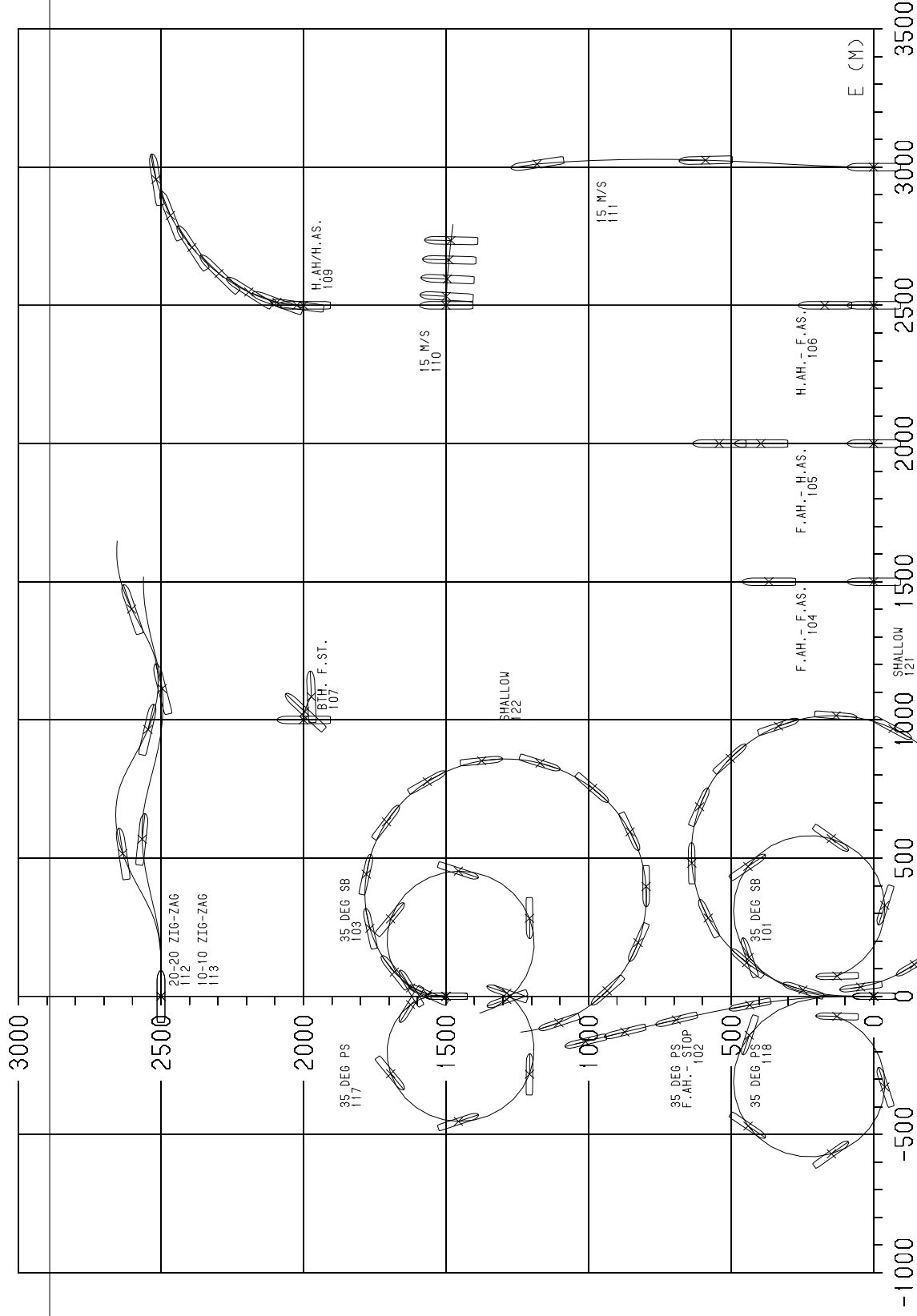


DANISH MARITIME  
INSTITUTE  
LYNGBY DENMARK

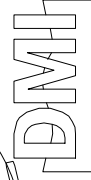
M/F DRONNING INGRID  
SHIP 3005

ORDER 2001080  
DATE 2002 122  
TIME 150246

N (M)



OUTLINE INTERVAL 60 SEC.  
SHALLOW DEPTH = 1.2 X T

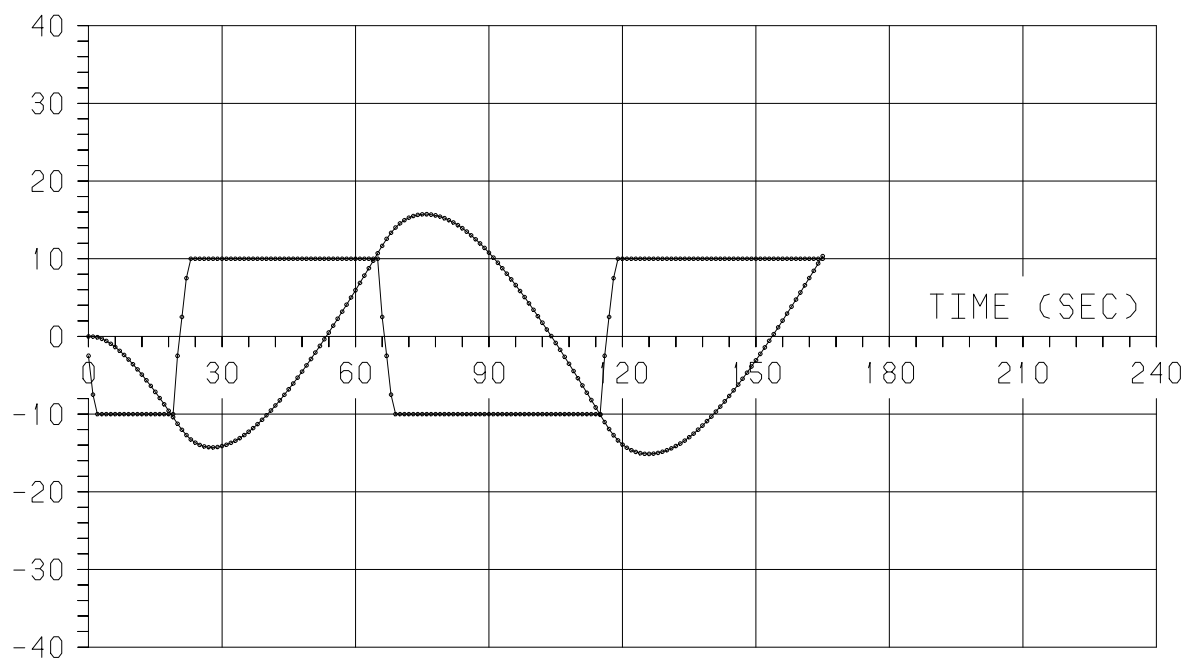


DANISH MARITIME  
INSTITUTE  
LYNGBY DENMARK

M/F DRONNING INGRID  
SHIP 3005

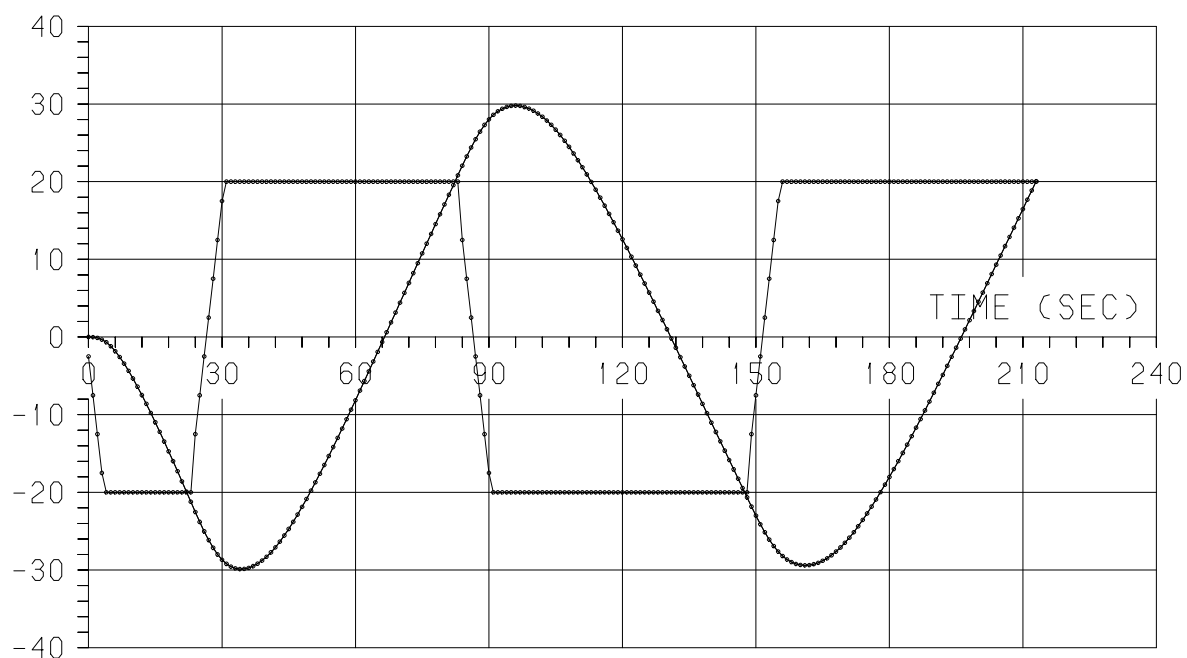
ORDER 96193  
DATE 2002 122  
TIME 150258

# RUDDER ANGLE & SHIP HEADING (DEG)



10 - 10 DEG. ZIG-ZAG MANOEUVRE

# RUDDER ANGLE & SHIP HEADING (DEG)



20 - 20 DEG. ZIG-ZAG MANOEUVRE

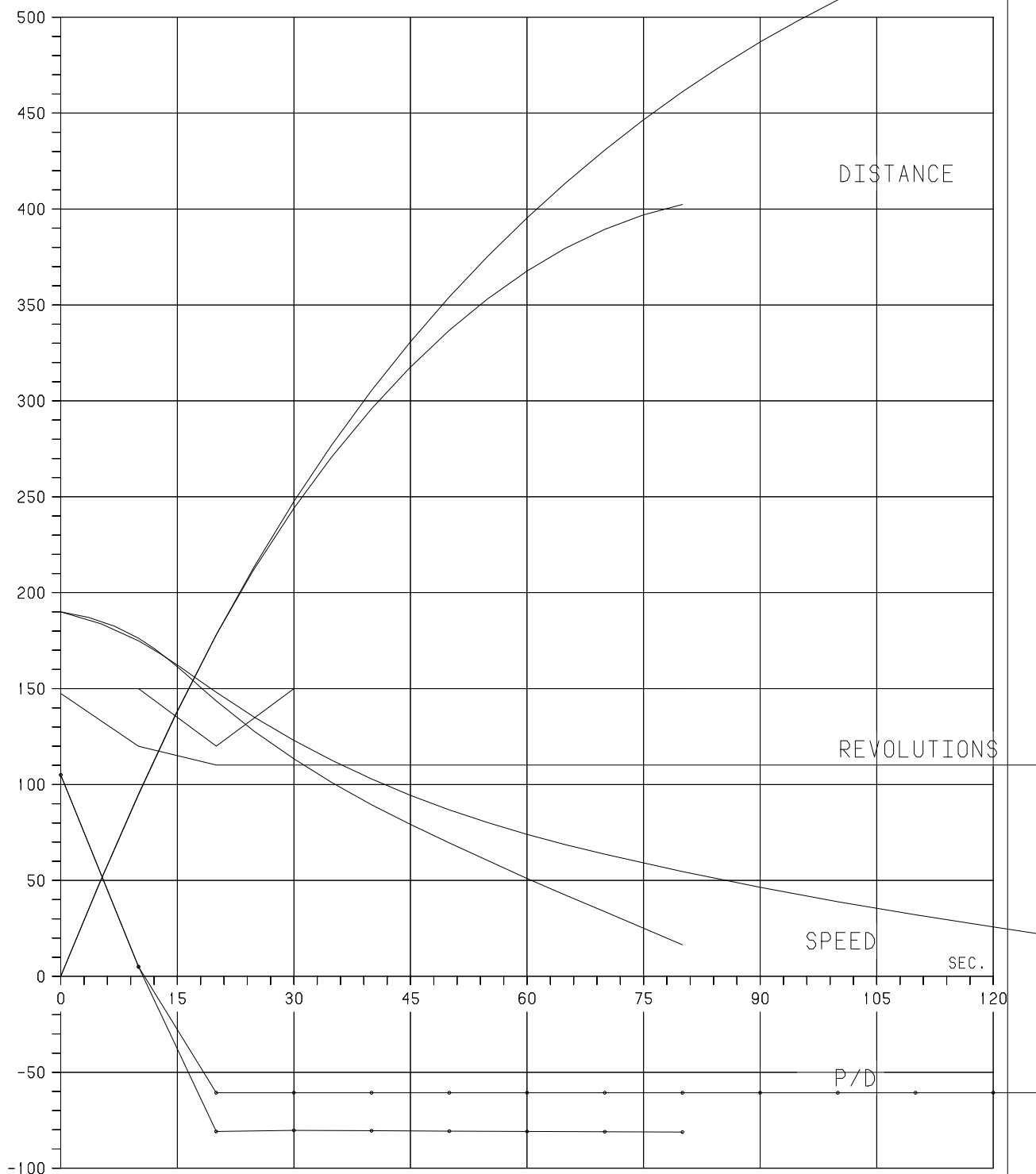


DANISH MARITIME  
INSTITUTE  
LYNGBY DENMARK

M/F DRONNING INGRID  
SHIP 3005

ORDER 96193  
DATE 2002 122  
TIME 150303

X-ADVANCE (M)  
 SPEED (KTS) X 10  
 REVOLUTIONS X 1  
 P/D X 100



STOP MANOEUVRES - RUNS 104 AND 105

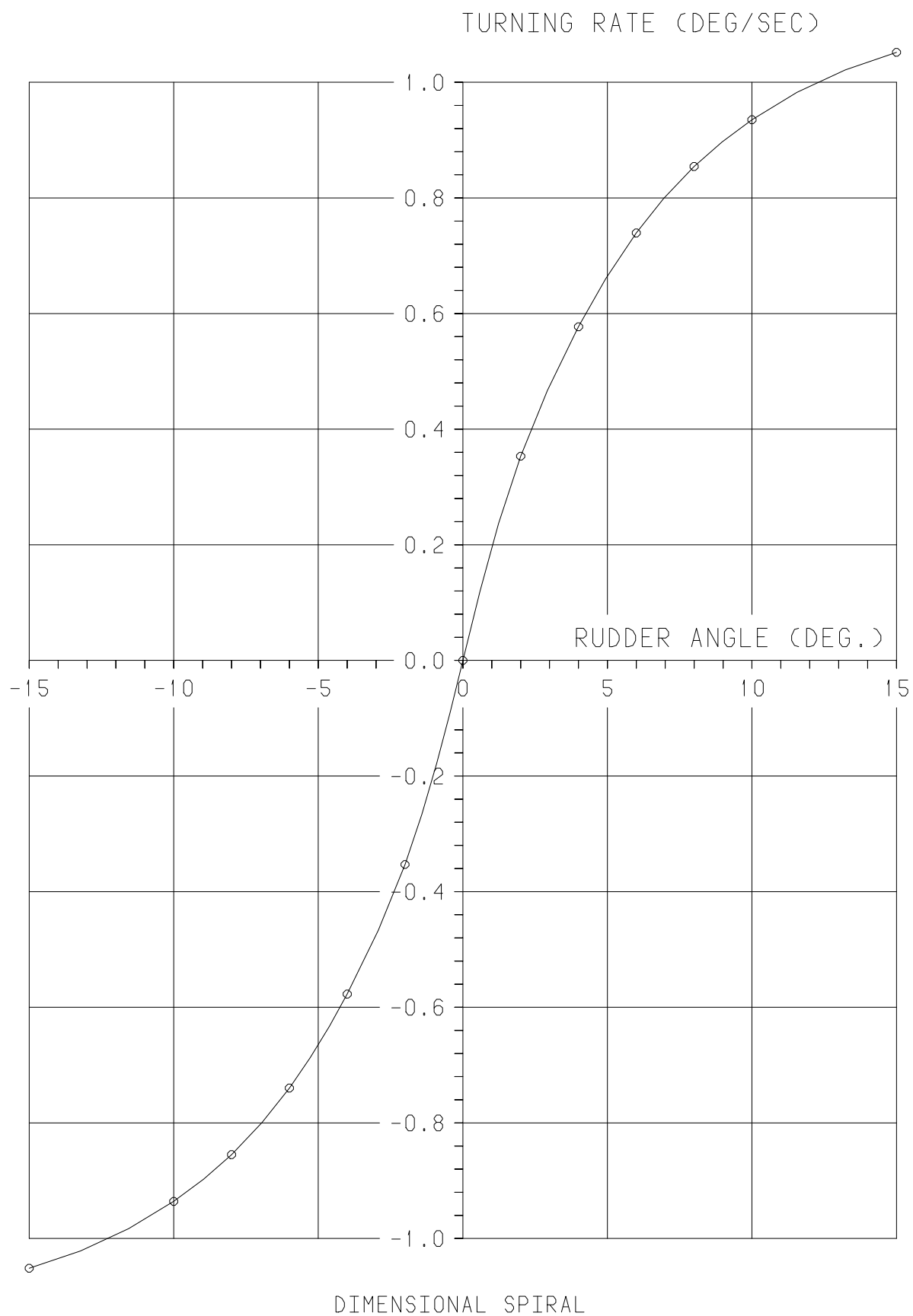


DANISH MARITIME  
 INSTITUTE  
 LYNGBY DENMARK

M/F DRONNING INGRID  
 SHIP 3005

ORDER 2001917  
 DATE 2002 122  
 TIME 150305



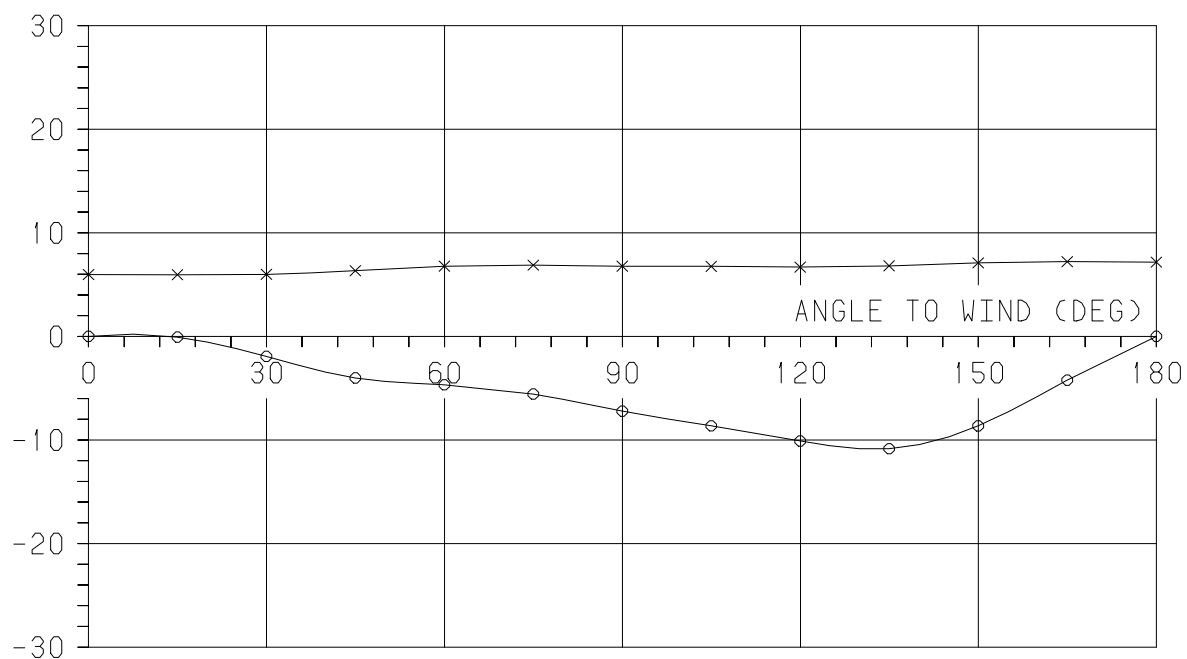


DANISH MARITIME  
INSTITUTE  
LYNGBY DENMARK

M/F DRONNING INGRID  
SHIP 3005

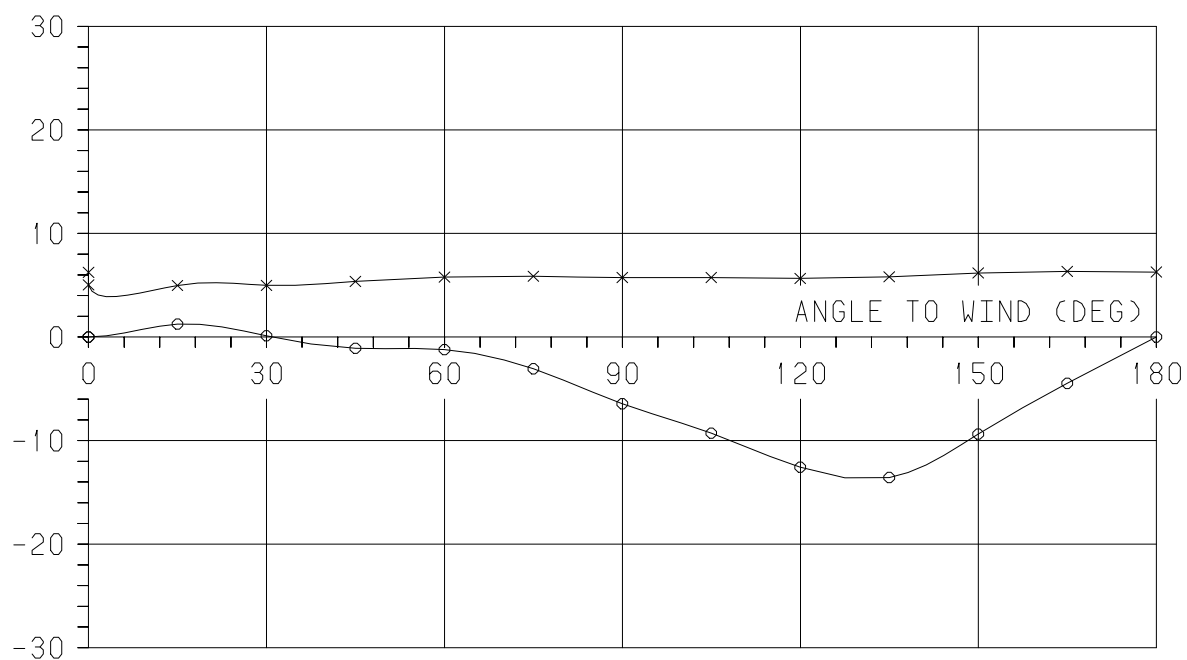
ORDER 96193  
DATE 2002 122  
TIME 150306

STEADYING HELM (DEG)  
SPEED (KTS)



COURSE KEEPING - 15 M/S - DEEP WATER

STEADYING HELM (DEG)  
SPEED (KTS)



COURSE KEEPING - 15 M/S - SHALLOW WATER

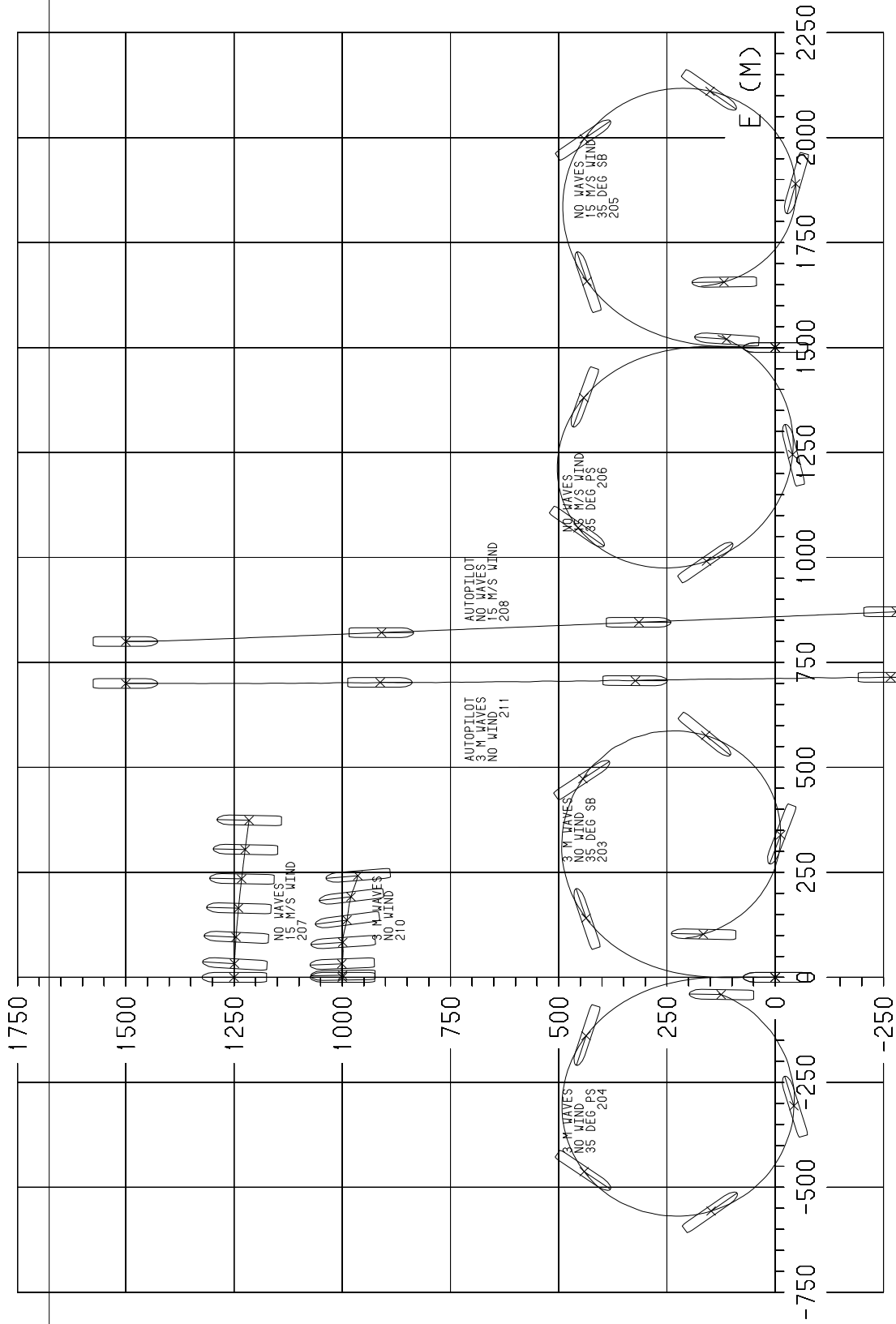


DANISH MARITIME  
INSTITUTE  
LYNGBY DENMARK

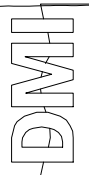
M/F DRONNING INGRID  
SHIP 3005

ORDER 96193  
DATE 2002 122  
TIME 150307

N (M)



OUTLINE INTERVAL 60 SEC  
WIND AND WAVES FROM WEST

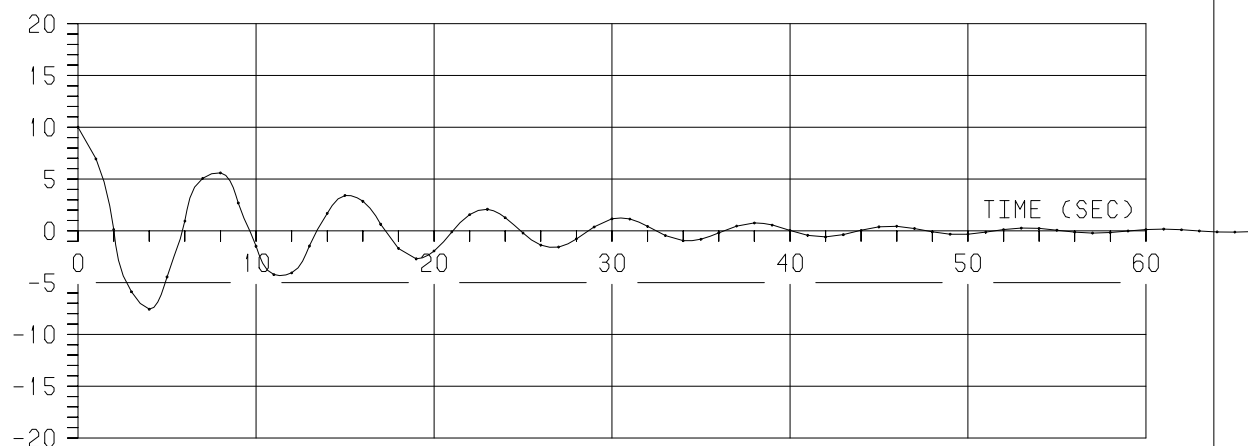


DANISH MARITIME  
INSTITUTE  
LYNGBY DENMARK

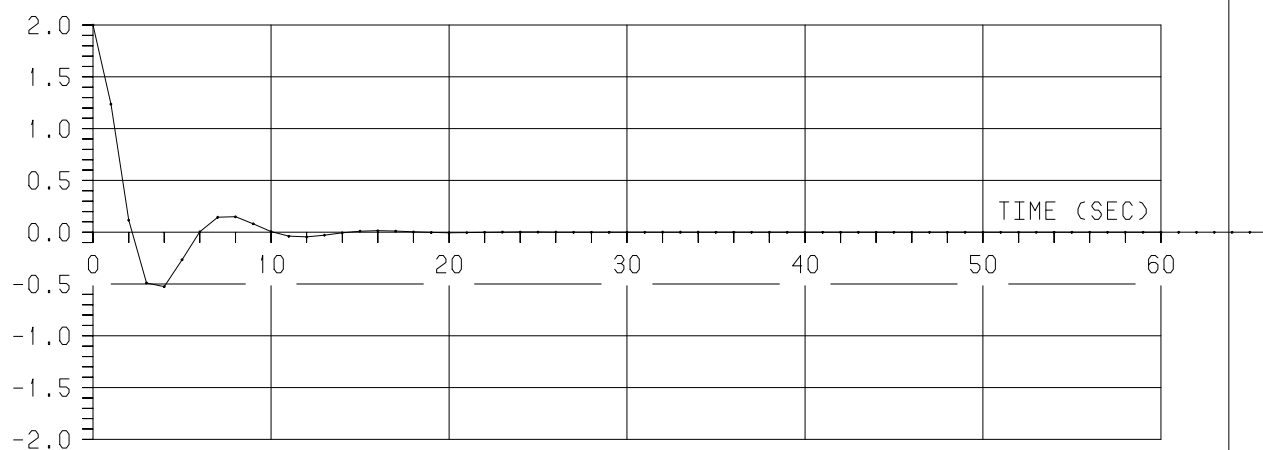
M/F DRONNING INGRID  
SHIP 3005

ORDER 96193  
DATE 2002 122  
TIME 150331

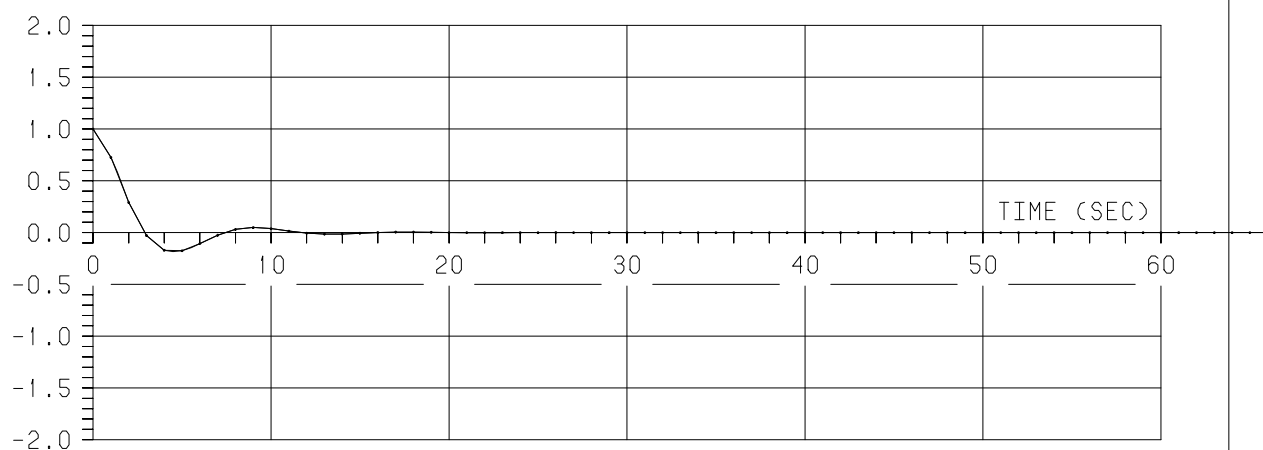
HEEL ANGLE (DEG) RUN 200



HEAVE (M) RUN 201



PITCH ANGLE (DEG) RUN 202



HEEL HEAVE AND PITCH DECAY

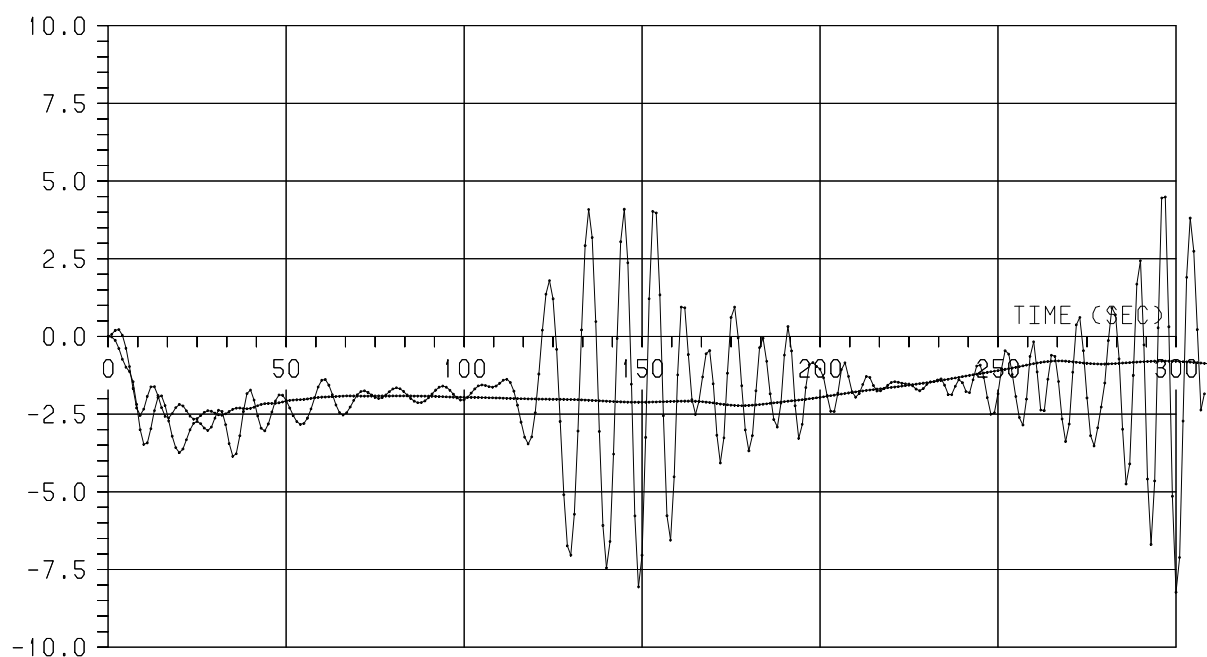


DANISH MARITIME  
INSTITUTE  
LYNGBY DENMARK

M/V DRONNING INGRID  
SHIP 3005

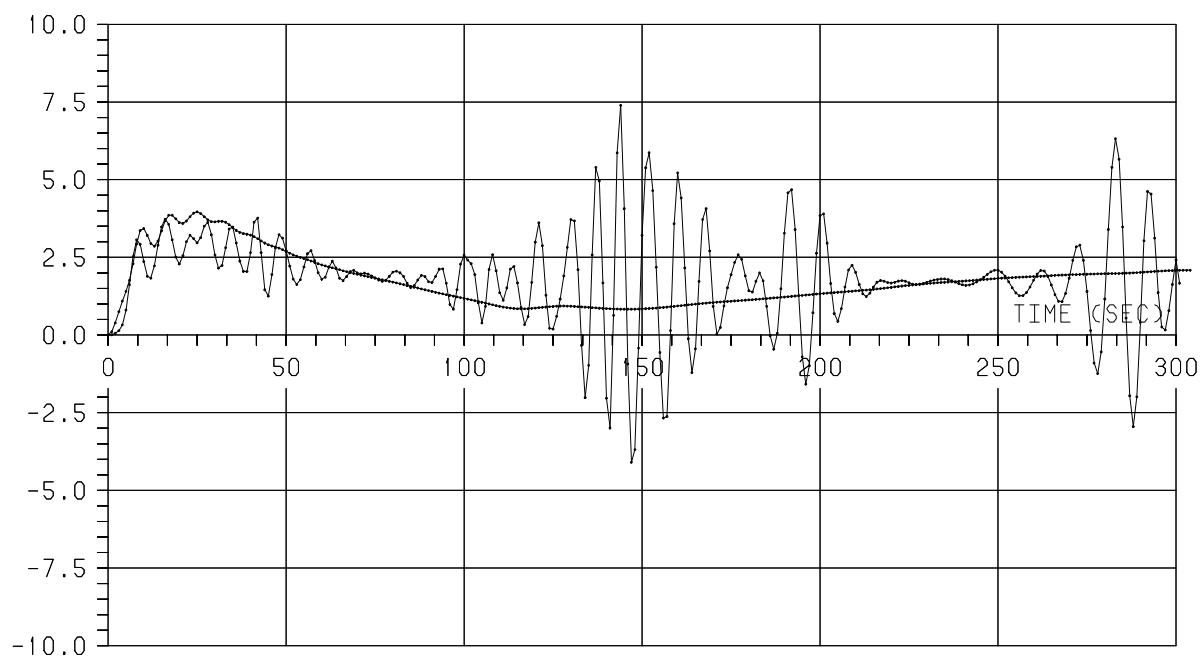
ORDER 96193  
DATE 2006 904  
TIME 114406

HEEL ANGLE (DEG) RUN 205+203



HEEL IN SB TURNING CIRCLE IN 3 M WAVES OR 15 M/S WIND

HEEL ANGLE (DEG) RUN 206+204



HEEL IN PS TURNING CIRCLE IN 3 M WAVES OR 15 M/S WIND

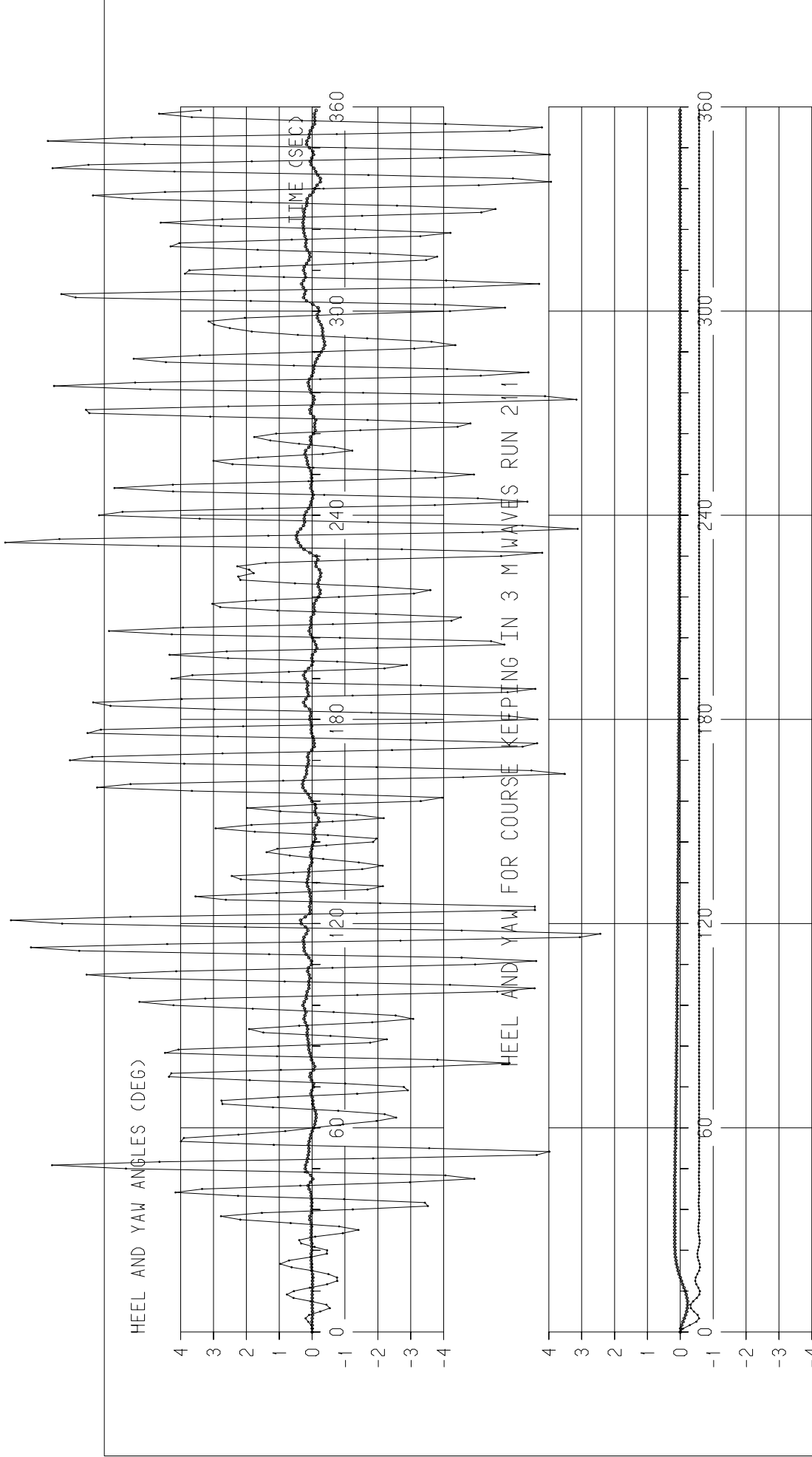


DANISH MARITIME  
INSTITUTE  
LYNGBY DENMARK

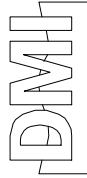
M/V DRONNING INGRID  
SHIP 3005

ORDER 96193  
DATE 2006 904  
TIME 114413





HEEL AND YAW FOR COURSE KEEPING IN 15 M/S WIND RUN 208

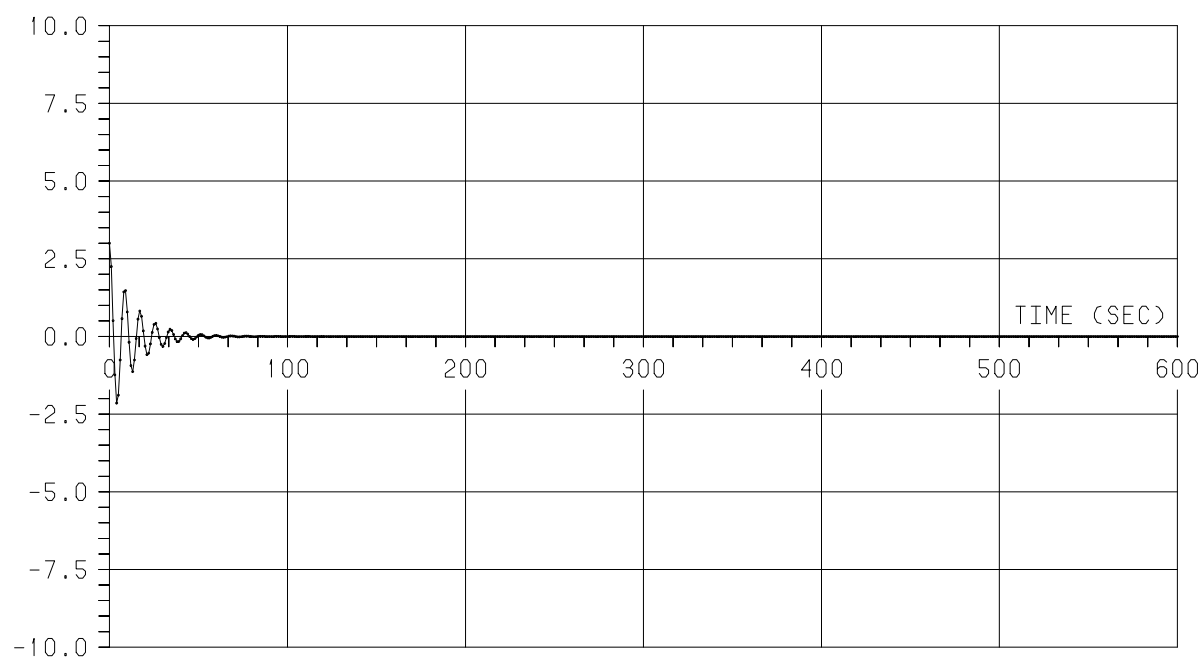


DANISH MARITIME  
INSTITUTE  
LYNGBY DENMARK

M/V DRONNING INGRID  
SHIP 3005

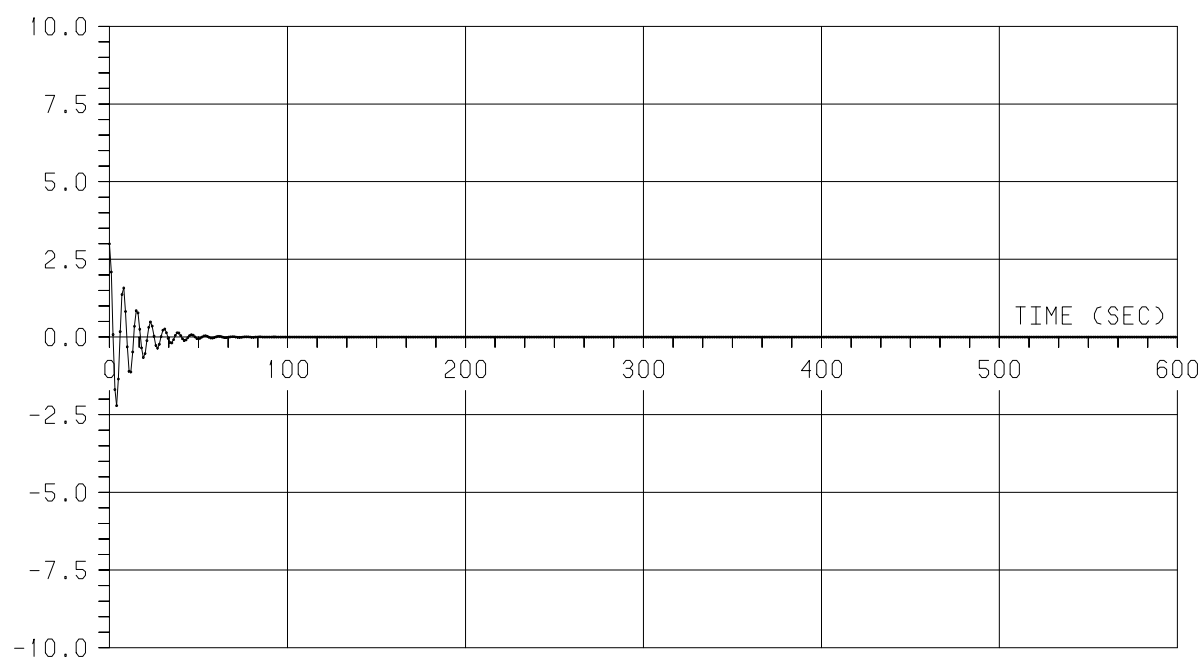
ORDER 96193  
DATE 2006 904  
TIME 114418

ROLL ANGLE (DEG)



SAILING: ROLL

ROLL ANGLE (DEG)



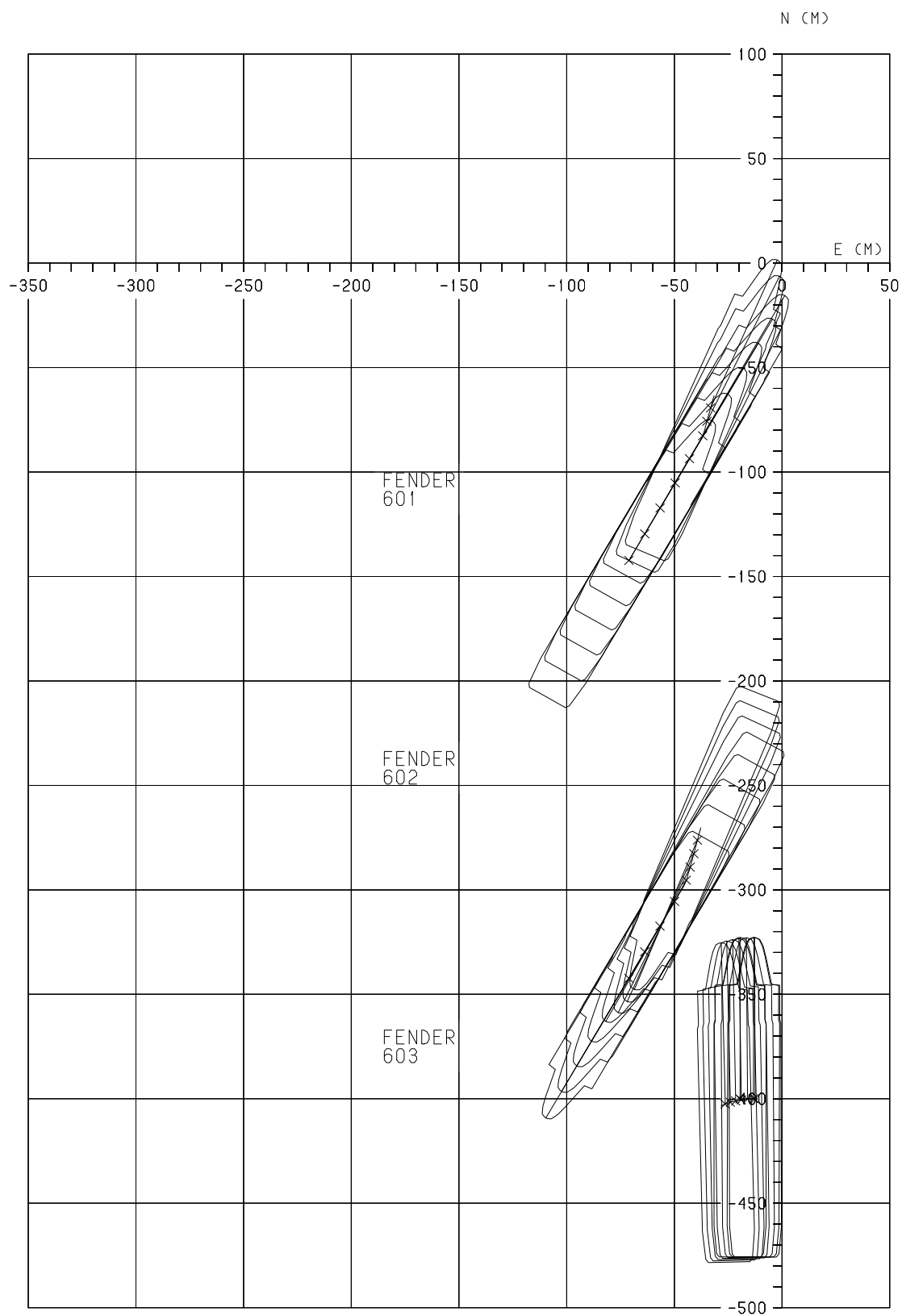
SAILING: ROLL AND AUTOPILOT



DANISH MARITIME  
INSTITUTE  
LYNGBY DENMARK

M/F DRONNING INGRID  
SHIP 3005

ORDER 2001917  
DATE 2002 122  
TIME 150347



OUTLINE INTERVAL 15 SEC

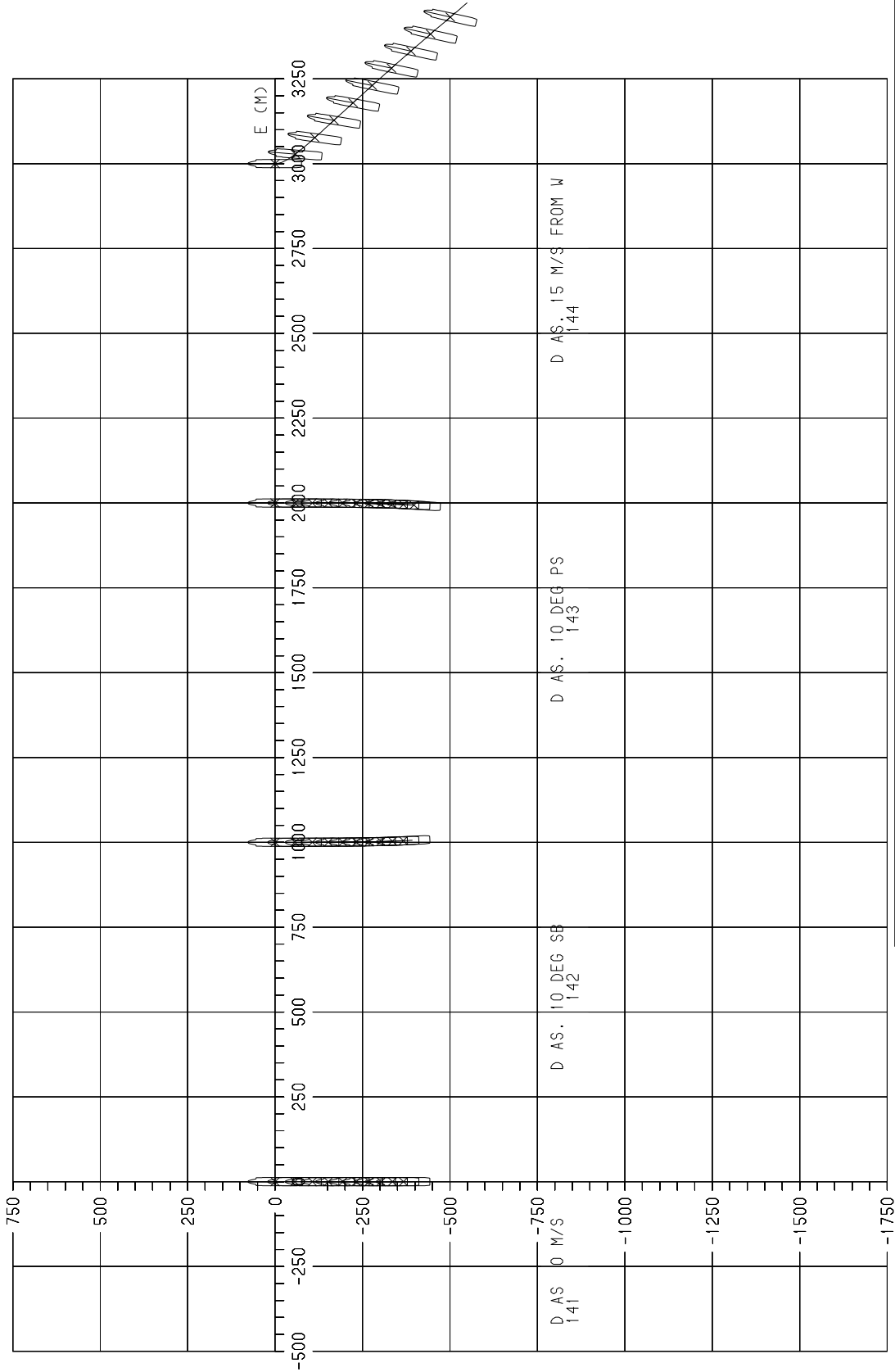


DANISH MARITIME  
INSTITUTE  
LYNGBY DENMARK

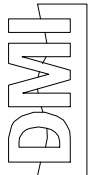
M/F DRONNING INGRID  
SHIP 3005

ORDER 2001917  
DATE 2002 122  
TIME 150352

N (CM)



ASTERNS RUNS WITH WIND AND RUDDER  
OUTLINE INTERVAL 60 SEC.

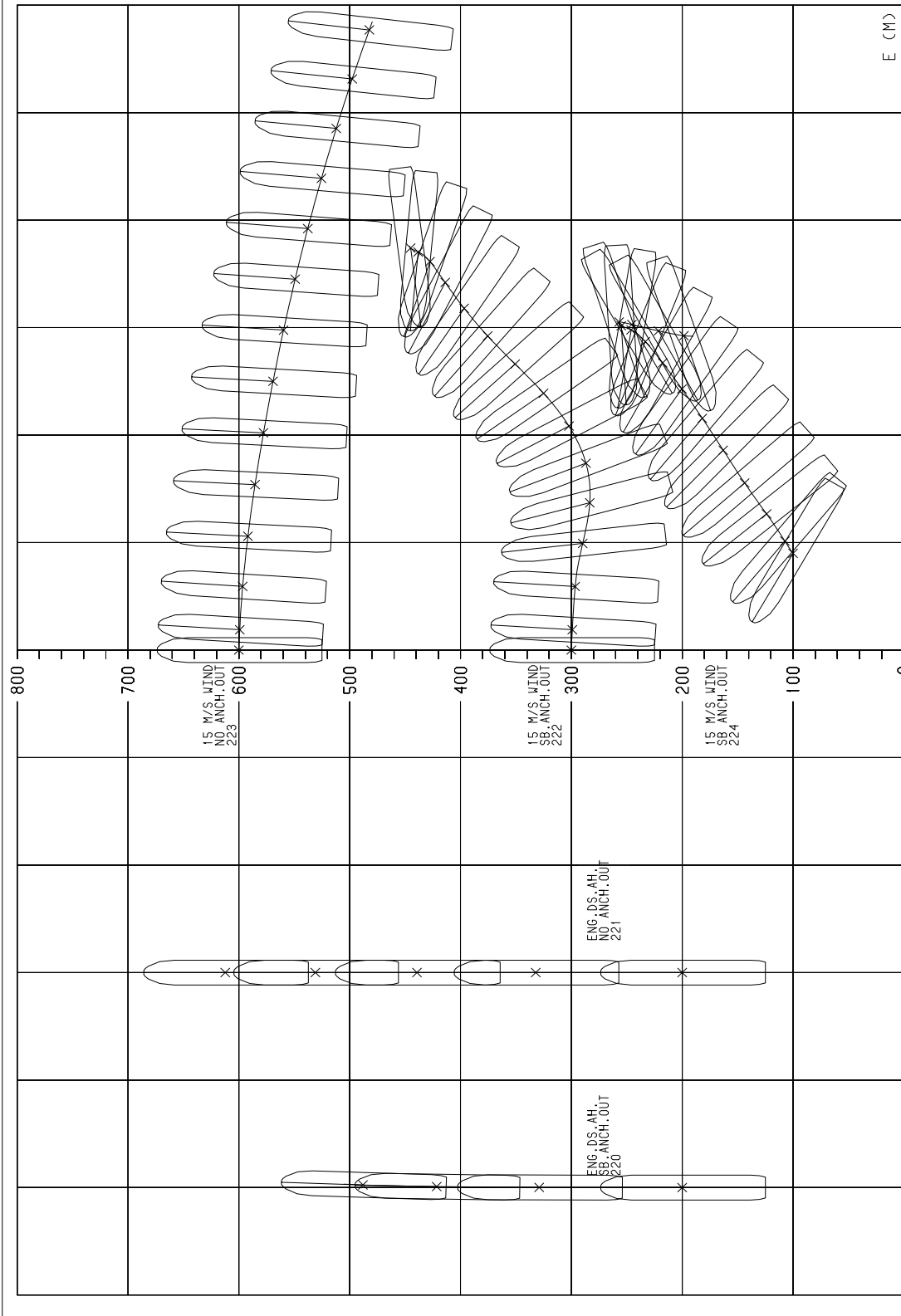


DANISH MARITIME  
INSTITUTE  
LYNGBY DENMARK

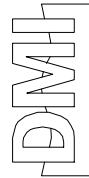
M/F DRONNING INGRID  
SHIP 3005

ORDER 2001917  
DATE 2002 122  
TIME 150335

N (M)



OUTLINE INTERVAL 60 SEC.  
25 OR 60 M CABLE  
6.12 M WATER DEPTH



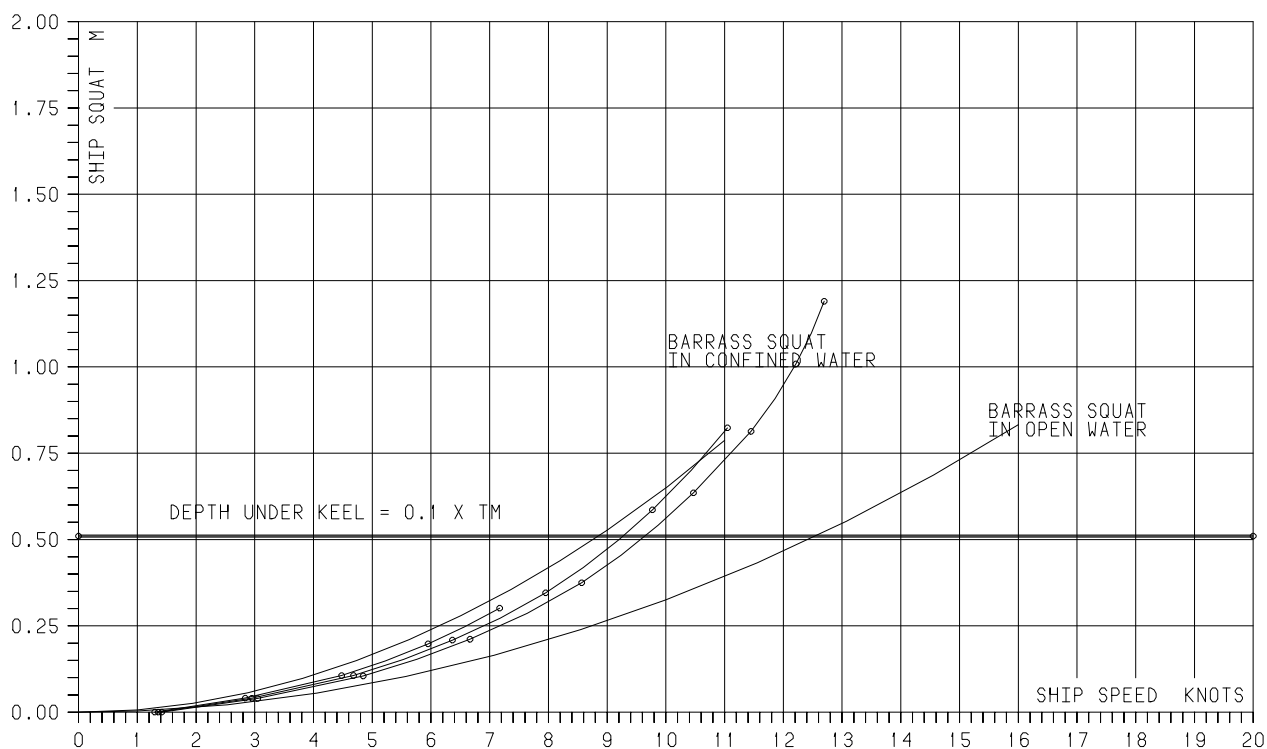
DANISH MARITIME  
INSTITUTE  
LYNGBY DENMARK

M/F DRONNING INGRID  
SHIP 3005

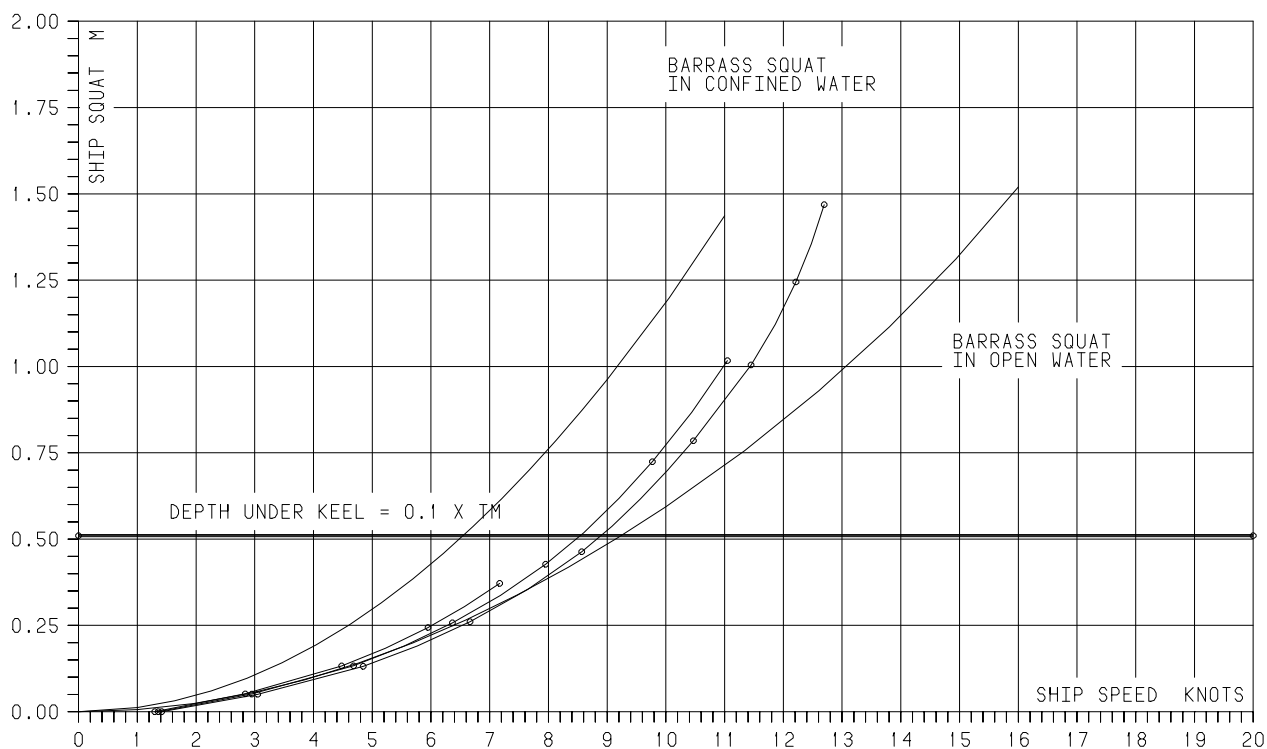
ORDER 99000  
DATE 2002 122  
TIME 150356



# SQUAT AT 1.1 1.2 AND 1.3 X DRAFT



## SQUAT FORWARD READ FROM SIMULATOR



## SQUAT AFT READ FROM SIMULATOR



DANISH MARITIME  
INSTITUTE  
LYNGBY DENMARK

M/F DRONNING INGRID  
SHIP 3005

ORDER 96193  
DATE 20091120  
TIME 123743

## Appendix 2: Tables of Standard Manoeuvres

Order No.: 96193      Run No.: 101      FORCE Technology, DMI

Ship No.: 3005      MANOEUVING SIMULATION      M/F Dronning Ingrid

Date: 23 Jan. 2002      35 deg. SB Turning Circle, Deep Water

| Time | N   | E   | psi | u    | v     | r    | PS shaft  |      |  | SB shaft  |      |  | Thrs |
|------|-----|-----|-----|------|-------|------|-----------|------|--|-----------|------|--|------|
| sec  | m   | m   | deg | m/s  | m/s   | d/s  | rud prop  | P/D  |  | rud prop  | P/D  |  | set  |
|      |     |     |     |      |       |      | deg rev   |      |  | deg rev   |      |  |      |
| 0    | 0   | 0   | 0   | 9.77 | 0.00  | 0.00 | -2.5 150  | 1.10 |  | -2.5 150  | 1.10 |  | 0.0  |
| 10   | 97  | -1  | 6   | 9.37 | -0.94 | 1.12 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 20   | 187 | 4   | 19  | 8.49 | -1.72 | 1.39 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 30   | 268 | 21  | 33  | 7.63 | -1.97 | 1.39 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 40   | 337 | 51  | 46  | 6.94 | -2.01 | 1.34 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 50   | 393 | 92  | 60  | 6.43 | -1.98 | 1.29 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 60   | 437 | 141 | 72  | 6.07 | -1.94 | 1.25 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 70   | 467 | 195 | 85  | 5.80 | -1.90 | 1.23 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 80   | 486 | 252 | 97  | 5.62 | -1.87 | 1.21 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 90   | 492 | 310 | 109 | 5.49 | -1.86 | 1.21 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 100  | 486 | 367 | 121 | 5.39 | -1.84 | 1.20 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 110  | 469 | 421 | 133 | 5.32 | -1.83 | 1.19 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 120  | 441 | 470 | 145 | 5.27 | -1.82 | 1.19 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 130  | 404 | 511 | 157 | 5.23 | -1.82 | 1.19 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 140  | 360 | 544 | 169 | 5.20 | -1.82 | 1.19 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 150  | 310 | 567 | 181 | 5.18 | -1.81 | 1.19 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 160  | 257 | 579 | 193 | 5.17 | -1.81 | 1.19 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 170  | 202 | 581 | 204 | 5.16 | -1.81 | 1.19 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 180  | 149 | 570 | 216 | 5.15 | -1.81 | 1.19 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 190  | 98  | 550 | 228 | 5.14 | -1.81 | 1.19 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 200  | 53  | 519 | 240 | 5.14 | -1.81 | 1.19 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 210  | 16  | 480 | 252 | 5.14 | -1.81 | 1.18 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 220  | -13 | 434 | 264 | 5.13 | -1.81 | 1.18 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 230  | -32 | 383 | 276 | 5.13 | -1.81 | 1.18 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 240  | -39 | 329 | 287 | 5.13 | -1.80 | 1.18 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 250  | -36 | 275 | 299 | 5.13 | -1.80 | 1.18 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 260  | -21 | 222 | 311 | 5.13 | -1.80 | 1.18 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 270  | 3   | 174 | 323 | 5.13 | -1.80 | 1.18 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 280  | 38  | 132 | 335 | 5.13 | -1.80 | 1.18 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 290  | 80  | 98  | 347 | 5.13 | -1.80 | 1.18 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |
| 300  | 128 | 73  | 358 | 5.13 | -1.80 | 1.18 | -35.0 150 | 1.10 |  | -35.0 150 | 1.10 |  | 0.0  |

## FORCE Technology

---

Order No.: 96193

Run No.: 102

FORCE Technology, DMI

Ship No.: 3005

MANOEUVRING SIMULATION

M/F Dronning Ingrid

te: 23 Jan. 2002 35 deg. PS Turning Circle, Deep Water, Coasting

| Time | N    | E    | psi | u    | v     | r     | PS shaft |          |      | SB shaft |          |      | Thrs |
|------|------|------|-----|------|-------|-------|----------|----------|------|----------|----------|------|------|
| sec  | m    | m    | deg | m/s  | m/s   | d/s   | rud deg  | prop rev | P/D  | rud deg  | prop rev | P/D  | set  |
| 0    | 0    | 0    | 0   | 9.77 | 0.00  | 0.00  | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 10   | 94   | 0    | 357 | 8.87 | 0.43  | -0.45 | 35.0     | 118      | 0.05 | 35.0     | 119      | 0.05 | 0.0  |
| 20   | 178  | -2   | 354 | 7.84 | 0.41  | -0.23 | 35.0     | 100      | 0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 30   | 252  | -8   | 352 | 7.04 | 0.33  | -0.17 | 35.0     | 100      | 0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 40   | 319  | -15  | 350 | 6.39 | 0.28  | -0.13 | 35.0     | 100      | 0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 50   | 379  | -23  | 349 | 5.85 | 0.23  | -0.10 | 35.0     | 100      | 0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 60   | 435  | -32  | 348 | 5.39 | 0.19  | -0.08 | 35.0     | 100      | 0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 70   | 486  | -41  | 348 | 4.99 | 0.15  | -0.06 | 35.0     | 100      | 0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 80   | 533  | -50  | 347 | 4.64 | 0.12  | -0.05 | 35.0     | 100      | 0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 90   | 577  | -59  | 347 | 4.33 | 0.10  | -0.03 | 35.0     | 100      | 0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 100  | 618  | -68  | 346 | 4.06 | 0.08  | -0.02 | 35.0     | 100      | 0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 110  | 656  | -77  | 346 | 3.82 | 0.06  | -0.01 | 35.0     | 100      | 0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 120  | 692  | -85  | 346 | 3.60 | 0.04  | -0.01 | 35.0     | 100      | 0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 130  | 726  | -93  | 346 | 3.41 | 0.03  | -0.01 | 35.0     | 100      | 0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 140  | 759  | -101 | 346 | 3.23 | 0.02  | -0.01 | 35.0     | 100      | 0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 150  | 789  | -109 | 346 | 3.08 | 0.02  | -0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 160  | 818  | -116 | 346 | 2.93 | 0.01  | -0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 170  | 846  | -123 | 346 | 2.80 | 0.01  | -0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 180  | 873  | -129 | 346 | 2.68 | 0.01  | -0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 190  | 898  | -136 | 346 | 2.57 | 0.00  | 0.00  | 35.0     | 100      | 0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 200  | 923  | -142 | 346 | 2.46 | 0.00  | 0.00  | 35.0     | 100      | 0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 210  | 946  | -148 | 346 | 2.36 | -0.00 | 0.01  | 35.0     | 100      | 0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 220  | 969  | -153 | 346 | 2.27 | -0.01 | 0.01  | 35.0     | 100      | 0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 230  | 990  | -159 | 346 | 2.19 | -0.01 | 0.01  | 35.0     | 100      | 0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 240  | 1011 | -164 | 346 | 2.11 | -0.01 | 0.01  | 35.0     | 100      | 0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 250  | 1031 | -169 | 346 | 2.04 | -0.01 | 0.01  | 35.0     | 100      | 0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 260  | 1051 | -174 | 346 | 1.97 | -0.01 | 0.00  | 35.0     | 100      | 0.00 | 35.0     | 100      | 0.00 | 0.0  |

## FORCE Technology

---

Order No.: 96193

Run No.: 103

FORCE Technology, DMI

Ship No.: 3005

MANOEUVRING SIMULATION

M/F Dronning Ingrid

Date: 23 Jan. 2002 35 deg. SB Turning Circle, Deep Water, Accel.

| Time | N    | E   | psi | u    | v     | r    | PS shaft |          |      | SB shaft |          |      | Thrs |
|------|------|-----|-----|------|-------|------|----------|----------|------|----------|----------|------|------|
| sec  | m    | m   | deg | m/s  | m/s   | d/s  | rud deg  | prop rev | P/D  | rud deg  | prop rev | P/D  | set  |
| 0    | 0    | 0   | 0   | 0.00 | 0.00  | 0.00 | -2.5     | 103      | 0.05 | -2.5     | 103      | 0.05 | 0.0  |
| 10   | 2    | -0  | 1   | 0.53 | -0.12 | 0.44 | -35.0    | 150      | 1.05 | -35.0    | 150      | 1.05 | 0.0  |
| 20   | 12   | -2  | 10  | 1.51 | -0.46 | 1.15 | -35.0    | 147      | 1.04 | -35.0    | 146      | 1.04 | 0.0  |
| 30   | 32   | -3  | 22  | 2.30 | -0.87 | 1.34 | -35.0    | 150      | 1.04 | -35.0    | 150      | 1.03 | 0.0  |
| 40   | 60   | 0   | 35  | 2.87 | -1.20 | 1.27 | -35.0    | 150      | 1.04 | -35.0    | 150      | 1.04 | 0.0  |
| 50   | 92   | 11  | 48  | 3.30 | -1.39 | 1.20 | -35.0    | 150      | 1.05 | -35.0    | 150      | 1.05 | 0.0  |
| 60   | 124  | 30  | 60  | 3.65 | -1.50 | 1.17 | -35.0    | 150      | 1.05 | -35.0    | 150      | 1.05 | 0.0  |
| 70   | 154  | 58  | 71  | 3.93 | -1.57 | 1.15 | -35.0    | 150      | 1.06 | -35.0    | 150      | 1.06 | 0.0  |
| 80   | 179  | 94  | 83  | 4.17 | -1.63 | 1.15 | -35.0    | 150      | 1.06 | -35.0    | 150      | 1.06 | 0.0  |
| 90   | 197  | 136 | 94  | 4.36 | -1.66 | 1.15 | -35.0    | 150      | 1.07 | -35.0    | 150      | 1.06 | 0.0  |
| 100  | 206  | 183 | 106 | 4.52 | -1.69 | 1.15 | -35.0    | 150      | 1.07 | -35.0    | 150      | 1.07 | 0.0  |
| 110  | 205  | 231 | 117 | 4.65 | -1.72 | 1.15 | -35.0    | 150      | 1.07 | -35.0    | 150      | 1.07 | 0.0  |
| 120  | 194  | 280 | 129 | 4.74 | -1.73 | 1.16 | -35.0    | 150      | 1.08 | -35.0    | 150      | 1.07 | 0.0  |
| 130  | 173  | 326 | 140 | 4.82 | -1.75 | 1.16 | -35.0    | 150      | 1.08 | -35.0    | 150      | 1.08 | 0.0  |
| 140  | 143  | 368 | 152 | 4.88 | -1.76 | 1.16 | -35.0    | 150      | 1.08 | -35.0    | 150      | 1.08 | 0.0  |
| 150  | 104  | 403 | 164 | 4.93 | -1.76 | 1.17 | -35.0    | 150      | 1.08 | -35.0    | 150      | 1.08 | 0.0  |
| 160  | 59   | 430 | 175 | 4.97 | -1.77 | 1.17 | -35.0    | 150      | 1.08 | -35.0    | 150      | 1.08 | 0.0  |
| 170  | 9    | 446 | 187 | 5.00 | -1.78 | 1.17 | -35.0    | 150      | 1.08 | -35.0    | 150      | 1.08 | 0.0  |
| 180  | -44  | 453 | 199 | 5.02 | -1.78 | 1.17 | -35.0    | 150      | 1.09 | -35.0    | 150      | 1.09 | 0.0  |
| 190  | -97  | 448 | 211 | 5.04 | -1.78 | 1.17 | -35.0    | 150      | 1.09 | -35.0    | 150      | 1.09 | 0.0  |
| 200  | -148 | 433 | 222 | 5.05 | -1.79 | 1.18 | -35.0    | 150      | 1.09 | -35.0    | 150      | 1.09 | 0.0  |
| 210  | -195 | 407 | 234 | 5.06 | -1.79 | 1.18 | -35.0    | 150      | 1.09 | -35.0    | 150      | 1.09 | 0.0  |
| 220  | -236 | 373 | 246 | 5.07 | -1.79 | 1.18 | -35.0    | 150      | 1.09 | -35.0    | 150      | 1.09 | 0.0  |
| 230  | -269 | 330 | 258 | 5.08 | -1.79 | 1.18 | -35.0    | 150      | 1.09 | -35.0    | 150      | 1.09 | 0.0  |
| 240  | -293 | 282 | 269 | 5.09 | -1.79 | 1.18 | -35.0    | 150      | 1.09 | -35.0    | 150      | 1.09 | 0.0  |
| 250  | -306 | 230 | 281 | 5.09 | -1.80 | 1.18 | -35.0    | 150      | 1.09 | -35.0    | 150      | 1.09 | 0.0  |
| 260  | -309 | 176 | 293 | 5.10 | -1.80 | 1.18 | -35.0    | 150      | 1.09 | -35.0    | 150      | 1.09 | 0.0  |
| 270  | -300 | 123 | 305 | 5.10 | -1.80 | 1.18 | -35.0    | 150      | 1.09 | -35.0    | 150      | 1.09 | 0.0  |
| 280  | -281 | 72  | 317 | 5.10 | -1.80 | 1.18 | -35.0    | 150      | 1.10 | -35.0    | 150      | 1.09 | 0.0  |
| 290  | -252 | 27  | 328 | 5.11 | -1.80 | 1.18 | -35.0    | 150      | 1.10 | -35.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 300  | -214 | -11 | 340 | 5.11 | -1.80 | 1.18 | -35.0    | 150      | 1.10 | -35.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 310  | -169 | -41 | 352 | 5.11 | -1.80 | 1.18 | -35.0    | 150      | 1.10 | -35.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 320  | -118 | -61 | 4   | 5.11 | -1.80 | 1.18 | -35.0    | 150      | 1.10 | -35.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |

## FORCE Technology

---

Order No.: 96193

Run No.: 104

FORCE Technology, DMI

Ship No.: 3005

MANOEUVRING SIMULATION

M/F Dronning Ingrid

Date: 23 Jan. 2002    Crash Stop

| Time | N   | E  | psi | u    | v     | r    | PS shaft |          |       | SB shaft |          |       | Thrs |
|------|-----|----|-----|------|-------|------|----------|----------|-------|----------|----------|-------|------|
| sec  | m   | m  | deg | m/s  | m/s   | d/s  | rud deg  | prop rev | P/D   | rud deg  | prop rev | P/D   | set  |
| 0    | 0   | 0  | 0   | 9.77 | 0.00  | 0.00 | 0.0      | 150      | 1.05  | 0.0      | 150      | 1.05  | 0.0  |
| 10   | 95  | -0 | 0   | 9.07 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 150      | 0.05  | 0.0      | 150      | 0.05  | 0.0  |
| 20   | 178 | -0 | 0   | 7.38 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 120      | -0.81 | 0.0      | 120      | -0.81 | 0.0  |
| 30   | 244 | -0 | 0   | 5.83 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 150      | -0.80 | 0.0      | 150      | -0.80 | 0.0  |
| 40   | 296 | -0 | 0   | 4.60 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 150      | -0.80 | 0.0      | 150      | -0.80 | 0.0  |
| 50   | 337 | -0 | 0   | 3.58 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 150      | -0.81 | 0.0      | 150      | -0.81 | 0.0  |
| 60   | 368 | -0 | 0   | 2.62 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 150      | -0.81 | 0.0      | 150      | -0.81 | 0.0  |
| 70   | 389 | -0 | 0   | 1.73 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 150      | -0.81 | 0.0      | 150      | -0.81 | 0.0  |
| 80   | 402 | -0 | 0   | 0.85 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 150      | -0.81 | 0.0      | 150      | -0.81 | 0.0  |



## FORCE Technology

---

Order No.: 96193

Run No.: 105

FORCE Technology, DMI

Ship No.: 3005

MANOEUVRING SIMULATION

M/F Dronning Ingrid

Date: 23 Jan. 2002 Normal Stop

| Time | N   | E  | psi | u    | v     | r    | PS shaft |      |       | SB shaft |      |       | Thrs |
|------|-----|----|-----|------|-------|------|----------|------|-------|----------|------|-------|------|
| sec  | m   | m  | deg | m/s  | m/s   | d/s  | rud      | prop | P/D   | rud      | prop | P/D   | set  |
| 0    | 0   | 0  | 0   | 9.77 | 0.00  | 0.00 | 0.0      | 147  | 1.05  | 0.0      | 147  | 1.05  | 0.0  |
| 10   | 95  | -0 | 0   | 9.00 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 120  | 0.05  | 0.0      | 120  | 0.05  | 0.0  |
| 20   | 178 | -0 | 0   | 7.62 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 30   | 248 | -0 | 0   | 6.33 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 40   | 305 | -0 | 0   | 5.29 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 50   | 354 | -0 | 0   | 4.47 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 60   | 395 | -0 | 0   | 3.81 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 70   | 431 | -0 | 0   | 3.28 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 80   | 461 | -0 | 0   | 2.81 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 90   | 487 | -0 | 0   | 2.39 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 100  | 509 | -0 | 0   | 2.00 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 110  | 527 | -0 | 0   | 1.65 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 120  | 542 | -0 | 0   | 1.32 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 130  | 554 | -0 | 0   | 1.01 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 140  | 562 | -0 | 0   | 0.70 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 150  | 568 | -0 | 0   | 0.39 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 160  | 570 | -0 | 0   | 0.07 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |

## FORCE Technology

---

Order No.: 96193

Run No.: 106

FORCE Technology, DMI

Ship No.: 3005

MANOEUVING SIMULATION

M/F Dronning Ingrid

Date: 23 Jan. 2002 Stop from half Speed

| Time | N   | E  | psi | u    | v     | r    | PS shaft |          |       | SB shaft |          |       | Thrs |
|------|-----|----|-----|------|-------|------|----------|----------|-------|----------|----------|-------|------|
| sec  | m   | m  | deg | m/s  | m/s   | d/s  | rud deg  | prop rev | P/D   | rud deg  | prop rev | P/D   | set  |
| 0    | 0   | 0  | 0   | 5.14 | 0.00  | 0.00 | 0.0      | 118      | 0.63  | 0.0      | 118      | 0.63  | 0.0  |
| 10   | 50  | -0 | 360 | 4.82 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 150      | -0.37 | 0.0      | 150      | -0.37 | 0.0  |
| 20   | 94  | -0 | 0   | 3.84 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 150      | -0.83 | 0.0      | 150      | -0.83 | 0.0  |
| 30   | 127 | -0 | 0   | 2.85 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 150      | -0.83 | 0.0      | 150      | -0.83 | 0.0  |
| 40   | 151 | -0 | 0   | 1.92 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 150      | -0.83 | 0.0      | 150      | -0.83 | 0.0  |
| 50   | 166 | -0 | 0   | 1.01 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 150      | -0.83 | 0.0      | 150      | -0.83 | 0.0  |
| 60   | 171 | -0 | 0   | 0.08 | -0.00 | 0.00 | 0.0      | 150      | -0.83 | 0.0      | 150      | -0.83 | 0.0  |

## FORCE Technology

---

Order No.: 96193

Run No.: 107

FORCE Technology, DMI

Ship No.: 3005

MANOEUVRING SIMULATION

M/F Dronning Ingrid

Date: 23 Jan. 2002

Bow Thruster

| Time | N   | E  | psi | u    | v    | r    | PS shaft |          |      | SB shaft |          |      | Thrs |
|------|-----|----|-----|------|------|------|----------|----------|------|----------|----------|------|------|
| sec  | m   | m  | deg | m/s  | m/s  | d/s  | rud deg  | prop rev | P/D  | rud deg  | prop rev | P/D  | set  |
| 0    | 0   | 0  | 0   | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.1  |
| 10   | -0  | 1  | 1   | 0.00 | 0.21 | 0.41 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 1.0  |
| 20   | -0  | 4  | 8   | 0.04 | 0.45 | 0.82 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 1.0  |
| 30   | -0  | 9  | 17  | 0.11 | 0.57 | 0.93 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 1.0  |
| 40   | -1  | 16 | 26  | 0.20 | 0.64 | 0.93 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 1.0  |
| 50   | -3  | 23 | 35  | 0.30 | 0.68 | 0.89 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 1.0  |
| 60   | -4  | 30 | 44  | 0.40 | 0.70 | 0.84 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 1.0  |
| 70   | -6  | 38 | 52  | 0.50 | 0.71 | 0.80 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 1.0  |
| 80   | -9  | 47 | 60  | 0.60 | 0.71 | 0.76 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 1.0  |
| 90   | -13 | 56 | 67  | 0.69 | 0.70 | 0.72 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 1.0  |
| 100  | -17 | 65 | 74  | 0.79 | 0.70 | 0.69 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 1.0  |
| 110  | -22 | 74 | 81  | 0.87 | 0.69 | 0.67 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 1.0  |
| 120  | -28 | 84 | 88  | 0.96 | 0.68 | 0.64 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 1.0  |

# FORCE Technology

Order No.: 96193

Run No.: 119

FORCE Technology, DMI

Ship No.: 3005

MANOEUVING SIMULATION

M/F Dronning Ingrid

Date: 23 Jan. 2002 Turning with Engines

| Time | N   | E   | psi | u    | v     | r    | PS shaft |      |      | SB shaft |      |       | Thrs |
|------|-----|-----|-----|------|-------|------|----------|------|------|----------|------|-------|------|
| sec  | m   | m   | deg | m/s  | m/s   | d/s  | rud      | prop | P/D  | rud      | prop | P/D   | set  |
| 0    | 0   | 0   | 0   | 0.00 | 0.00  | 0.00 | 0.0      | 100  | 0.00 | 0.0      | 100  | 0.00  | 0.0  |
| 10   | 0   | -0  | 0   | 0.09 | -0.00 | 0.04 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 20   | 2   | -0  | 1   | 0.24 | -0.01 | 0.09 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 30   | 5   | -0  | 2   | 0.38 | -0.02 | 0.14 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 40   | 10  | -0  | 4   | 0.53 | -0.03 | 0.18 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 50   | 16  | 0   | 6   | 0.67 | -0.04 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 60   | 23  | 0   | 8   | 0.81 | -0.06 | 0.22 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 70   | 32  | 1   | 10  | 0.94 | -0.08 | 0.22 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 80   | 42  | 2   | 12  | 1.07 | -0.11 | 0.22 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 90   | 53  | 3   | 14  | 1.19 | -0.13 | 0.22 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 100  | 65  | 5   | 17  | 1.30 | -0.15 | 0.22 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 110  | 79  | 8   | 19  | 1.41 | -0.16 | 0.22 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 120  | 93  | 11  | 21  | 1.51 | -0.18 | 0.21 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 130  | 108 | 15  | 23  | 1.60 | -0.19 | 0.21 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 140  | 124 | 20  | 25  | 1.68 | -0.20 | 0.21 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 150  | 140 | 26  | 27  | 1.76 | -0.21 | 0.21 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 160  | 157 | 32  | 29  | 1.82 | -0.22 | 0.21 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 170  | 174 | 40  | 31  | 1.88 | -0.23 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 180  | 192 | 48  | 33  | 1.94 | -0.23 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 190  | 209 | 57  | 35  | 1.99 | -0.24 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 200  | 227 | 67  | 37  | 2.03 | -0.24 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 210  | 245 | 78  | 39  | 2.07 | -0.25 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 220  | 262 | 90  | 41  | 2.10 | -0.25 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 230  | 279 | 102 | 43  | 2.13 | -0.25 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 240  | 296 | 115 | 45  | 2.16 | -0.25 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 250  | 313 | 129 | 47  | 2.18 | -0.26 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 260  | 330 | 144 | 49  | 2.20 | -0.26 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 270  | 346 | 159 | 51  | 2.22 | -0.26 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 280  | 361 | 175 | 53  | 2.24 | -0.26 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 290  | 377 | 192 | 55  | 2.25 | -0.26 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 300  | 391 | 209 | 57  | 2.26 | -0.26 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 310  | 405 | 227 | 59  | 2.27 | -0.26 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 320  | 419 | 246 | 61  | 2.28 | -0.26 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 330  | 432 | 265 | 63  | 2.29 | -0.26 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 340  | 444 | 285 | 65  | 2.30 | -0.26 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 350  | 456 | 305 | 67  | 2.31 | -0.26 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 360  | 467 | 325 | 69  | 2.31 | -0.26 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 370  | 477 | 346 | 71  | 2.32 | -0.26 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 380  | 486 | 367 | 73  | 2.32 | -0.26 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 390  | 495 | 389 | 75  | 2.33 | -0.26 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 400  | 503 | 411 | 77  | 2.33 | -0.26 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 410  | 511 | 433 | 79  | 2.34 | -0.26 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 420  | 517 | 456 | 81  | 2.34 | -0.26 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 430  | 523 | 479 | 83  | 2.34 | -0.26 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 440  | 528 | 502 | 85  | 2.34 | -0.26 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 450  | 532 | 525 | 87  | 2.35 | -0.26 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |
| 460  | 535 | 548 | 89  | 2.35 | -0.26 | 0.20 | 0.0      | 116  | 0.68 | 0.0      | 110  | -0.61 | 0.0  |

## FORCE Technology

---

Order No.: 96193

Run No.: 110

FORCE Technology, DMI

Ship No.: 3005

MANOEUVRING SIMULATION

M/F Dronning Ingrid

Date: 23 Jan. 2002 Wind 15 m/s from Side, Stationary

| Time | N   | E   | psi | u     | v    | r     | PS shaft |          |      | SB shaft |          |      | Thrs |
|------|-----|-----|-----|-------|------|-------|----------|----------|------|----------|----------|------|------|
| sec  | m   | m   | deg | m/s   | m/s  | d/s   | rud deg  | prop rev | P/D  | rud deg  | prop rev | P/D  | set  |
| 0    | 0   | 0   | 0   | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 10   | -0  | 1   | 0   | -0.00 | 0.22 | 0.05  | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 20   | -0  | 4   | 1   | -0.01 | 0.43 | 0.08  | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 30   | -0  | 9   | 2   | -0.00 | 0.59 | 0.08  | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 40   | -0  | 16  | 3   | 0.01  | 0.72 | 0.07  | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 50   | -1  | 24  | 3   | 0.01  | 0.83 | 0.04  | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 60   | -1  | 33  | 3   | 0.02  | 0.91 | 0.02  | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 70   | -2  | 42  | 4   | 0.02  | 0.98 | 0.01  | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 80   | -2  | 52  | 4   | 0.01  | 1.03 | -0.01 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 90   | -3  | 63  | 3   | 0.00  | 1.07 | -0.02 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 100  | -3  | 73  | 3   | -0.00 | 1.10 | -0.02 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 110  | -4  | 84  | 3   | -0.01 | 1.12 | -0.02 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 120  | -5  | 96  | 3   | -0.02 | 1.13 | -0.02 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 130  | -6  | 107 | 3   | -0.03 | 1.14 | -0.02 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 140  | -6  | 118 | 2   | -0.04 | 1.15 | -0.02 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 150  | -7  | 130 | 2   | -0.05 | 1.16 | -0.02 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 160  | -8  | 142 | 2   | -0.06 | 1.16 | -0.02 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 170  | -9  | 153 | 2   | -0.07 | 1.16 | -0.02 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 180  | -10 | 165 | 2   | -0.08 | 1.16 | -0.01 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 190  | -12 | 176 | 1   | -0.08 | 1.16 | -0.01 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 200  | -13 | 188 | 1   | -0.09 | 1.17 | -0.01 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 210  | -14 | 200 | 1   | -0.09 | 1.17 | -0.01 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 220  | -15 | 211 | 1   | -0.10 | 1.17 | -0.01 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 230  | -16 | 223 | 1   | -0.10 | 1.17 | -0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 240  | -18 | 235 | 1   | -0.11 | 1.17 | -0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 250  | -19 | 246 | 1   | -0.11 | 1.17 | -0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 260  | -20 | 258 | 1   | -0.11 | 1.17 | -0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 270  | -22 | 269 | 1   | -0.11 | 1.17 | -0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 280  | -23 | 281 | 1   | -0.12 | 1.17 | 0.00  | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |
| 290  | -24 | 293 | 1   | -0.12 | 1.17 | 0.00  | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0      | 100      | 0.00 | 0.0  |



## FORCE Technology

---

Order No.: 96193

Run No.: 111

FORCE Technology, DMI

Ship No.: 3005

MANOEUVING SIMULATION

M/F Dronning Ingrid

Date: 23 Jan. 2002 Wind 15 m/s from Side, Sailing

| Time | N    | E  | psi | u    | v    | r     | PS shaft |          |      | SB shaft |          |      | Thrs |
|------|------|----|-----|------|------|-------|----------|----------|------|----------|----------|------|------|
| sec  | m    | m  | deg | m/s  | m/s  | d/s   | rud deg  | prop rev | P/D  | rud deg  | prop rev | P/D  | set  |
| 0    | 0    | 0  | 0   | 9.77 | 0.00 | 0.00  | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 10   | 98   | 2  | 1   | 9.80 | 0.20 | 0.06  | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 20   | 196  | 6  | 1   | 9.82 | 0.33 | 0.01  | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 30   | 294  | 11 | 1   | 9.84 | 0.41 | -0.03 | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 40   | 393  | 16 | 0   | 9.85 | 0.47 | -0.06 | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 50   | 491  | 21 | 360 | 9.85 | 0.52 | -0.09 | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 60   | 590  | 25 | 359 | 9.85 | 0.56 | -0.10 | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 70   | 688  | 28 | 358 | 9.85 | 0.59 | -0.11 | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 80   | 787  | 29 | 356 | 9.84 | 0.61 | -0.12 | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 90   | 885  | 27 | 355 | 9.84 | 0.62 | -0.13 | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 100  | 984  | 24 | 354 | 9.84 | 0.64 | -0.13 | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 110  | 1082 | 19 | 352 | 9.83 | 0.65 | -0.13 | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 120  | 1181 | 12 | 351 | 9.82 | 0.66 | -0.14 | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0  |

# FORCE Technology

Order No.: 96193

Run No.: 112

FORCE Technology, DMI

Ship No.: 3005

MANOEUVRING SIMULATION

M/F Dronning Ingrid

Date: 23 Jan. 2002 20-20 Zig Zag

| Time | N   | E    | psi | u    | v     | r     | PS shaft |          |      | SB shaft |          |      | Thrs |
|------|-----|------|-----|------|-------|-------|----------|----------|------|----------|----------|------|------|
| sec  | m   | m    | deg | m/s  | m/s   | d/s   | rud deg  | prop rev | P/D  | rud deg  | prop rev | P/D  | set  |
| 0    | 0   | 0    | 90  | 9.77 | 0.00  | 0.00  | 2.5      | 150      | 1.10 | 2.5      | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 5    | -0  | 49   | 89  | 9.72 | 0.29  | -0.58 | 20.0     | 150      | 1.10 | 20.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 10   | -1  | 97   | 85  | 9.57 | 0.83  | -1.02 | 20.0     | 150      | 1.10 | 20.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 15   | 0   | 145  | 79  | 9.34 | 1.28  | -1.21 | 20.0     | 150      | 1.10 | 20.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 20   | 4   | 191  | 73  | 9.06 | 1.57  | -1.30 | 20.0     | 150      | 1.10 | 20.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 25   | 12  | 236  | 66  | 8.80 | 1.74  | -1.25 | 7.5      | 150      | 1.10 | 7.5      | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 30   | 24  | 279  | 61  | 8.71 | 1.42  | -0.61 | -17.5    | 150      | 1.10 | -17.5    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 35   | 41  | 319  | 60  | 8.72 | 0.78  | 0.08  | -20.0    | 150      | 1.10 | -20.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 40   | 60  | 359  | 62  | 8.77 | 0.17  | 0.53  | -20.0    | 150      | 1.10 | -20.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 45   | 80  | 397  | 65  | 8.77 | -0.42 | 0.88  | -20.0    | 150      | 1.10 | -20.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 50   | 100 | 436  | 70  | 8.69 | -0.93 | 1.07  | -20.0    | 150      | 1.10 | -20.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 55   | 119 | 476  | 76  | 8.55 | -1.29 | 1.17  | -20.0    | 150      | 1.10 | -20.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 60   | 134 | 516  | 82  | 8.37 | -1.55 | 1.23  | -20.0    | 150      | 1.10 | -20.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 65   | 146 | 556  | 88  | 8.17 | -1.70 | 1.26  | -20.0    | 150      | 1.10 | -20.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 70   | 154 | 597  | 94  | 7.97 | -1.79 | 1.27  | -20.0    | 150      | 1.10 | -20.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 75   | 158 | 637  | 101 | 7.78 | -1.83 | 1.26  | -20.0    | 150      | 1.10 | -20.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 80   | 158 | 677  | 107 | 7.61 | -1.85 | 1.25  | -20.0    | 150      | 1.10 | -20.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 85   | 154 | 715  | 113 | 7.48 | -1.83 | 1.18  | -7.5     | 150      | 1.10 | -7.5     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 90   | 145 | 753  | 118 | 7.50 | -1.49 | 0.66  | 17.5     | 150      | 1.10 | 17.5     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 95   | 132 | 788  | 120 | 7.62 | -0.92 | 0.08  | 20.0     | 150      | 1.10 | 20.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 100  | 116 | 824  | 119 | 7.77 | -0.39 | -0.31 | 20.0     | 150      | 1.10 | 20.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 105  | 98  | 858  | 117 | 7.89 | 0.13  | -0.66 | 20.0     | 150      | 1.10 | 20.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 110  | 80  | 893  | 113 | 7.95 | 0.61  | -0.89 | 20.0     | 150      | 1.10 | 20.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 115  | 62  | 929  | 108 | 7.94 | 1.01  | -1.03 | 20.0     | 150      | 1.10 | 20.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 120  | 46  | 966  | 103 | 7.87 | 1.30  | -1.11 | 20.0     | 150      | 1.10 | 20.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 125  | 32  | 1003 | 97  | 7.77 | 1.50  | -1.16 | 20.0     | 150      | 1.10 | 20.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 130  | 21  | 1041 | 91  | 7.65 | 1.63  | -1.19 | 20.0     | 150      | 1.10 | 20.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 135  | 14  | 1079 | 85  | 7.53 | 1.71  | -1.20 | 20.0     | 150      | 1.10 | 20.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 140  | 10  | 1117 | 79  | 7.41 | 1.76  | -1.21 | 20.0     | 150      | 1.10 | 20.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 145  | 10  | 1155 | 73  | 7.30 | 1.78  | -1.20 | 20.0     | 150      | 1.10 | 20.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 150  | 14  | 1192 | 67  | 7.22 | 1.77  | -1.14 | 7.5      | 150      | 1.10 | 7.5      | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 155  | 22  | 1228 | 62  | 7.27 | 1.44  | -0.65 | -17.5    | 150      | 1.10 | -17.5    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 160  | 35  | 1263 | 61  | 7.41 | 0.90  | -0.09 | -20.0    | 150      | 1.10 | -20.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 165  | 50  | 1298 | 61  | 7.58 | 0.39  | 0.29  | -20.0    | 150      | 1.10 | -20.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 170  | 67  | 1332 | 64  | 7.72 | -0.12 | 0.63  | -20.0    | 150      | 1.10 | -20.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 175  | 85  | 1366 | 67  | 7.80 | -0.58 | 0.86  | -20.0    | 150      | 1.10 | -20.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 180  | 103 | 1401 | 72  | 7.81 | -0.98 | 1.00  | -20.0    | 150      | 1.10 | -20.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 185  | 119 | 1437 | 77  | 7.76 | -1.27 | 1.09  | -20.0    | 150      | 1.10 | -20.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 190  | 133 | 1474 | 83  | 7.68 | -1.48 | 1.14  | -20.0    | 150      | 1.10 | -20.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 195  | 143 | 1511 | 89  | 7.58 | -1.61 | 1.17  | -20.0    | 150      | 1.10 | -20.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 200  | 151 | 1549 | 95  | 7.47 | -1.69 | 1.19  | -20.0    | 150      | 1.10 | -20.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 205  | 155 | 1587 | 101 | 7.36 | -1.74 | 1.19  | -20.0    | 150      | 1.10 | -20.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 210  | 155 | 1625 | 106 | 7.26 | -1.77 | 1.19  | -20.0    | 150      | 1.10 | -20.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |

# FORCE Technology

Order No.: 96193

Run No.: 113

FORCE Technology, DMI

Ship No.: 3005

MANOEUVRING SIMULATION

M/F Dronning Ingrid

Date: 23 Jan. 2002 10-10 Zig Zag

| Time | N  | E    | psi | u    | v     | r     | PS shaft |          |      | SB shaft |          |      | Thrs |
|------|----|------|-----|------|-------|-------|----------|----------|------|----------|----------|------|------|
| sec  | m  | m    | deg | m/s  | m/s   | d/s   | rud deg  | prop rev | P/D  | rud deg  | prop rev | P/D  | set  |
| 0    | 0  | 0    | 90  | 9.77 | 0.00  | 0.00  | 2.5      | 150      | 1.10 | 2.5      | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 5    | -0 | 49   | 89  | 9.76 | 0.22  | -0.39 | 10.0     | 150      | 1.10 | 10.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 10   | -0 | 98   | 86  | 9.71 | 0.53  | -0.64 | 10.0     | 150      | 1.10 | 10.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 15   | 1  | 146  | 83  | 9.64 | 0.81  | -0.78 | 10.0     | 150      | 1.10 | 10.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 20   | 4  | 194  | 79  | 9.54 | 1.02  | -0.82 | 2.5      | 150      | 1.10 | 2.5      | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 25   | 9  | 242  | 76  | 9.51 | 0.79  | -0.24 | -10.0    | 150      | 1.10 | -10.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 30   | 18 | 288  | 76  | 9.53 | 0.40  | 0.15  | -10.0    | 150      | 1.10 | -10.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 35   | 28 | 335  | 77  | 9.54 | 0.00  | 0.41  | -10.0    | 150      | 1.10 | -10.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 40   | 39 | 382  | 80  | 9.54 | -0.36 | 0.60  | -10.0    | 150      | 1.10 | -10.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 45   | 49 | 428  | 83  | 9.50 | -0.68 | 0.73  | -10.0    | 150      | 1.10 | -10.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 50   | 57 | 475  | 87  | 9.43 | -0.93 | 0.82  | -10.0    | 150      | 1.10 | -10.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 55   | 63 | 522  | 91  | 9.34 | -1.11 | 0.89  | -10.0    | 150      | 1.10 | -10.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 60   | 66 | 569  | 96  | 9.24 | -1.24 | 0.93  | -10.0    | 150      | 1.10 | -10.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 65   | 66 | 615  | 101 | 9.13 | -1.33 | 0.96  | -10.0    | 150      | 1.10 | -10.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 70   | 62 | 661  | 105 | 9.09 | -1.13 | 0.47  | 10.0     | 150      | 1.10 | 10.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 75   | 55 | 706  | 106 | 9.13 | -0.71 | 0.04  | 10.0     | 150      | 1.10 | 10.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 80   | 45 | 751  | 105 | 9.20 | -0.30 | -0.23 | 10.0     | 150      | 1.10 | 10.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 85   | 34 | 796  | 103 | 9.25 | 0.08  | -0.46 | 10.0     | 150      | 1.10 | 10.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 90   | 22 | 840  | 101 | 9.27 | 0.43  | -0.62 | 10.0     | 150      | 1.10 | 10.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 95   | 12 | 886  | 97  | 9.25 | 0.72  | -0.74 | 10.0     | 150      | 1.10 | 10.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 100  | 3  | 931  | 93  | 9.21 | 0.95  | -0.82 | 10.0     | 150      | 1.10 | 10.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 105  | -3 | 977  | 89  | 9.14 | 1.12  | -0.88 | 10.0     | 150      | 1.10 | 10.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 110  | -7 | 1023 | 85  | 9.06 | 1.24  | -0.93 | 10.0     | 150      | 1.10 | 10.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 115  | -7 | 1068 | 80  | 8.97 | 1.32  | -0.96 | 10.0     | 150      | 1.10 | 10.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 120  | -4 | 1113 | 76  | 8.94 | 1.12  | -0.47 | -10.0    | 150      | 1.10 | -10.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 125  | 3  | 1158 | 75  | 9.00 | 0.71  | -0.05 | -10.0    | 150      | 1.10 | -10.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 130  | 12 | 1202 | 75  | 9.08 | 0.30  | 0.22  | -10.0    | 150      | 1.10 | -10.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 135  | 23 | 1247 | 77  | 9.14 | -0.07 | 0.45  | -10.0    | 150      | 1.10 | -10.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 140  | 33 | 1291 | 80  | 9.18 | -0.41 | 0.61  | -10.0    | 150      | 1.10 | -10.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 145  | 43 | 1336 | 83  | 9.17 | -0.71 | 0.73  | -10.0    | 150      | 1.10 | -10.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 150  | 51 | 1381 | 87  | 9.14 | -0.93 | 0.81  | -10.0    | 150      | 1.10 | -10.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 155  | 58 | 1427 | 91  | 9.08 | -1.10 | 0.88  | -10.0    | 150      | 1.10 | -10.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 160  | 61 | 1472 | 96  | 9.01 | -1.23 | 0.92  | -10.0    | 150      | 1.10 | -10.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 165  | 61 | 1518 | 100 | 8.93 | -1.31 | 0.95  | -10.0    | 150      | 1.10 | -10.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |

## FORCE Technology

---

Order No.: 96193

Run No.: 114

FORCE Technology, DMI

Ship No.: 3005

MANOEUVRING SIMULATION

M/F Dronning Ingrid

Date: 23 Jan. 2002 Spiral Test

| Time | N    | E     | psi | u    | v     | r     | PS shaft |          |      | SB shaft |          |      | Thrs |
|------|------|-------|-----|------|-------|-------|----------|----------|------|----------|----------|------|------|
| sec  | m    | m     | deg | m/s  | m/s   | d/s   | rud deg  | prop rev | P/D  | rud deg  | prop rev | P/D  | set  |
| 1780 | -274 | -220  | 52  | 7.19 | 1.59  | -1.05 | 15.0     | 150      | 1.10 | 15.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 2080 | -419 | -554  | 88  | 7.97 | 1.40  | -0.94 | 10.0     | 150      | 1.10 | 10.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 2380 | -421 | -834  | 110 | 8.37 | 1.28  | -0.85 | 8.0      | 150      | 1.10 | 8.0      | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 2680 | -271 | -1278 | 143 | 8.82 | 1.12  | -0.74 | 6.0      | 150      | 1.10 | 6.0      | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 2980 | 288  | -1802 | 190 | 9.27 | 0.89  | -0.58 | 4.0      | 150      | 1.10 | 4.0      | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 3280 | 1500 | -1913 | 253 | 9.64 | 0.57  | -0.35 | 2.0      | 150      | 1.10 | 2.0      | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 3580 | 2833 | -446  | 349 | 9.83 | 0.00  | -0.00 | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0      | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 3880 | -168 | 214   | 313 | 7.19 | -1.59 | 1.05  | -15.0    | 150      | 1.10 | -15.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 4180 | -419 | 555   | 272 | 7.97 | -1.40 | 0.94  | -10.0    | 150      | 1.10 | -10.0    | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 4480 | -420 | 836   | 250 | 8.38 | -1.28 | 0.85  | -8.0     | 150      | 1.10 | -8.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 4780 | -270 | 1279  | 217 | 8.83 | -1.12 | 0.74  | -6.0     | 150      | 1.10 | -6.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 5080 | 288  | 1802  | 171 | 9.28 | -0.90 | 0.58  | -4.0     | 150      | 1.10 | -4.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |
| 5380 | 1499 | 1913  | 107 | 9.65 | -0.57 | 0.35  | -2.0     | 150      | 1.10 | -2.0     | 150      | 1.10 | 0.0  |

## FORCE Technology

---

Order No.: 96193      Run No.: 115      FORCE Technology, DMI

Ship No.: 3005      MANOEUVING SIMULATION      M/F Dronning Ingrid

Date: 23 Jan. 2002      Course Keeping in 15 m/s, Deep Water

| Time | N     | E    | psi | u    | v    | r     | PS shaft |          |      | SB shaft |          |      | Thrs |
|------|-------|------|-----|------|------|-------|----------|----------|------|----------|----------|------|------|
| sec  | m     | m    | deg | m/s  | m/s  | d/s   | rud deg  | prop rev | P/D  | rud deg  | prop rev | P/D  | set  |
| 300  | 962   | -0   | 360 | 3.07 | 0.00 | -0.00 | 0.0      | 105      | 0.39 | 0.0      | 105      | 0.39 | 0.0  |
| 600  | 854   | 303  | 15  | 3.06 | 0.26 | 0.00  | -0.1     | 105      | 0.39 | -0.1     | 105      | 0.39 | 0.0  |
| 900  | 717   | 573  | 30  | 3.08 | 0.48 | 0.00  | -1.9     | 105      | 0.39 | -1.9     | 105      | 0.39 | 0.0  |
| 1200 | 538   | 806  | 45  | 3.26 | 0.65 | 0.00  | -4.0     | 105      | 0.39 | -4.0     | 105      | 0.39 | 0.0  |
| 1500 | 325   | 983  | 60  | 3.49 | 0.72 | 0.00  | -4.7     | 105      | 0.39 | -4.7     | 105      | 0.39 | 0.0  |
| 1800 | 77    | 1057 | 75  | 3.54 | 0.68 | 0.00  | -5.6     | 105      | 0.39 | -5.6     | 105      | 0.39 | 0.0  |
| 2100 | -171  | 1032 | 90  | 3.48 | 0.58 | 0.00  | -7.2     | 105      | 0.39 | -7.2     | 105      | 0.39 | 0.0  |
| 2400 | -407  | 954  | 105 | 3.48 | 0.50 | 0.00  | -8.6     | 105      | 0.39 | -8.6     | 105      | 0.39 | 0.0  |
| 2700 | -608  | 824  | 120 | 3.44 | 0.40 | 0.00  | -10.1    | 105      | 0.39 | -10.1    | 105      | 0.39 | 0.0  |
| 3000 | -792  | 663  | 135 | 3.50 | 0.32 | 0.00  | -10.8    | 105      | 0.39 | -10.8    | 105      | 0.39 | 0.0  |
| 3300 | -956  | 478  | 150 | 3.65 | 0.22 | 0.00  | -8.6     | 105      | 0.39 | -8.6     | 105      | 0.39 | 0.0  |
| 3600 | -1062 | 254  | 165 | 3.72 | 0.09 | 0.00  | -4.2     | 105      | 0.39 | -4.2     | 105      | 0.39 | 0.0  |
| 3900 | -1090 | -3   | 180 | 3.69 | 0.00 | -0.00 | 0.0      | 105      | 0.39 | 0.0      | 105      | 0.39 | 0.0  |

Order No.: 96193      Run No.: 116      FORCE Technology, DMI

Ship No.: 3005      MANOEUVING SIMULATION      M/F Dronning Ingrid

Date: 23 Jan. 2002      Course Keeping in 15 m/s, Shallow Water

| Time | N    | E   | psi | u    | v    | r     | PS shaft |          |      | SB shaft |          |      | Thrs |
|------|------|-----|-----|------|------|-------|----------|----------|------|----------|----------|------|------|
| sec  | m    | m   | deg | m/s  | m/s  | d/s   | rud deg  | prop rev | P/D  | rud deg  | prop rev | P/D  | set  |
| 300  | 823  | -0  | 360 | 2.59 | 0.00 | -0.00 | 0.0      | 105      | 0.39 | 0.0      | 105      | 0.39 | 0.0  |
| 600  | 724  | 219 | 15  | 2.56 | 0.09 | 0.00  | 1.2      | 105      | 0.39 | 1.2      | 105      | 0.39 | 0.0  |
| 900  | 630  | 421 | 30  | 2.57 | 0.17 | 0.00  | 0.1      | 105      | 0.39 | 0.1      | 105      | 0.39 | 0.0  |
| 1200 | 517  | 614 | 45  | 2.76 | 0.23 | 0.00  | -1.1     | 105      | 0.39 | -1.1     | 105      | 0.39 | 0.0  |
| 1500 | 367  | 784 | 60  | 2.98 | 0.25 | 0.00  | -1.2     | 105      | 0.39 | -1.2     | 105      | 0.39 | 0.0  |
| 1800 | 164  | 874 | 75  | 3.02 | 0.23 | 0.00  | -3.1     | 105      | 0.39 | -3.1     | 105      | 0.39 | 0.0  |
| 2100 | -56  | 876 | 90  | 2.95 | 0.20 | 0.00  | -6.4     | 105      | 0.39 | -6.4     | 105      | 0.39 | 0.0  |
| 2400 | -269 | 829 | 105 | 2.95 | 0.16 | 0.00  | -9.3     | 105      | 0.39 | -9.3     | 105      | 0.39 | 0.0  |
| 2700 | -459 | 729 | 120 | 2.91 | 0.12 | 0.00  | -12.6    | 105      | 0.39 | -12.6    | 105      | 0.39 | 0.0  |
| 3000 | -635 | 601 | 135 | 2.99 | 0.09 | 0.00  | -13.6    | 105      | 0.39 | -13.6    | 105      | 0.39 | 0.0  |
| 3300 | -807 | 449 | 150 | 3.18 | 0.06 | 0.00  | -9.4     | 105      | 0.39 | -9.4     | 105      | 0.39 | 0.0  |
| 3600 | -924 | 242 | 165 | 3.26 | 0.02 | 0.00  | -4.5     | 105      | 0.39 | -4.5     | 105      | 0.39 | 0.0  |
| 3900 | -954 | -0  | 180 | 3.23 | 0.00 | -0.00 | 0.0      | 105      | 0.39 | 0.0      | 105      | 0.39 | 0.0  |



# FORCE Technology

Order No.: 96193

Run No.: 121

FORCE Technology, DMI

Ship No.: 3005

MANOEUVRING SIMULATION

M/F Dronning Ingrid

Date: 23 Jan. 2002 35 deg. SB Turning Circle, Shallow Water

| Time | N    | E    | psi | u    | v     | r    | PS shaft |          |      | SB shaft |          |      | Thrs |
|------|------|------|-----|------|-------|------|----------|----------|------|----------|----------|------|------|
| sec  | m    | m    | deg | m/s  | m/s   | d/s  | rud deg  | prop rev | P/D  | rud deg  | prop rev | P/D  | set  |
| 0    | 0    | 0    | 0   | 4.48 | 0.00  | 0.00 | -2.5     | 116      | 0.68 | -2.5     | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 20   | 88   | 0    | 4   | 4.27 | -0.14 | 0.31 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 40   | 170  | 7    | 11  | 4.03 | -0.19 | 0.38 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 60   | 248  | 23   | 18  | 3.86 | -0.20 | 0.39 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 80   | 320  | 47   | 26  | 3.73 | -0.21 | 0.39 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 100  | 386  | 80   | 34  | 3.65 | -0.21 | 0.39 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 120  | 445  | 121  | 42  | 3.58 | -0.22 | 0.39 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 140  | 498  | 169  | 50  | 3.54 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 160  | 543  | 223  | 58  | 3.51 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 180  | 580  | 283  | 66  | 3.49 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 200  | 609  | 347  | 74  | 3.48 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 220  | 628  | 413  | 82  | 3.46 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 240  | 638  | 482  | 89  | 3.46 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 260  | 638  | 551  | 97  | 3.45 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 280  | 629  | 620  | 105 | 3.45 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 300  | 610  | 686  | 113 | 3.45 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 320  | 583  | 749  | 121 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 340  | 547  | 808  | 129 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 360  | 503  | 861  | 137 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 380  | 452  | 908  | 145 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 400  | 395  | 947  | 153 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 420  | 333  | 978  | 161 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 440  | 268  | 999  | 169 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 460  | 200  | 1012 | 177 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 480  | 132  | 1015 | 185 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 500  | 63   | 1009 | 193 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 520  | -4   | 993  | 201 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 540  | -68  | 968  | 209 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 560  | -128 | 935  | 217 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 580  | -183 | 893  | 225 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 600  | -232 | 844  | 233 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 620  | -273 | 789  | 241 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 640  | -306 | 729  | 249 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 660  | -331 | 664  | 257 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 680  | -347 | 597  | 265 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 700  | -353 | 529  | 273 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 720  | -349 | 460  | 281 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 740  | -336 | 392  | 289 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 760  | -314 | 327  | 297 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 780  | -283 | 265  | 305 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 800  | -243 | 209  | 313 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 820  | -196 | 158  | 321 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 840  | -143 | 115  | 328 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 860  | -84  | 79   | 336 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 880  | -21  | 52   | 344 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 900  | 45   | 34   | 352 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |

# FORCE Technology

Order No.: 96193

Run No.: 122

FORCE Technology, DMI

Ship No.: 3005

MANOEUVRING SIMULATION

M/F Dronning Ingrid

Date: 23 Jan. 2002 35 deg. SB Turning Circle, Shallow Water, Accel.

| Time | N    | E    | psi | u    | v     | r    | PS shaft |          |      | SB shaft |          |      | Thrs |
|------|------|------|-----|------|-------|------|----------|----------|------|----------|----------|------|------|
| sec  | m    | m    | deg | m/s  | m/s   | d/s  | rud deg  | prop rev | P/D  | rud deg  | prop rev | P/D  | set  |
| 0    | 0    | 0    | 0   | 0.00 | 0.00  | 0.00 | -2.5     | 116      | 0.68 | -2.5     | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 20   | 9    | -1   | 4   | 0.83 | -0.11 | 0.42 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 40   | 32   | -0   | 14  | 1.42 | -0.19 | 0.54 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 60   | 64   | 7    | 25  | 1.87 | -0.22 | 0.51 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 80   | 102  | 24   | 35  | 2.24 | -0.23 | 0.48 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 100  | 142  | 50   | 44  | 2.54 | -0.23 | 0.46 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 120  | 181  | 87   | 53  | 2.78 | -0.23 | 0.44 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 140  | 216  | 133  | 62  | 2.96 | -0.23 | 0.42 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 160  | 245  | 186  | 70  | 3.10 | -0.23 | 0.41 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 180  | 267  | 246  | 78  | 3.20 | -0.22 | 0.41 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 200  | 280  | 309  | 86  | 3.27 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 220  | 285  | 375  | 94  | 3.32 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 240  | 280  | 442  | 102 | 3.35 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 260  | 265  | 507  | 110 | 3.38 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 280  | 241  | 571  | 118 | 3.40 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 300  | 209  | 631  | 126 | 3.41 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 320  | 168  | 686  | 134 | 3.42 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 340  | 120  | 735  | 142 | 3.43 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 360  | 66   | 777  | 150 | 3.43 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 380  | 6    | 810  | 158 | 3.43 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 400  | -58  | 836  | 166 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 420  | -125 | 852  | 174 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 440  | -194 | 859  | 182 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 460  | -262 | 856  | 190 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 480  | -330 | 843  | 198 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 500  | -396 | 822  | 206 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 520  | -457 | 791  | 214 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 540  | -514 | 753  | 222 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 560  | -565 | 706  | 230 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 580  | -609 | 653  | 238 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 600  | -646 | 595  | 246 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 620  | -674 | 532  | 254 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 640  | -693 | 466  | 262 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 660  | -702 | 398  | 270 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 680  | -702 | 329  | 278 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 700  | -693 | 260  | 286 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 720  | -674 | 194  | 294 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 740  | -646 | 131  | 302 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 760  | -609 | 73   | 310 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 780  | -565 | 20   | 318 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 800  | -514 | -26  | 326 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 820  | -457 | -65  | 333 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 840  | -396 | -96  | 341 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 860  | -330 | -117 | 349 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |
| 880  | -262 | -130 | 357 | 3.44 | -0.22 | 0.40 | -35.0    | 116      | 0.68 | -35.0    | 116      | 0.68 | 0.0  |



## **Mathematical Ship Model No. 3545**

MSC Fantasia

FORCE 109-29589 / 2010-07-05

*Title of report and Project No.:*

## Ship Description

Ship 3545

Cruise Ship

Design Condition

MSC Fantasia

**Client:**

**Author(s):** Janne Flensburg Otzen

**Ref.:** 109-29589

**Date:** 2010-07-05

**Approved by:**

| <b>Revision</b> | <b>Description</b> | <b>By:</b> | <b>Checked:</b> | <b>Approved:</b> | <b>Date:</b> |
|-----------------|--------------------|------------|-----------------|------------------|--------------|
|                 |                    |            |                 |                  |              |
|                 |                    |            |                 |                  |              |
| 1               | Original version   | JFO        | KA              |                  | 2010-07-05   |

**Keywords:**

Manoeuvring characteristics  
Ship characteristics  
Equilibrium speeds

**Classification:**

Open  
Internal  
**X** Confidential

## List of Contents

|  | Page |
|--|------|
| 1 Ship Description.....                  | 1    |
| 2 Basis for Mathematical Ship Model..... | 1    |
| 3 Manoeuvring Characteristics .....      | 2    |
| 4 Ship Particulars.....                  | 3    |
| 5 Equilibrium Speeds .....               | 4    |

## Appendix A: Plots of Standard and Check Manoeuvres

### Nomenclature and Definitions

|          |                                 |
|----------|---------------------------------|
| LCB      | Longitudinal centre of buoyancy |
| $L_{pp}$ | Length between perpendiculars   |
| R        | Radius of propeller             |
| T        | Draught                         |

The ship is defined in a right hand coordinate system with x positive forward and y positive to starboard. The path of the ship is referred to the origin of the ship, i.e. at the intersection between amidships and the centreline. Rudder angles are defined positive to port.

Wind direction : Wind coming from [angle]

Wave direction: Waves going to [angle]

Current direction: Current going to [angle]



## 1 Ship Description

The ship is a 333 m long and 37.9 m wide cruise ship in design condition i.e. with a draught for and aft of 8.42m/8.16m. It is driven by two diesel electric engines of 20.2 MW each and has two fixed pitch propellers. The service speed at the design draught is 23.4 knots. The vessel is equipped with two twisted flap rudders, three bow thrusters and two stern thrusters.

## 2 Basis for Mathematical Ship Model

The manoeuvring capabilities of the mathematical model of the ship are based on full scale trial data. The seakeeping properties of the ship have been scaled from a similar model to fit the conditions of present ship. Wind load data has been obtained from wind tunnel test measurements of a similar ship.

The basis for the mathematical ship model is summarized in Table 2-1.

| Effect (device)       | Scaled from similar model | Predicted using database tool (ShipYard) | Specific model tests (PMM/ wind tunnel) | Specific calculations (CFD/ OMEGA) | Full scale trial data |
|-----------------------|---------------------------|--|---|------------------------------------|-----------------------|
| Hull hydrodynamics    |                           |  |   |                                    | X                     |
| Shallow water effects |                           | X  |   |                                    |                       |
| Propulsion & rudder   | X                         |  |   |                                    |                       |
| Thrusters             | X                         |  |   |                                    |                       |
| Wave loads            | X                         |  |   |                                    |                       |
| Wind loads            | X                         |  |   |                                    |                       |
| Bank effects          | X                         |  |   |                                    |                       |
| Ship-ship interaction | X                         |  |   |                                    |                       |
| Hydrostatic forces    | X                         |  |   |                                    |                       |
| Engine characteristic | X                         |  |   |                                    |                       |
| Anchor characteristic | X                         |  |   |                                    |                       |

Table 2-1: Basis for Mathematical Ship Model

### 3 Manoeuvring Characteristics

The manoeuvring characteristics of the vessel show that the ship is dynamically course stable, as can be seen from the spiral curve. Its turning ability is good as demonstrated by the turning circle test, and the yaw-checking ability is also good with relatively low overshoot angles compared to similar twin screw ships. The stopping ability is reasonable, well below the IMO limit of 15 ship lengths. The ship is seaworthy with a maximum roll amplitude of 4.2 deg in 3 m waves (significant wave height). The ship is seen to heel somewhat when sailing in cross winds with a steady heel angle of about 4.7 deg in cross winds of 15 m/s.

The main manoeuvring characteristics of the ship model are listed in Table 3-1.

| Parameter                                      | Cruise Ship         | IMO limit          |
|--|---------------------|--------------------|
| Turning circle, Advance                        | $2.32 \cdot L_{pp}$ | $4.5 \cdot L_{pp}$ |
| Turning circle, Tactical diameter              | $2.24 \cdot L_{pp}$ | $5.0 \cdot L_{pp}$ |
| 10/10 zig-zag, 1 <sup>st</sup> overshoot angle | 6.3 deg             | 20.0 deg           |
| 10/10 zig-zag, 2 <sup>nd</sup> overshoot angle | 10.2 deg            | 40.0 deg           |
| 20/20 zig-zag, 1 <sup>st</sup> overshoot angle | 12.8 deg            | 25.0 deg           |
| Crash stop, Track reach                        | $7.2 \cdot L_{pp}$  | $15 \cdot L_{pp}$  |

Table 3-1: *Manoeuvring Characteristics*

Track plots and time series from simulated standard manoeuvres are given in Appendix A.

#### 4 Ship Particulars

| Type of ship<br>Condition<br>Ship No.  |                | Cruise Ship<br>Design<br>3545 |
|--|----------------|-------------------------------|
| Length between Perpendiculars          | m              | 296.00                        |
| Length overall                         | m              | 333.30                        |
| Breadth moulded                        | m              | 37.92                         |
| Depth moulded                          | m              | 15.5                          |
| Draught fore/aft                       | m              | 8.42 / 8.16                   |
| Displacement                           | m <sup>3</sup> | 63326.3                       |
| Wetted Surface                         | m <sup>2</sup> | 14600                         |
| Frontal wind Area                      | m <sup>2</sup> | 1932                          |
| Lateral wind Area                      | m <sup>2</sup> | 13572                         |
| Block Coefficient based on $L_{pp}$    | -              | 0.681                         |
| Trim by the Stern                      | %              | -0.26                         |
| Metacentric Height                     | m              | 2.433                         |
| LCB, % of $L_{pp}$ forw. of $L_{pp}/2$ | %              | -5.18                         |
| Radius of Inertia, % of $L_{pp}$       | %              | 25                            |
| Type of Engine                         |                | Diesel Electric               |
| Number of Propellers                   |                | 2                             |
| Type of Propellers                     |                | FP                            |
| Direction of Rotation                  |                | Inward                        |
| Number of Blades                       |                | 5                             |
| Propeller Diameter                     | m              | 6.00                          |
| Pitch Ratio at 0.7-R                   |                | 1.072                         |
| Area Ratio                             |                | 0.728                         |
| Shaft Power (ahead) total              | kW             | 2 x 20200                     |
| Number of Rudders                      |                | 2                             |
| Type of Rudders                        |                | Twisted flap                  |
| Position                               |                | in slipstream                 |
| Area of Rudder (movable part)          | m <sup>2</sup> | 27.00                         |
| Total rudder Area/( $L_{pp}$ x T)      | %              | 1.10                          |
| Turning Velocity of Rudder (two Pumps) | deg/s          | 1.25                          |
| Max. rudder Angle                      | deg            | 45                            |
| Anchor Weight                          | kg             | 2 x 15000                     |
| Chain Weight                           | kg/m           | 212.0                         |
| Number of bow Thrusters                |                | 3                             |
| Nominal bow thruster Power             | kW             | 3 x 3100                      |
| Number of stern Thrusters              |                | 2                             |
| Nominal stern thruster Power           | kW             | 2 x 3100                      |

Table 4-1: Ship Particulars

## 5 Equilibrium Speeds

| Ship<br>Engine<br>Setting | Propeller |       | Speed, knots |         |
|---------------------------|-----------|-------|--------------|---------|
|                           | RPM       | Pitch | 1000 m       | 10.10 m |
| 1.0                       | 136       | 1.072 | 23.4         | -       |
| 0.9                       | 135       | "     | 23.2         | -       |
| 0.8                       | 119       | "     | 20.6         | 13.2    |
| 0.7                       | 105       | "     | 18.2         | 13.2    |
| 0.6                       | 89        | "     | 15.4         | 12.4    |
| 0.5                       | 73        | "     | 12.5         | 9.9     |
| 0.4                       | 59        | "     | 10.2         | 8.1     |
| 0.3                       | 46        | "     | 7.5          | 6.3     |
| 0.2                       | 33        | "     | 4.9          | 4.0     |
| 0.1                       | 20        | "     | 2.3          | 2.0     |
| -0.125                    | 20        | "     | -1.2         | -0.7    |
| -0.25                     | 35        | "     | -2.2         | -1.4    |
| -0.5                      | 50        | "     | -3.3         | -2.2    |
| -1.0                      | 80        | "     | -6.0         | -4.3    |

*Table 5-1: Propeller RPM and pitch, and equilibrium speeds for various handle settings for two water depths: deep water and shallow water corresponding to 1.2 times the mean draught.*

## Appendix A.

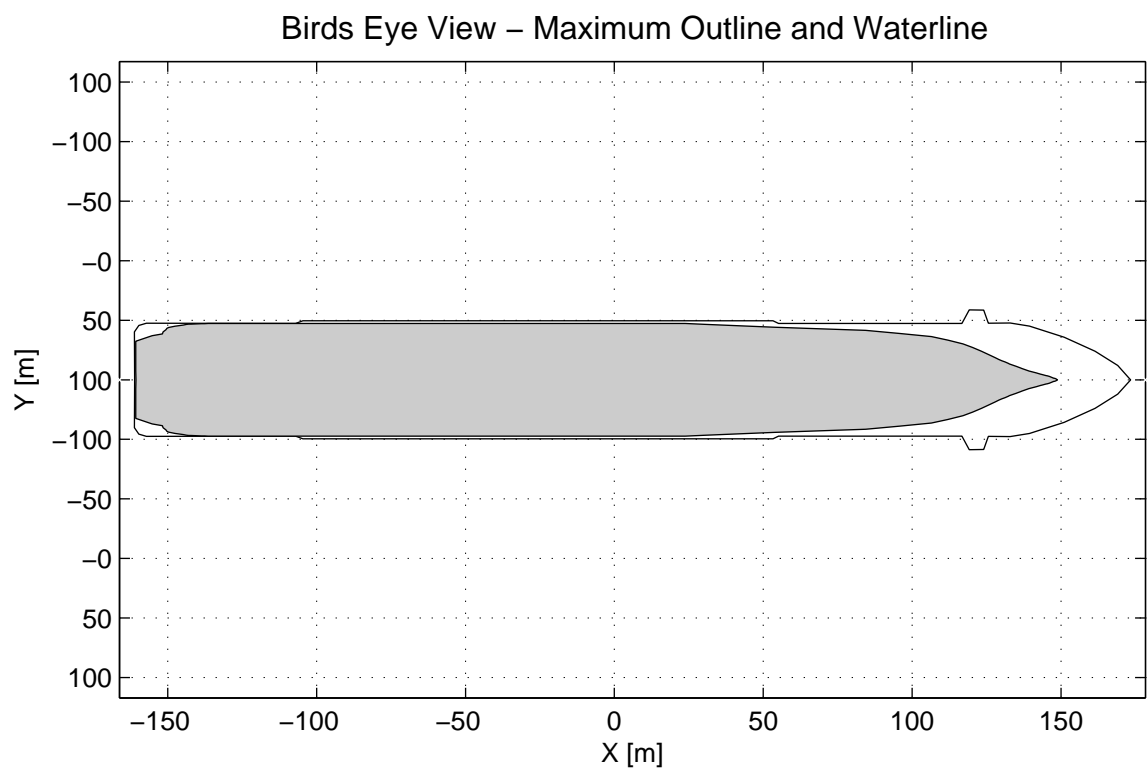
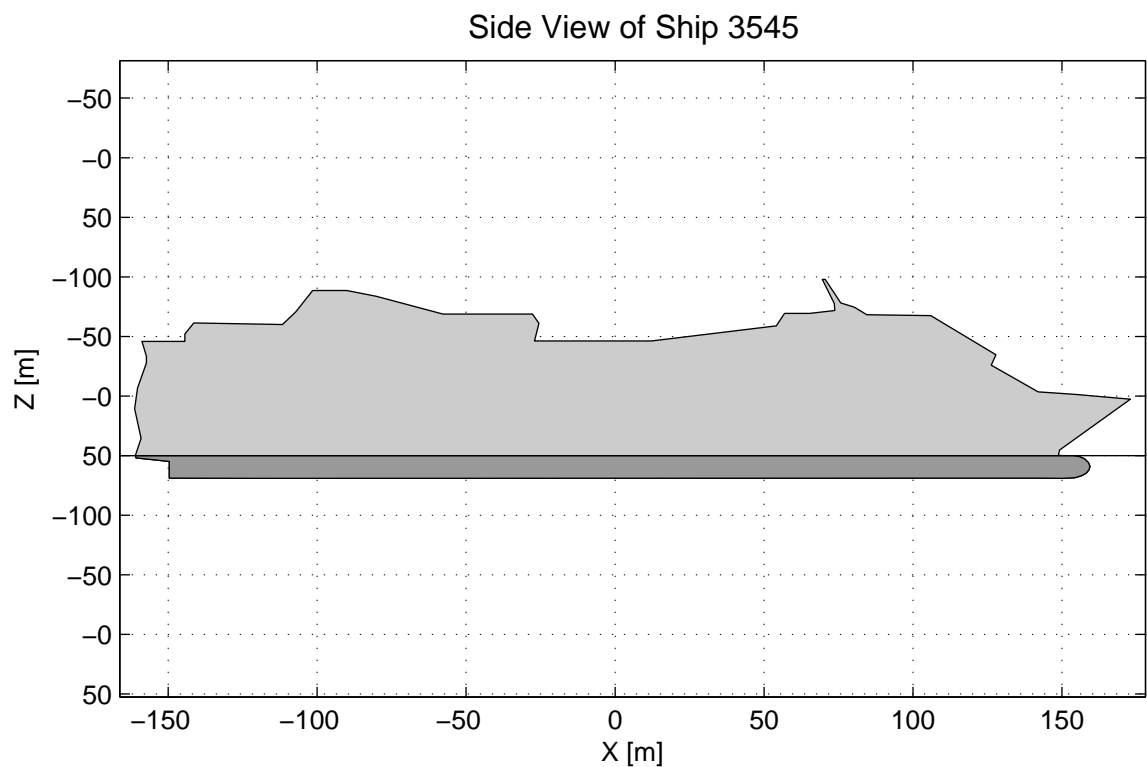
### Mathematical Ship Model No. 3545 MSC Fantasia

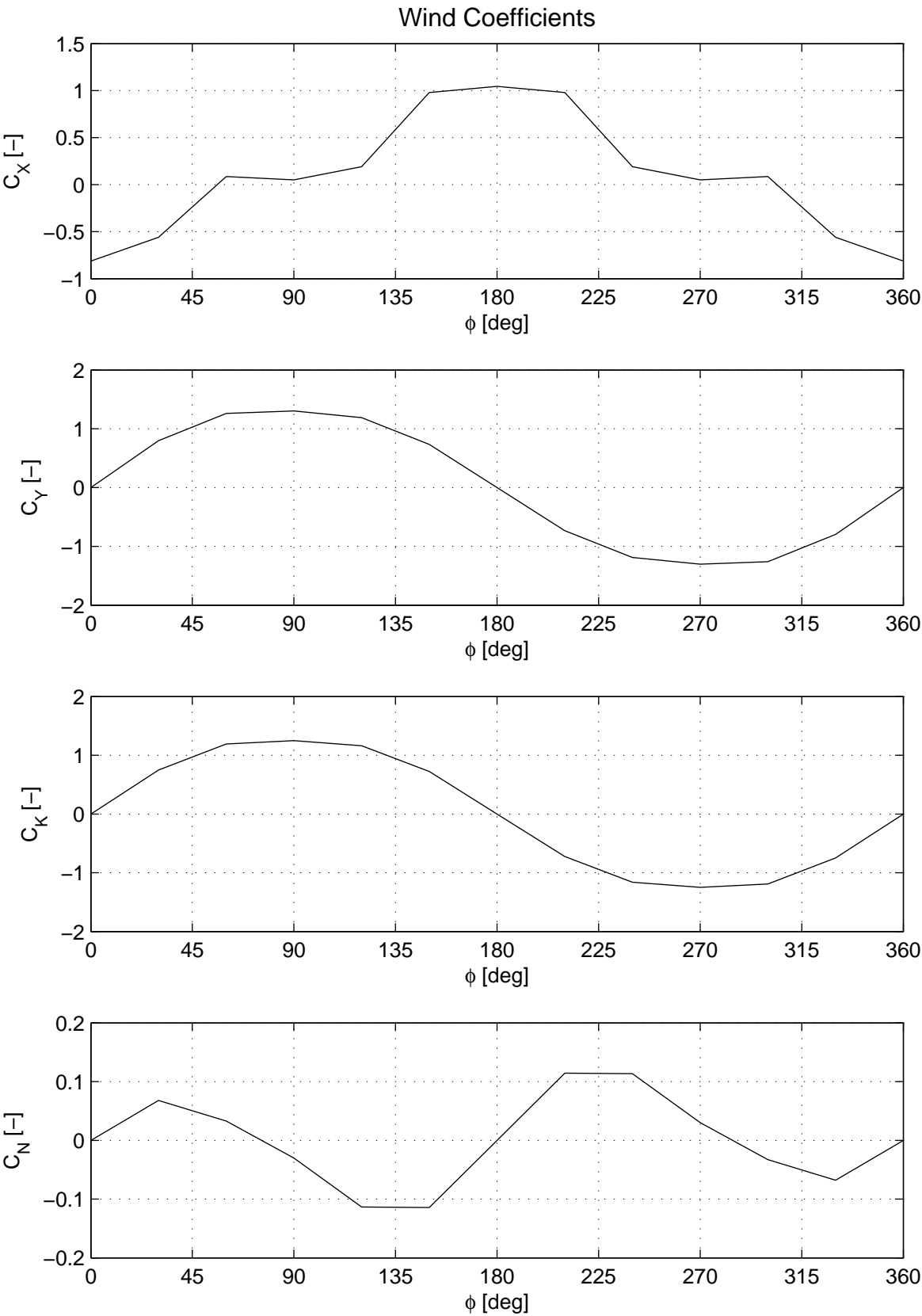
#### Plots of Standard and Check Manoeuvres

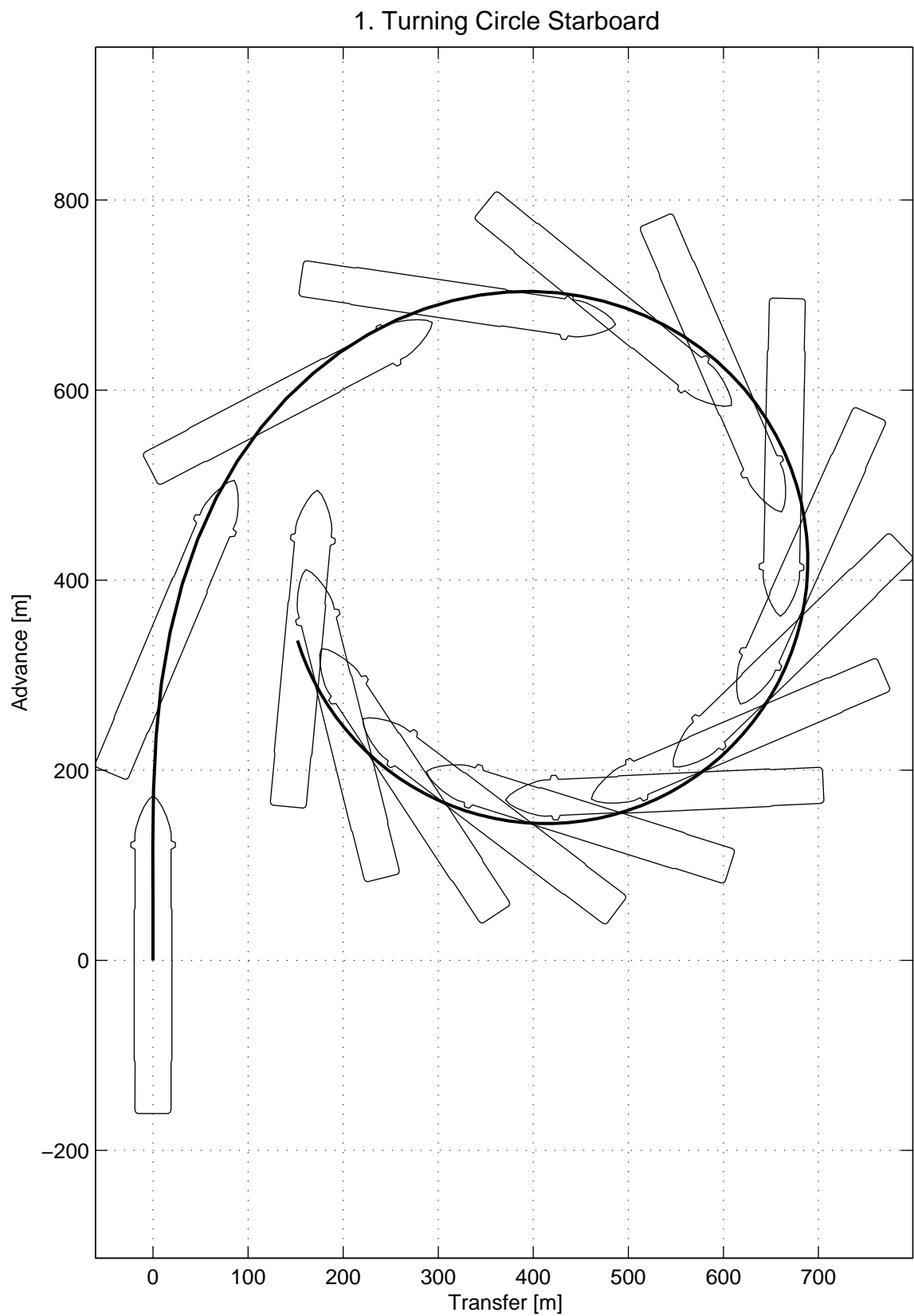


## List of Contents

|  |    |
|--|----|
| Side View and Birds Eye View               | 3  |
| Wind Coefficients                          | 4  |
| 1. Turning Circle Starboard                | 5  |
| 2. Turning Circle Port                     | 7  |
| 3. Turning Circle Starboard, Shallow Water | 9  |
| 4. Zig-zag 10/10                           | 11 |
| 5. Zig-zag 20/20                           | 12 |
| 6. Combined Dieudonne- and Reverse Spiral  | 13 |
| 7. Acceleration                            | 14 |
| 8. Crash Stop                              | 15 |
| 9. Coasting Stop                           | 16 |
| 10. Going Astern                           | 17 |
| 11. Drifting in Wind                       | 18 |
| 12. Sailing with Autopilot in Wind         | 20 |
| 13. Drifting in Current                    | 22 |
| 14. Sailing with Autopilot in Current      | 24 |
| 15. Drifting in Waves                      | 26 |
| 16. Sailing with Autopilot in Waves        | 28 |







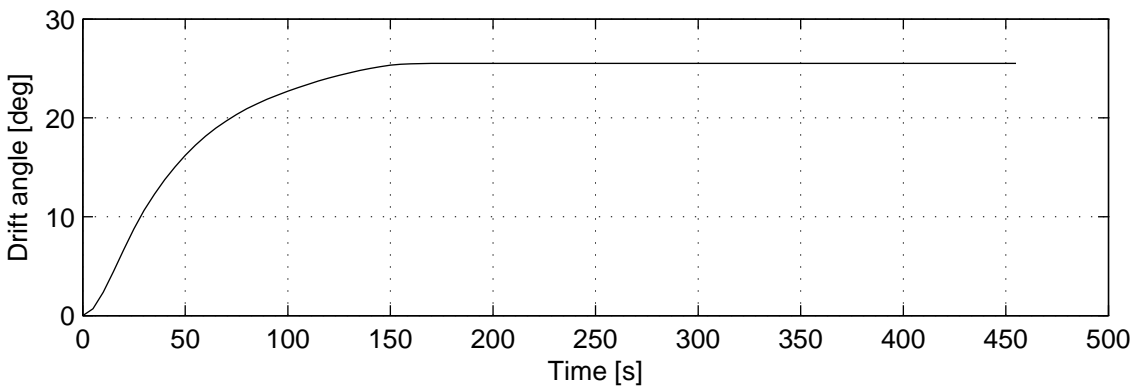
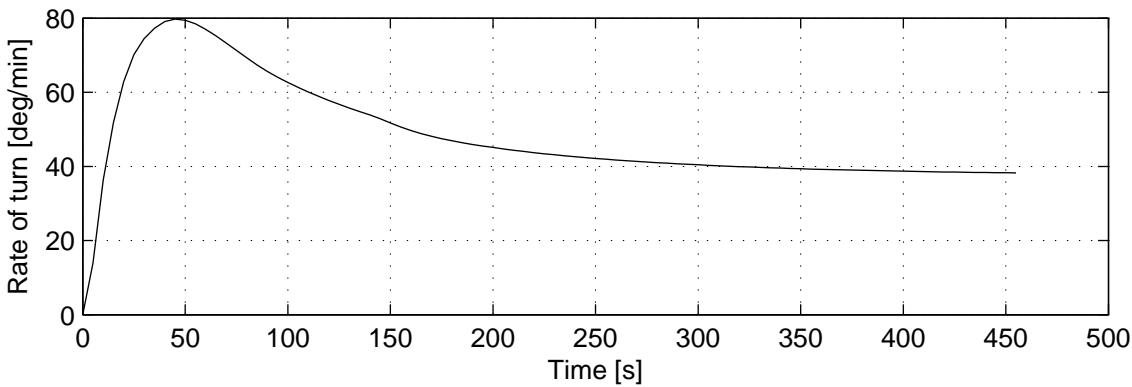
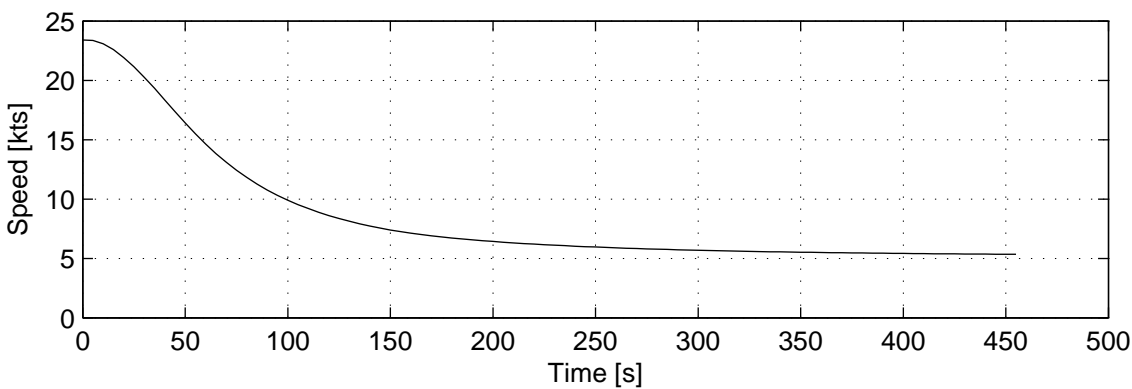
1. Turning Circle Starboard

Initial Conditions and Controls

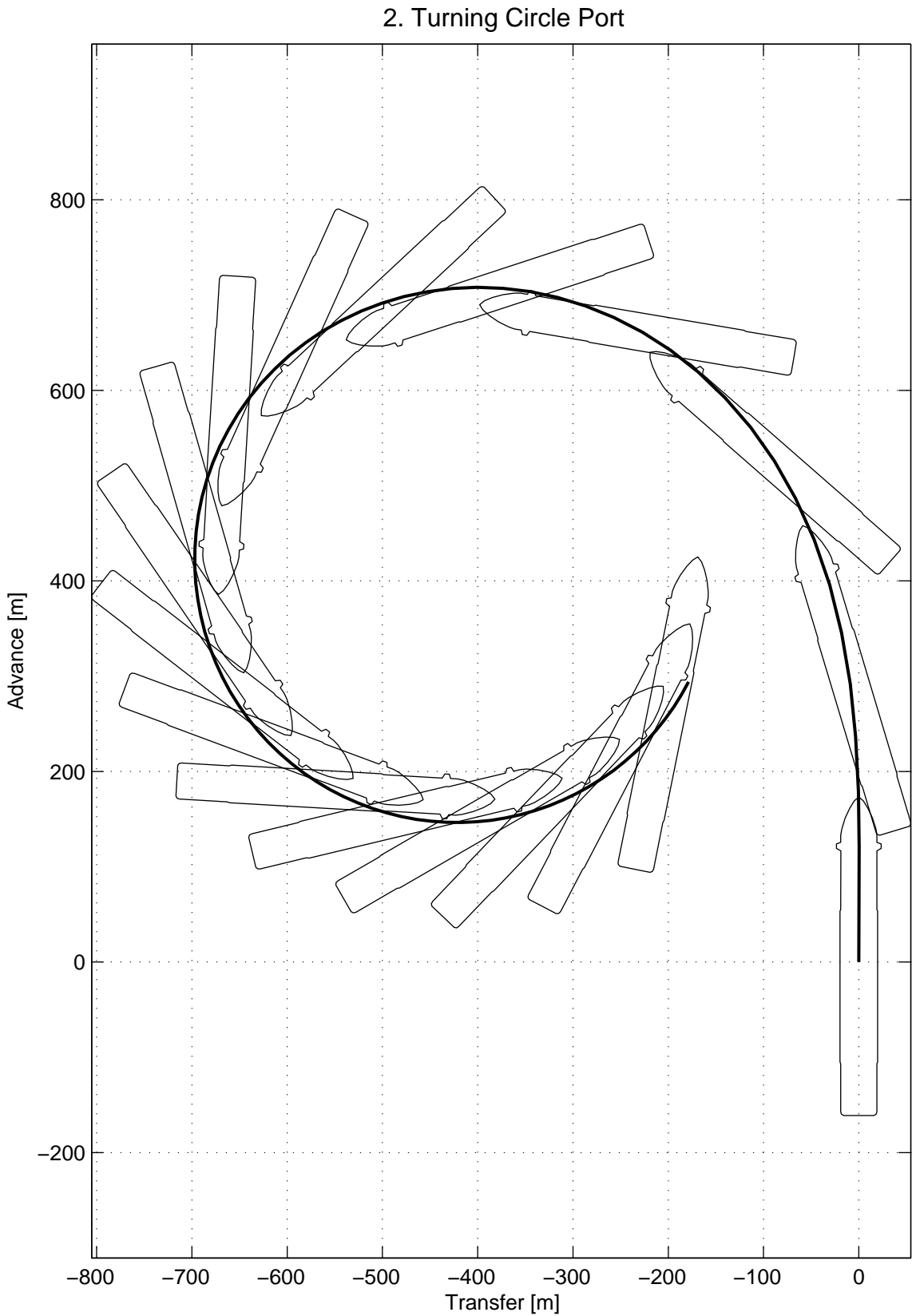
|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| Approach speed    | : 23.4 knots     |
| Rudder deflection | : -35 deg        |
| Water depth       | : $h/T = \infty$ |

Results and Equilibrium Values

|                   |         |
|-------------------|---------|
| Advance           | : 686 m |
| Transfer          | : 286 m |
| Tactical diameter | : 664 m |
| Steady diameter   | : 520 m |







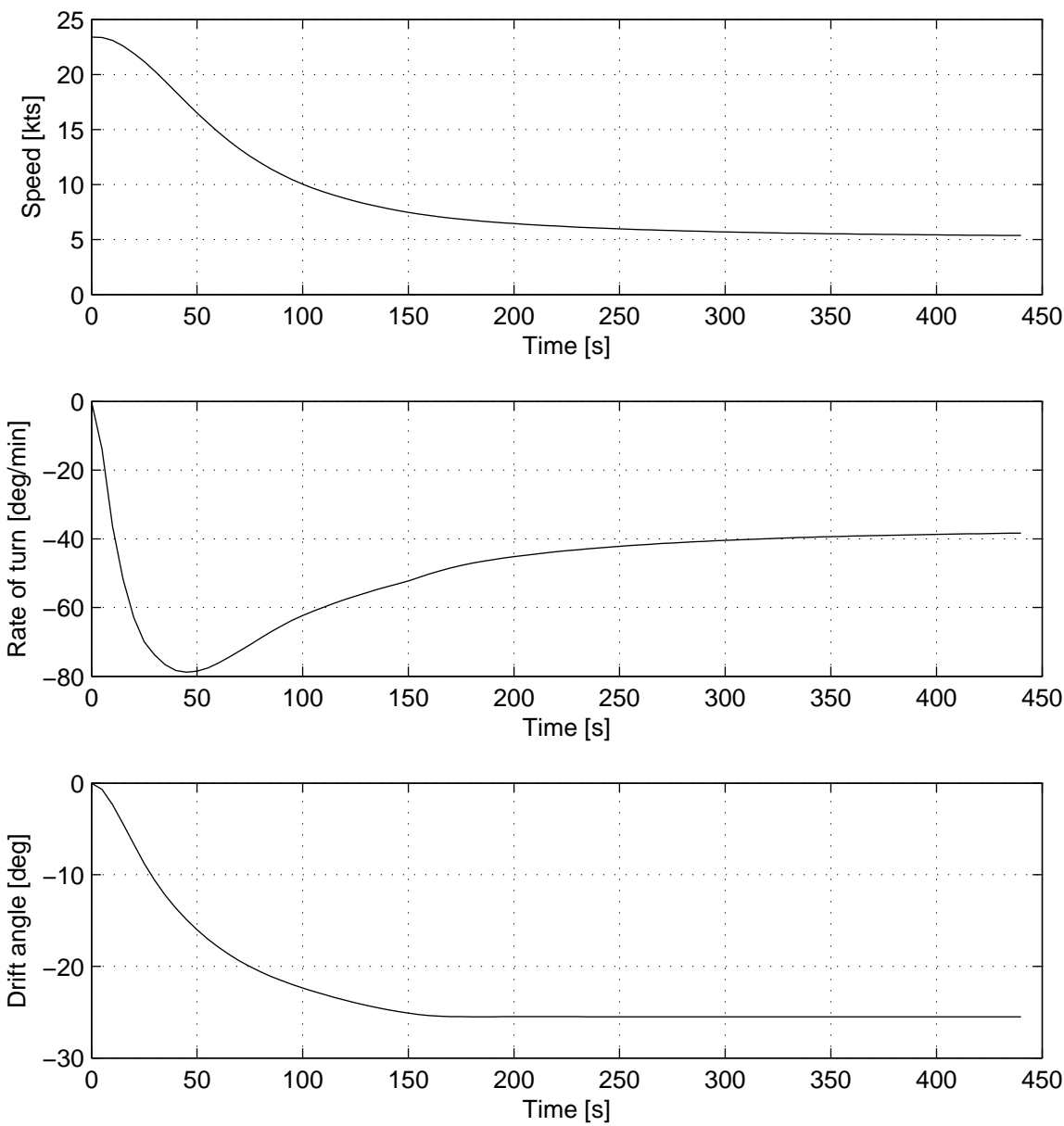
2. Turning Circle Port

Initial Conditions and Controls

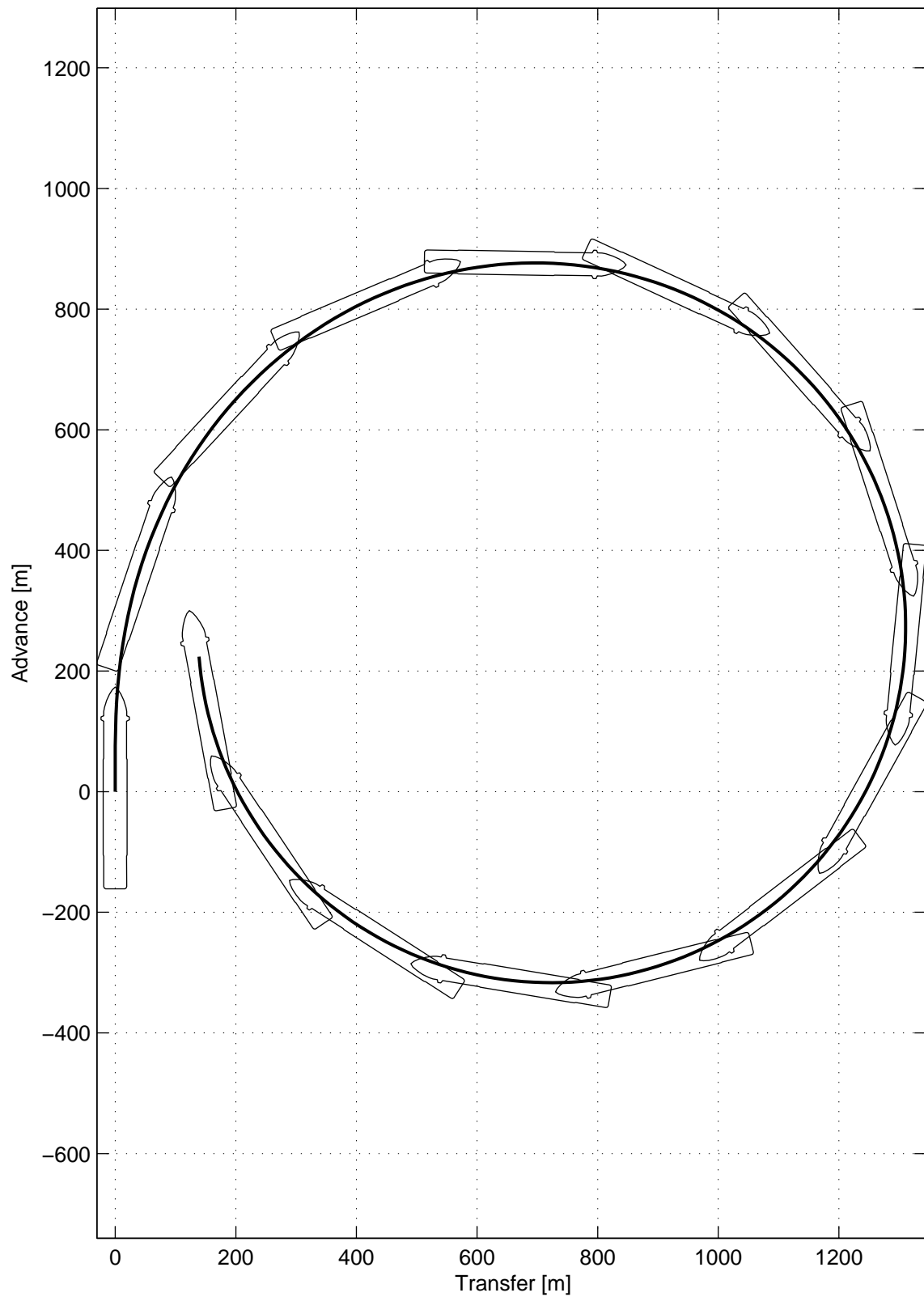
|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| Approach speed    | : 23.4 knots     |
| Rudder deflection | : 35 deg         |
| Water depth       | : $h/T = \infty$ |

Results and Equilibrium Values

|                   |         |
|-------------------|---------|
| Advance           | : 676 m |
| Transfer          | : 257 m |
| Tactical diameter | : 662 m |
| Steady diameter   | : 511 m |



### 3. Turning Circle Starboard, Shallow Water



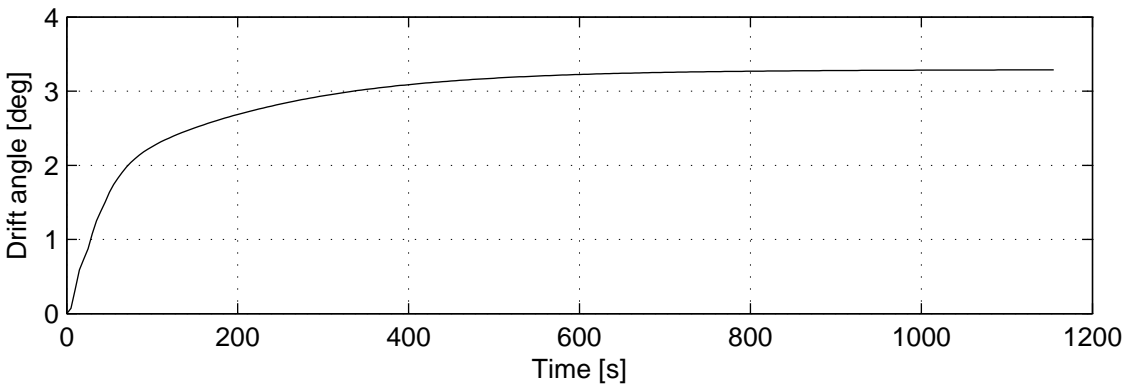
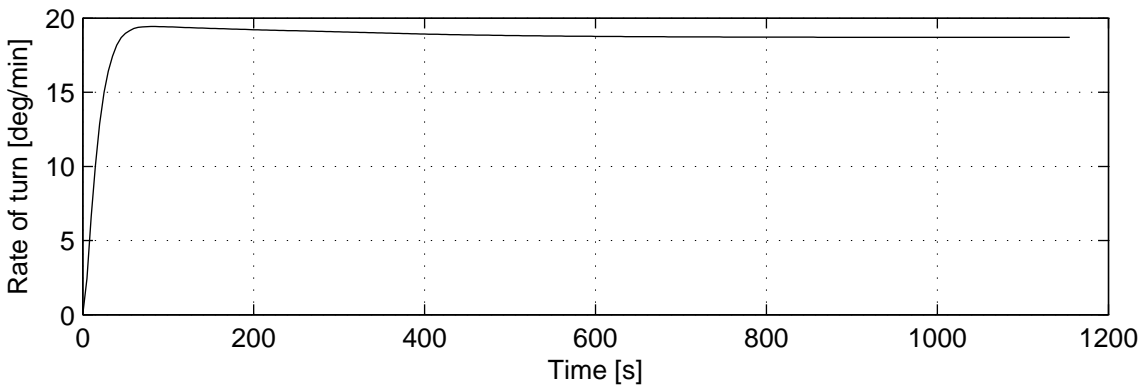
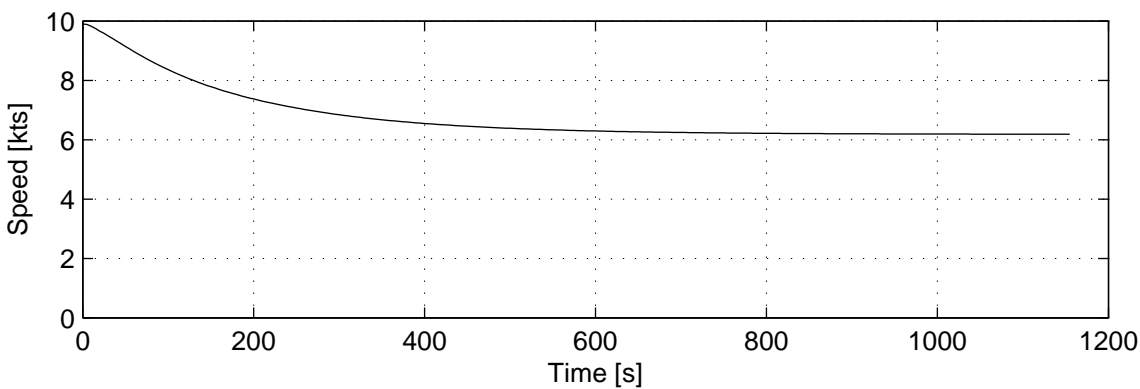
3. Turning Circle Starboard, Shallow Water

Initial Conditions and Controls

|                   |               |
|-------------------|---------------|
| Approach speed    | : 9.9 knots   |
| Rudder deflection | : -35 deg     |
| Water depth       | : $h/T = 1.2$ |

Results and Equilibrium Values

|                   |          |
|-------------------|----------|
| Advance           | : 876 m  |
| Transfer          | : 674 m  |
| Tactical diameter | : 1310 m |
| Steady diameter   | : 1172 m |



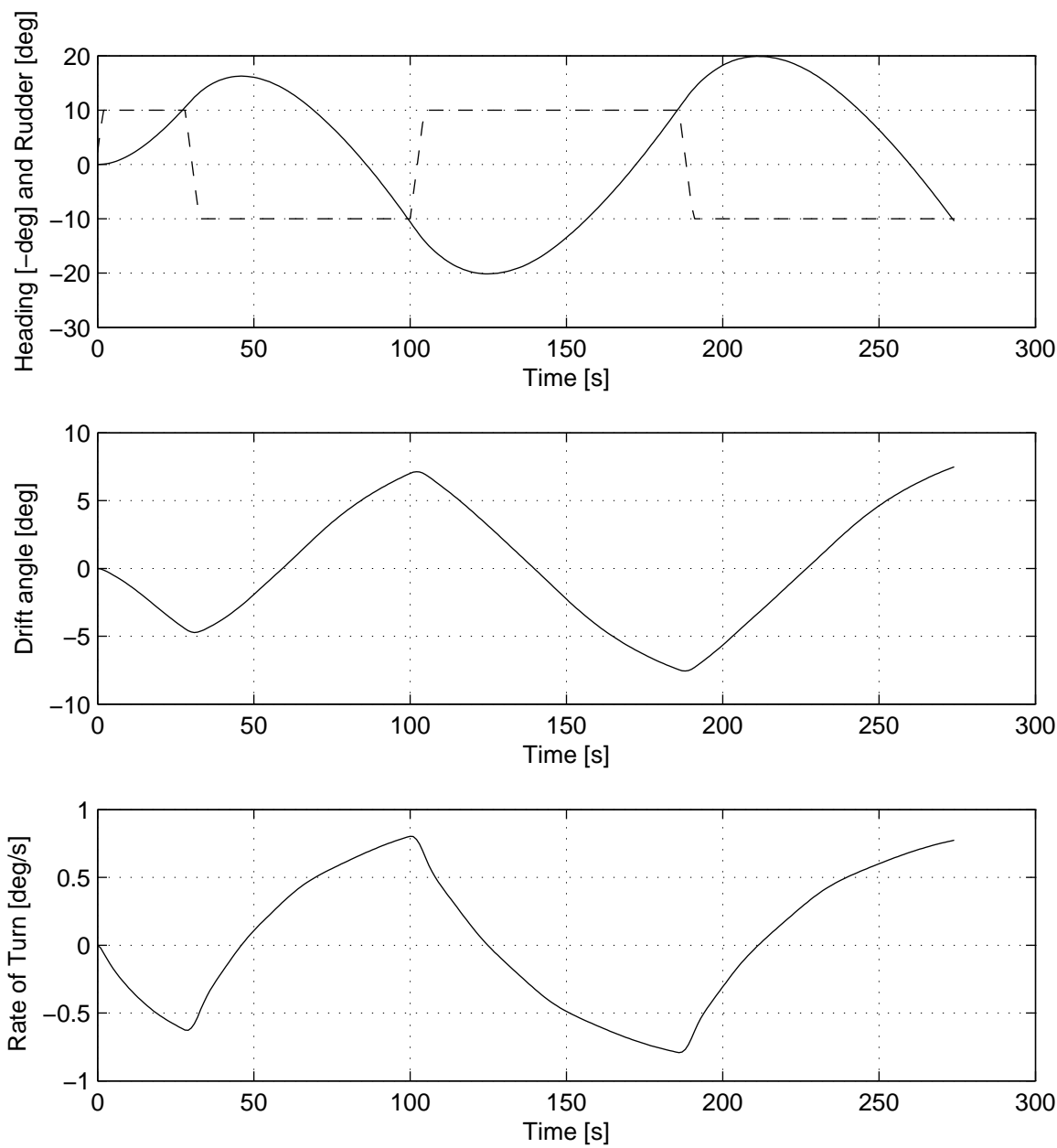
4. Zig-zag 10/10

Initial Conditions and Controls

Approach speed : 23.4 knots  
Rudder/heading deflection : 10/10 deg

Results and Equilibrium Values

1st Overshoot Angle : 6.3 deg  
2nd Overshoot Angle : 10.2 deg  
Initial turning ability : 323 m





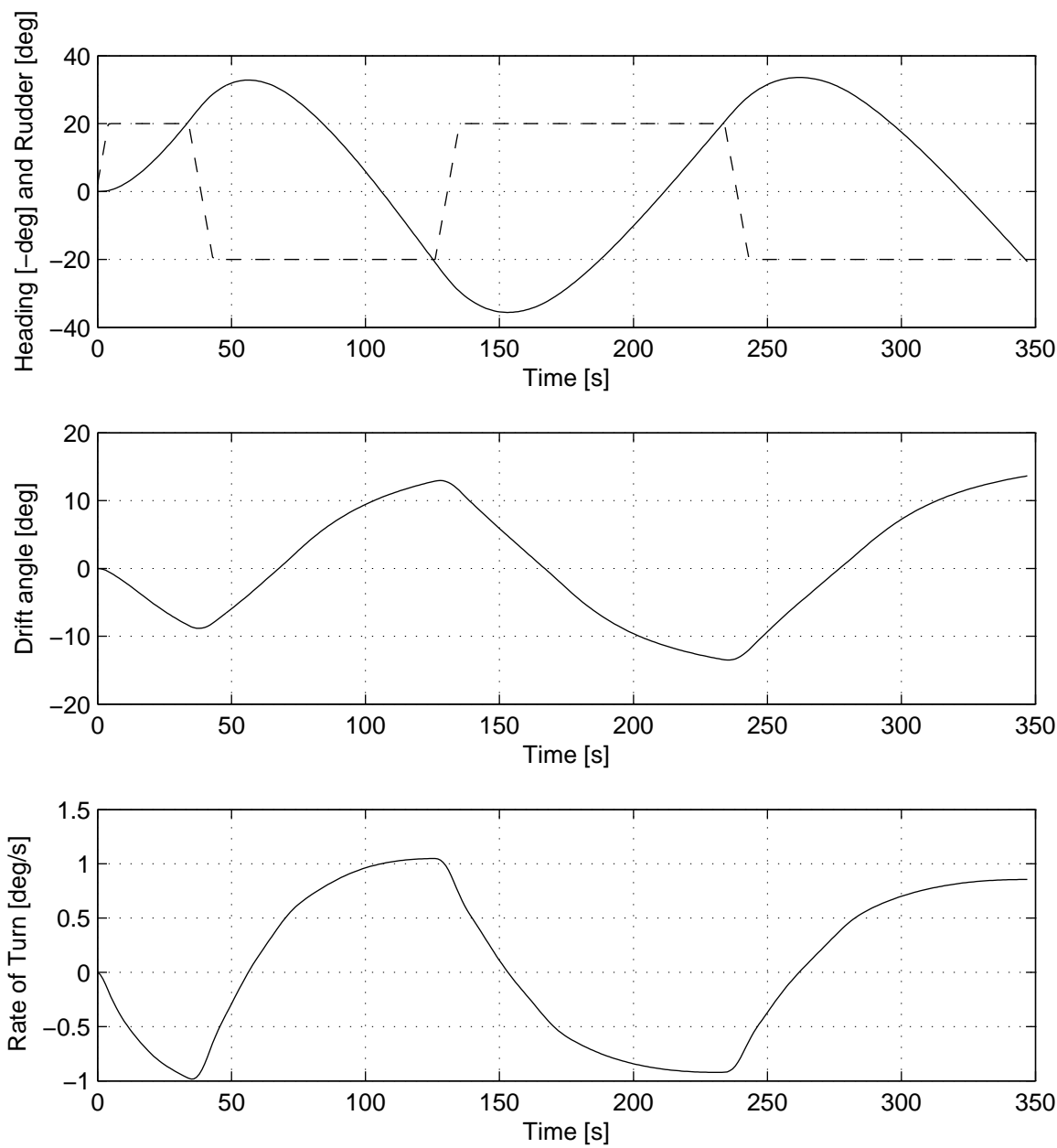
5. Zig-zag 20/20

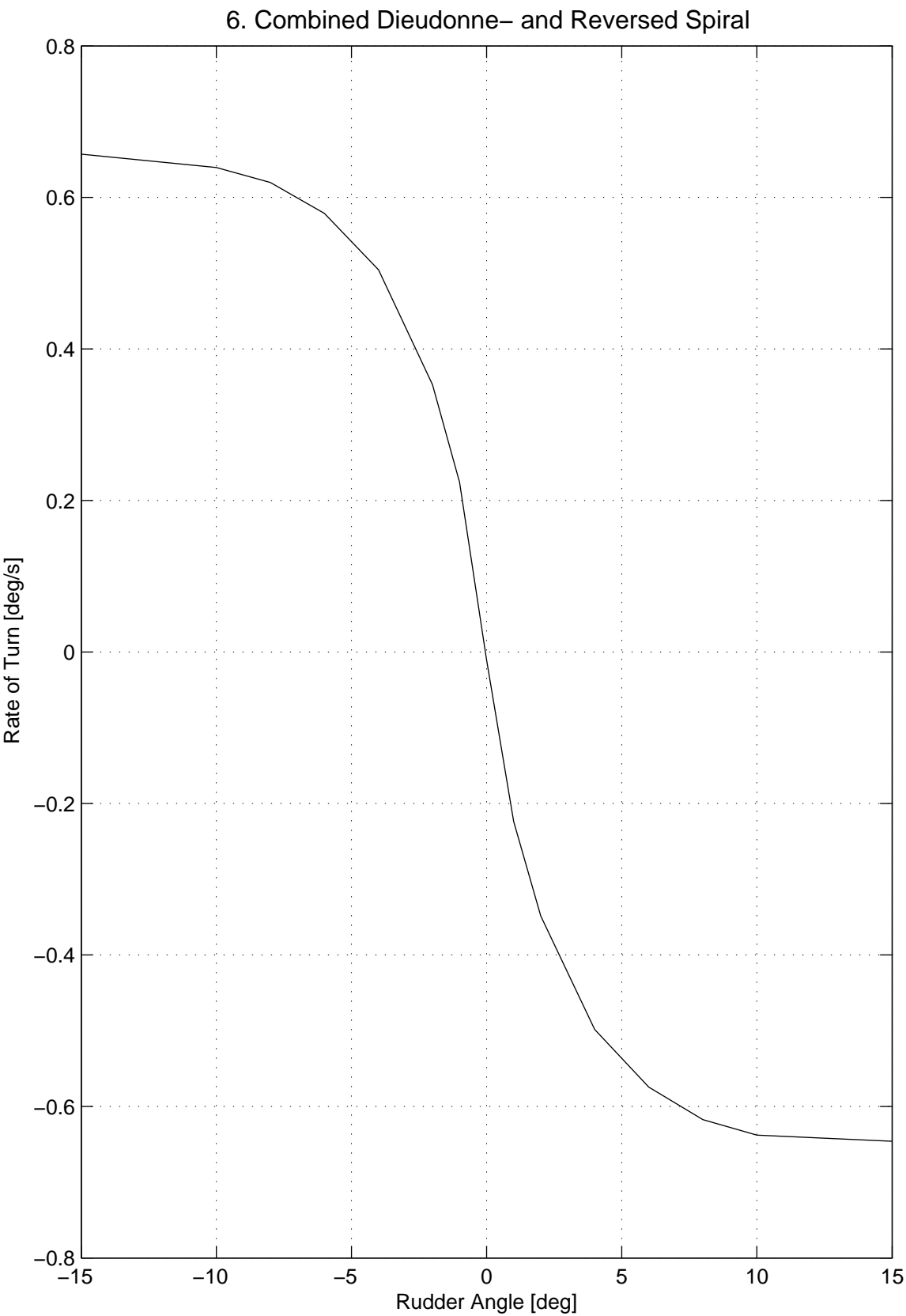
Initial Conditions and Controls

Approach speed : 23.4 knots  
Rudder/heading deflection : 20/20 deg

Results and Equilibrium Values

1st Overshoot Angle : 12.8 deg  
2nd Overshoot Angle : 15.6 deg  
Initial turning ability : 387 m





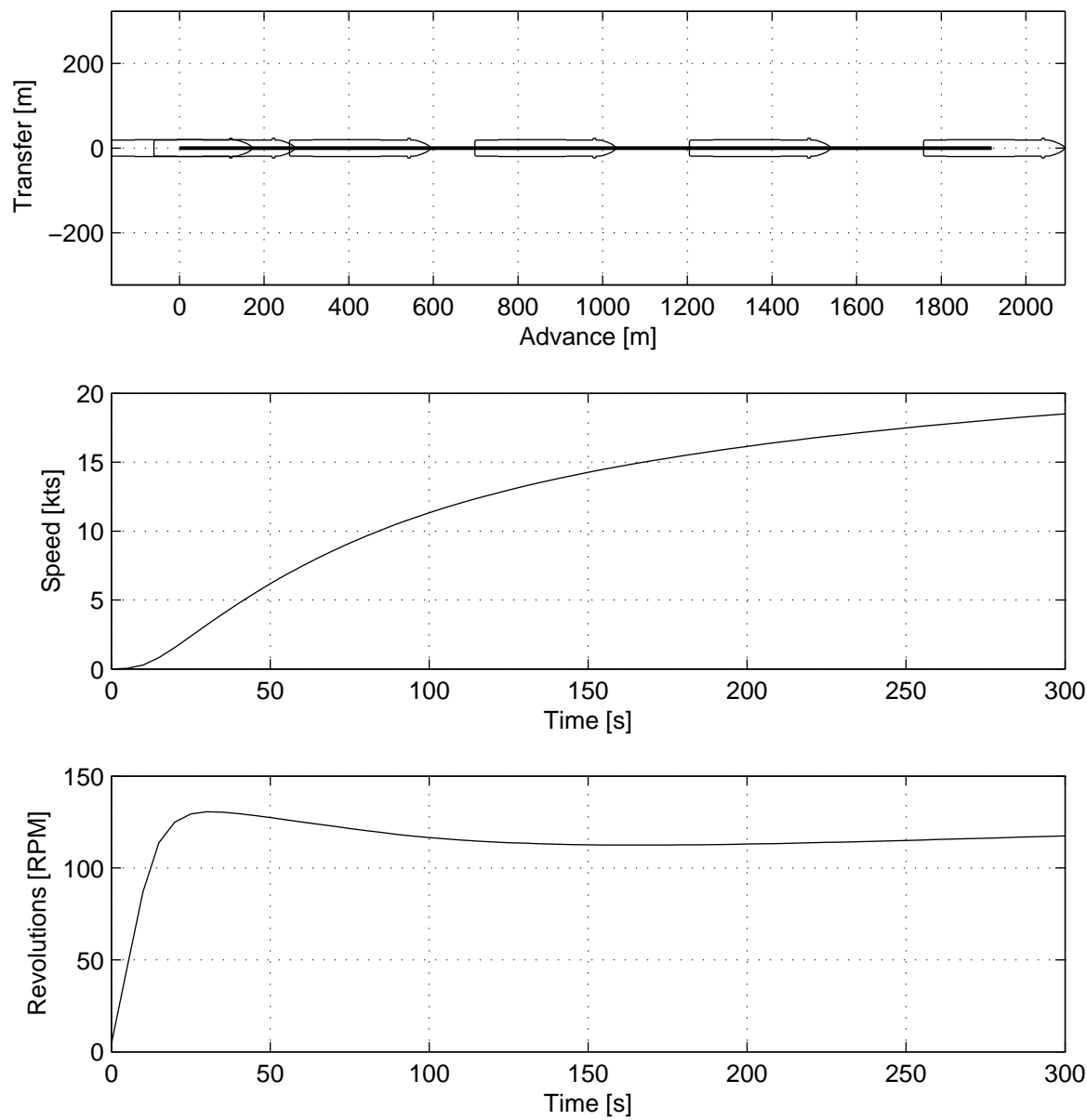
7. Acceleration

Initial Conditions and Controls

Initial speed : 0.0 knots  
Water depth :  $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : 1919 m  
Speed : 18.5 knots  
Revolutions : 117.5 RPM  
Time : 300 s



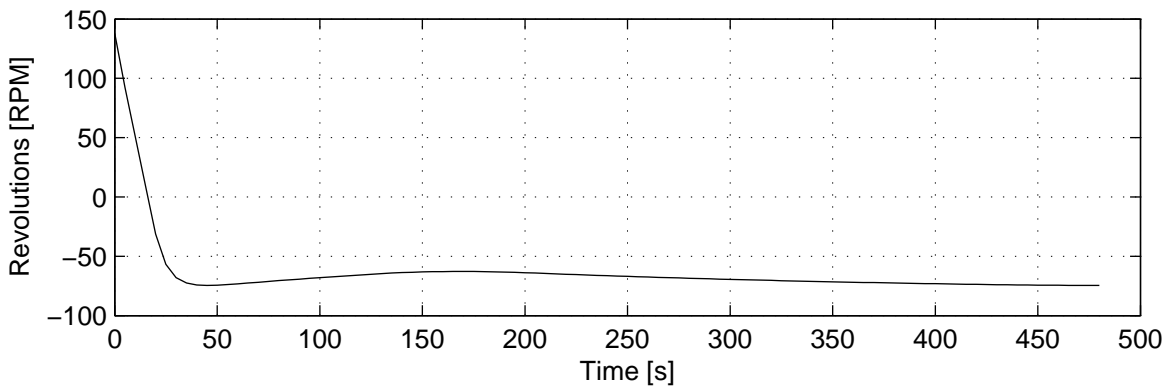
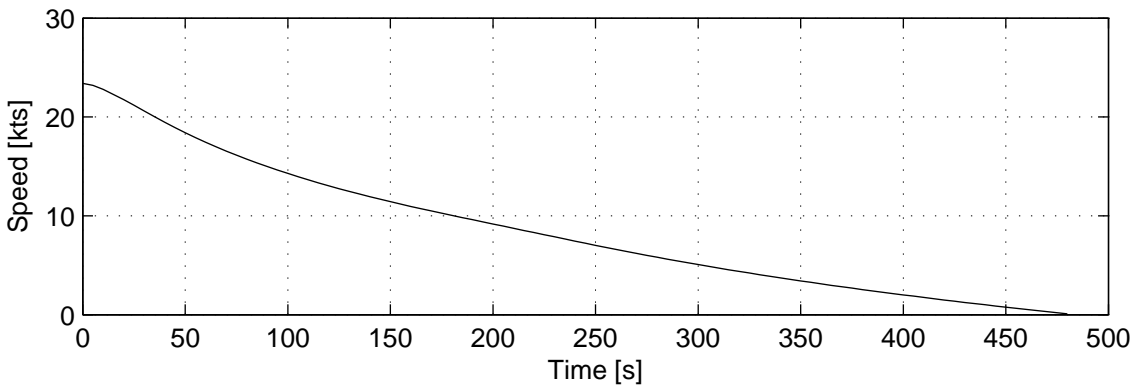
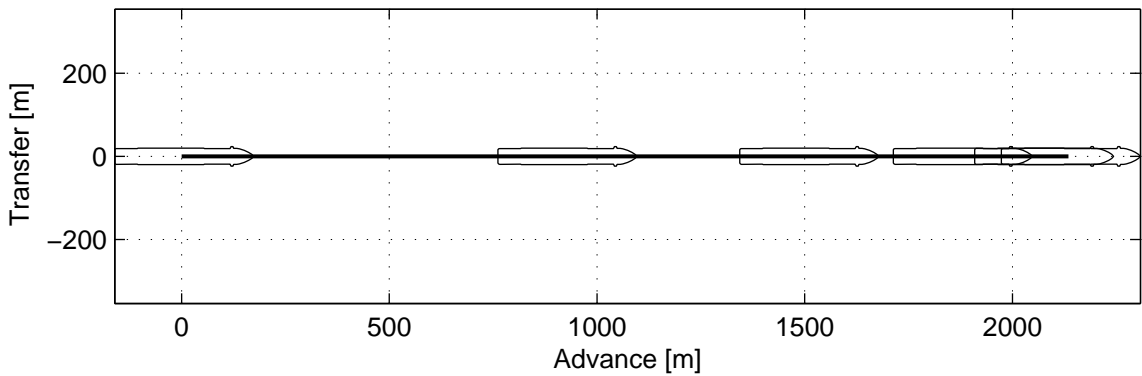
8. Crash Stop

Initial Conditions and Controls

Initial speed : 23.4 knots  
Water depth :  $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : 2135 m  
Speed : 0.1 knots  
Revolutions : -74.7 RPM  
Time : 480 s



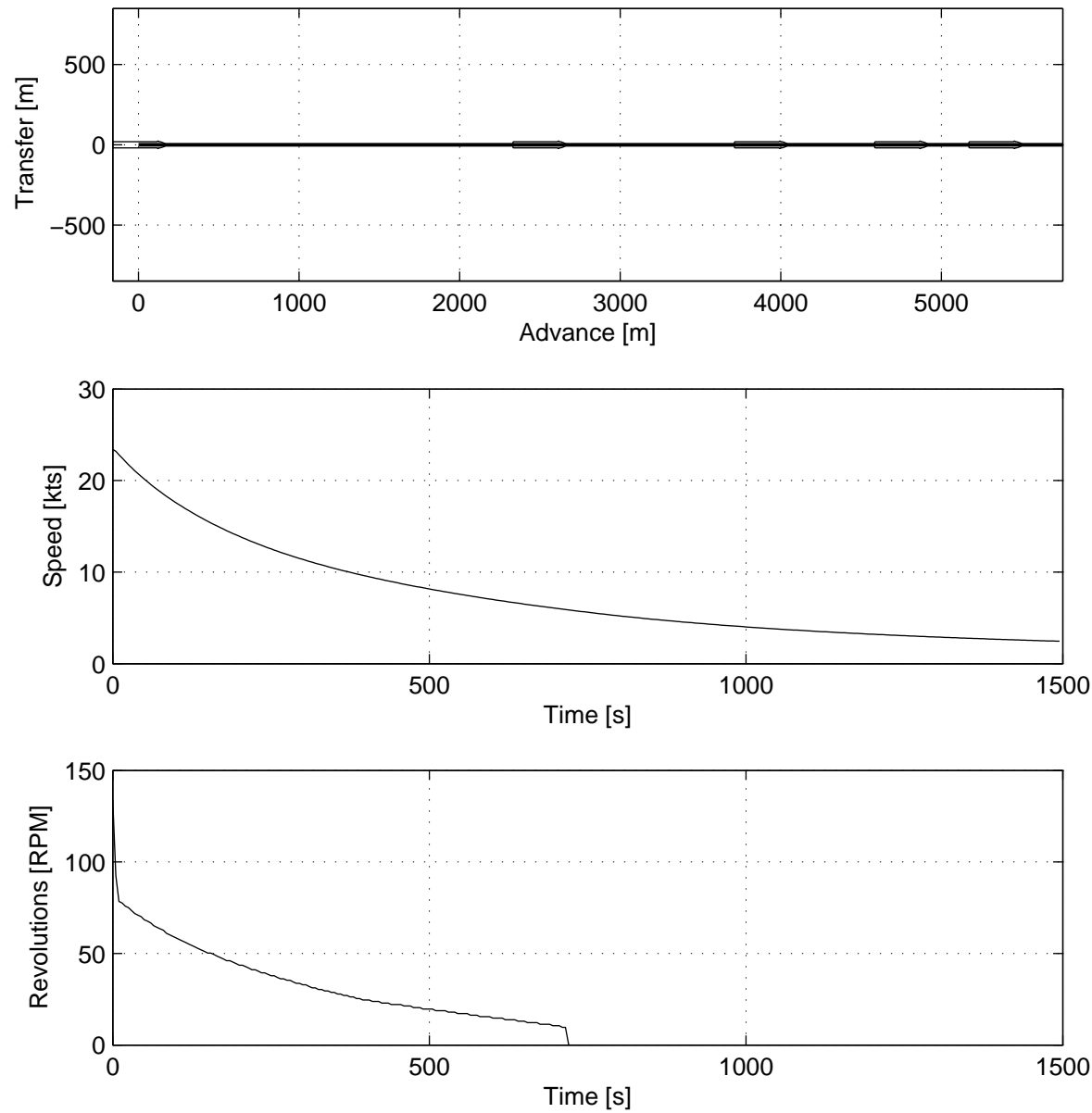
9. Coasting Stop

Initial Conditions and Controls

Initial speed : 23.4 knots  
Water depth :  $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : 5756 m  
Speed : 2.4 knots  
Revolutions : 0.0 RPM  
Time : 1495 s





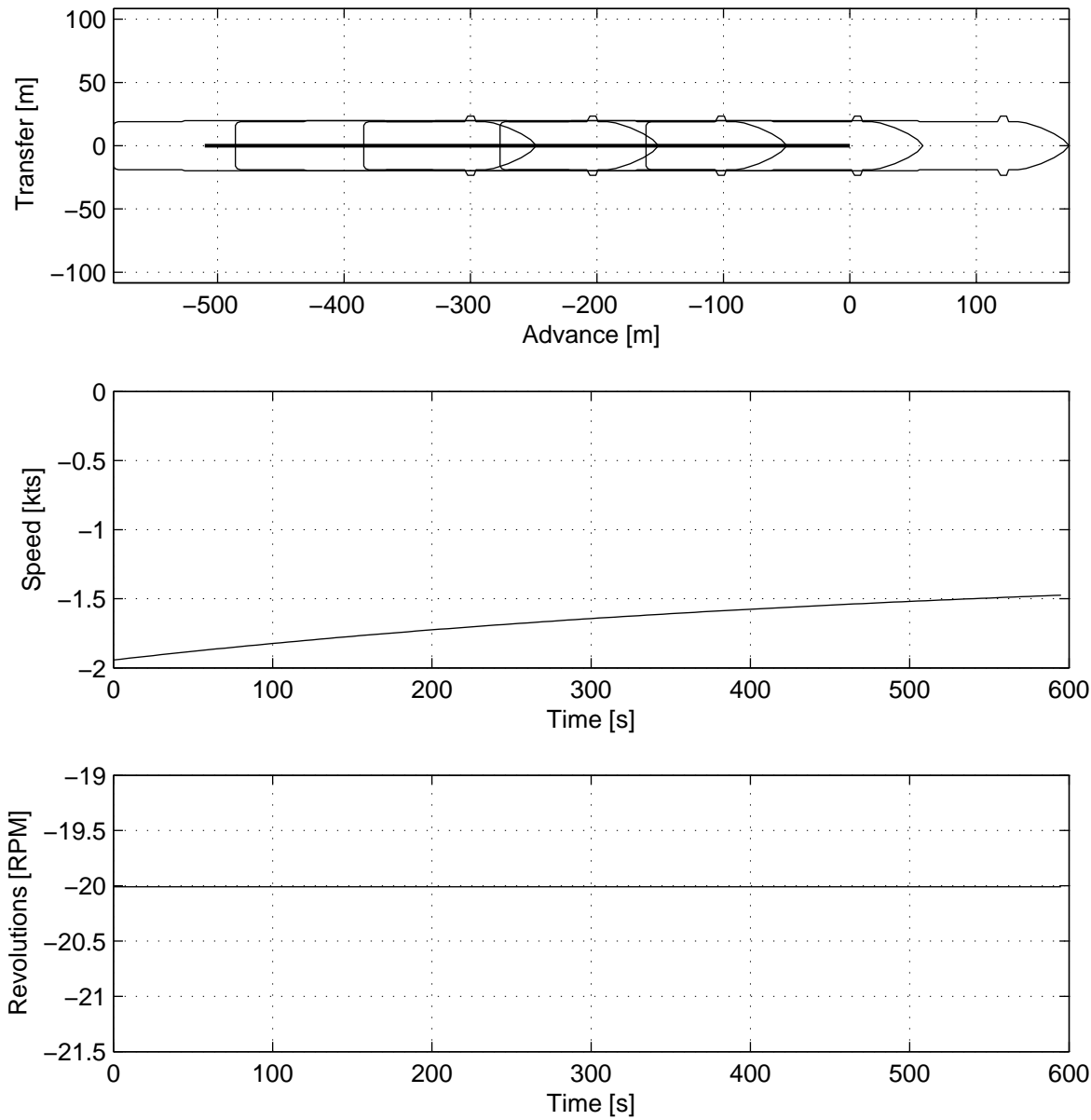
10. Going Astern

Initial Conditions and Controls

Initial speed : -1.9 knots  
Water depth :  $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : -510 m  
Speed : -1.5 knots  
Revolutions : -20.0 RPM  
Time : 595 s



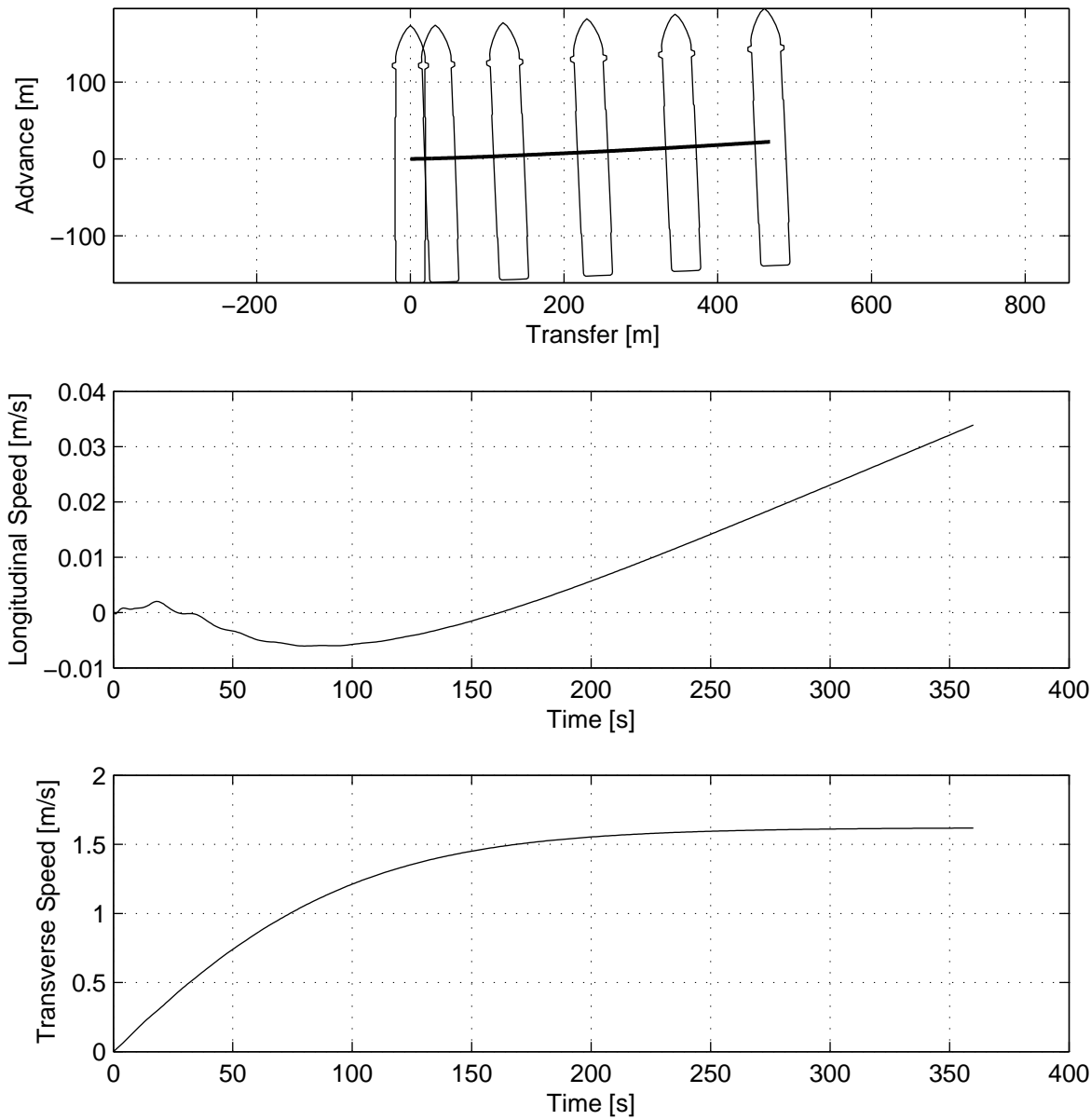
11. Drifting in Wind

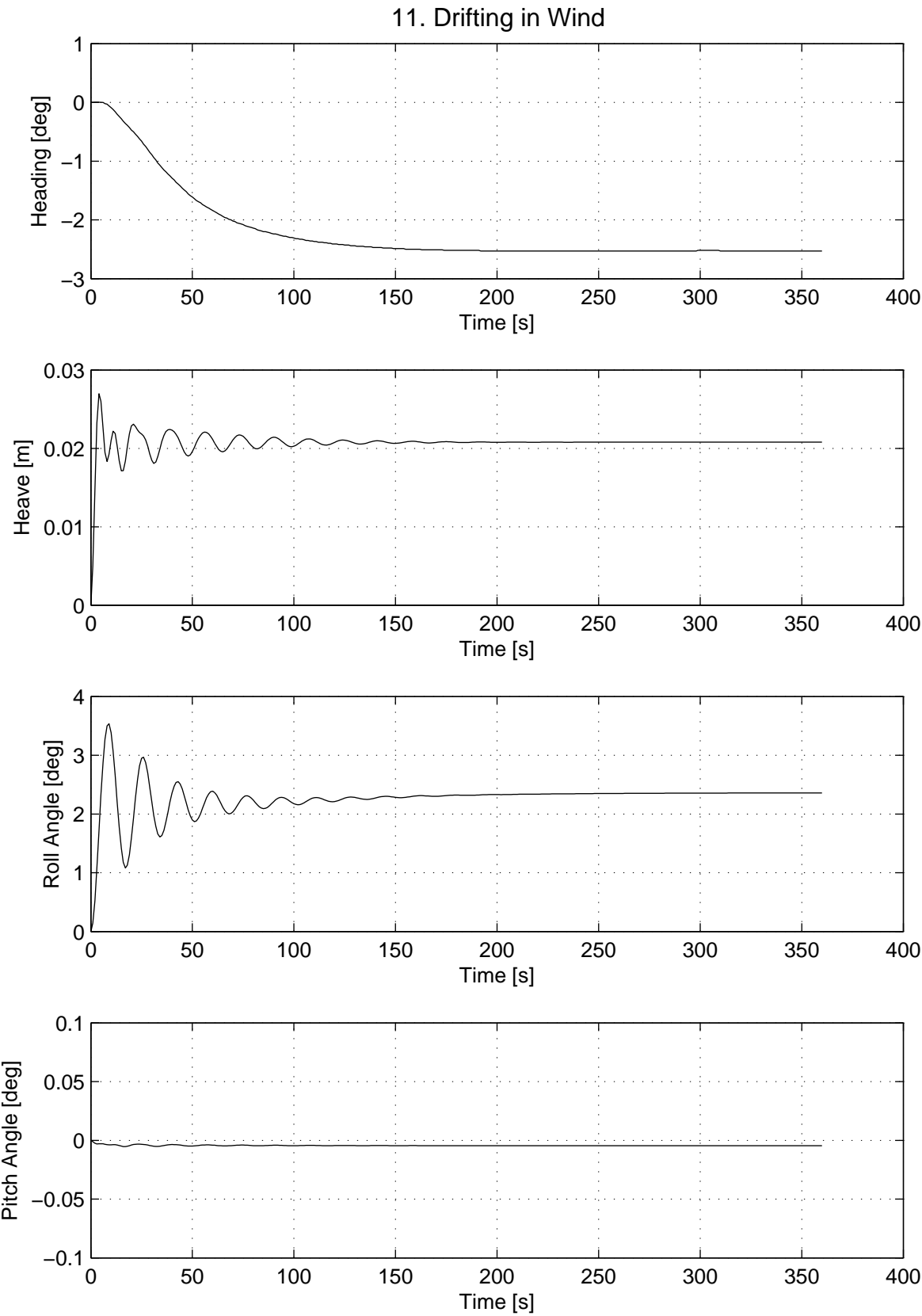
Initial Conditions and Controls

|                |                  |
|----------------|------------------|
| Water depth    | : $h/T = \infty$ |
| Wind speed     | : 15 m/s         |
| Wind direction | : 90 deg         |

Results and Equilibrium Values

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| Longitudinal Speed | : 0.0 m/s |
| Transverse Speed   | : 1.6 m/s |
| Roll Angle         | : 2.4 deg |





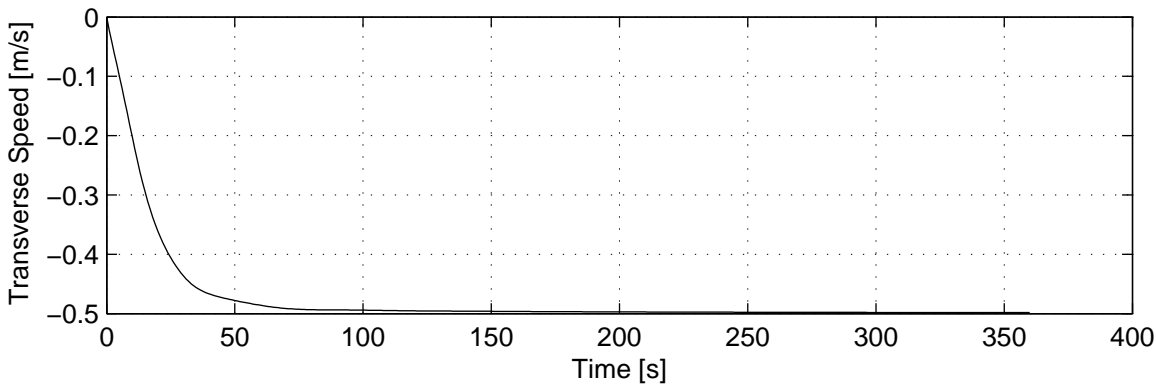
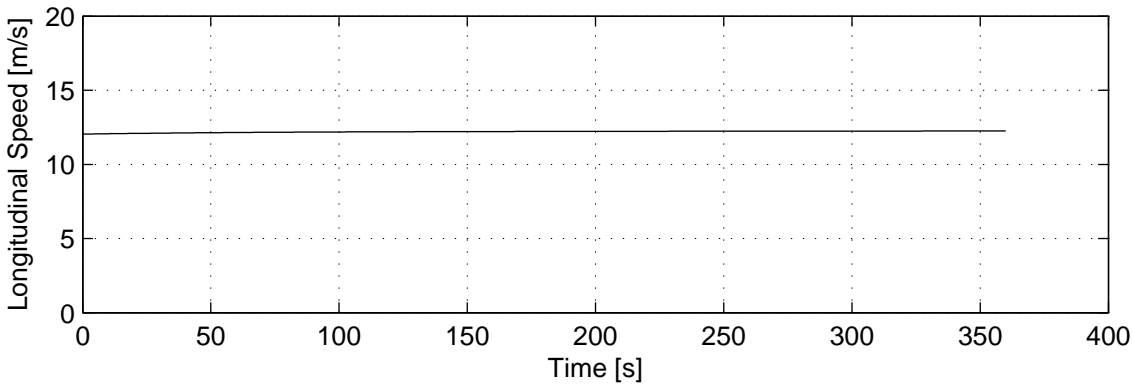
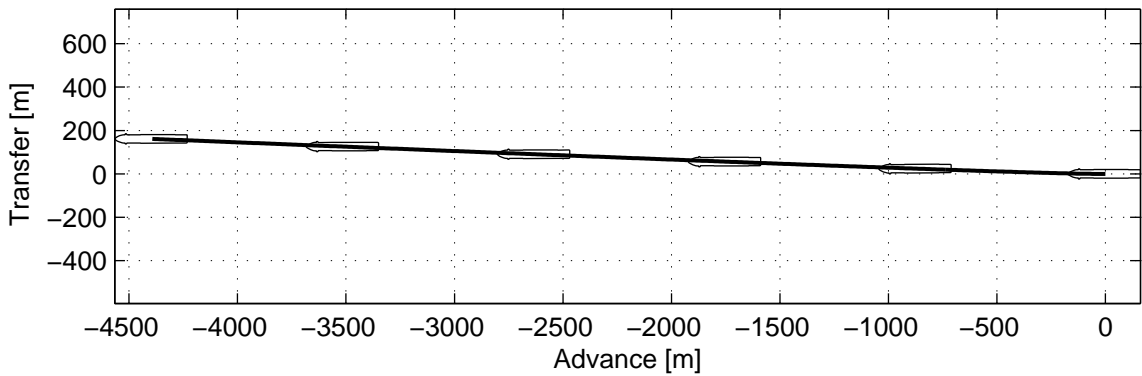
12. Sailing with Autopilot in Wind

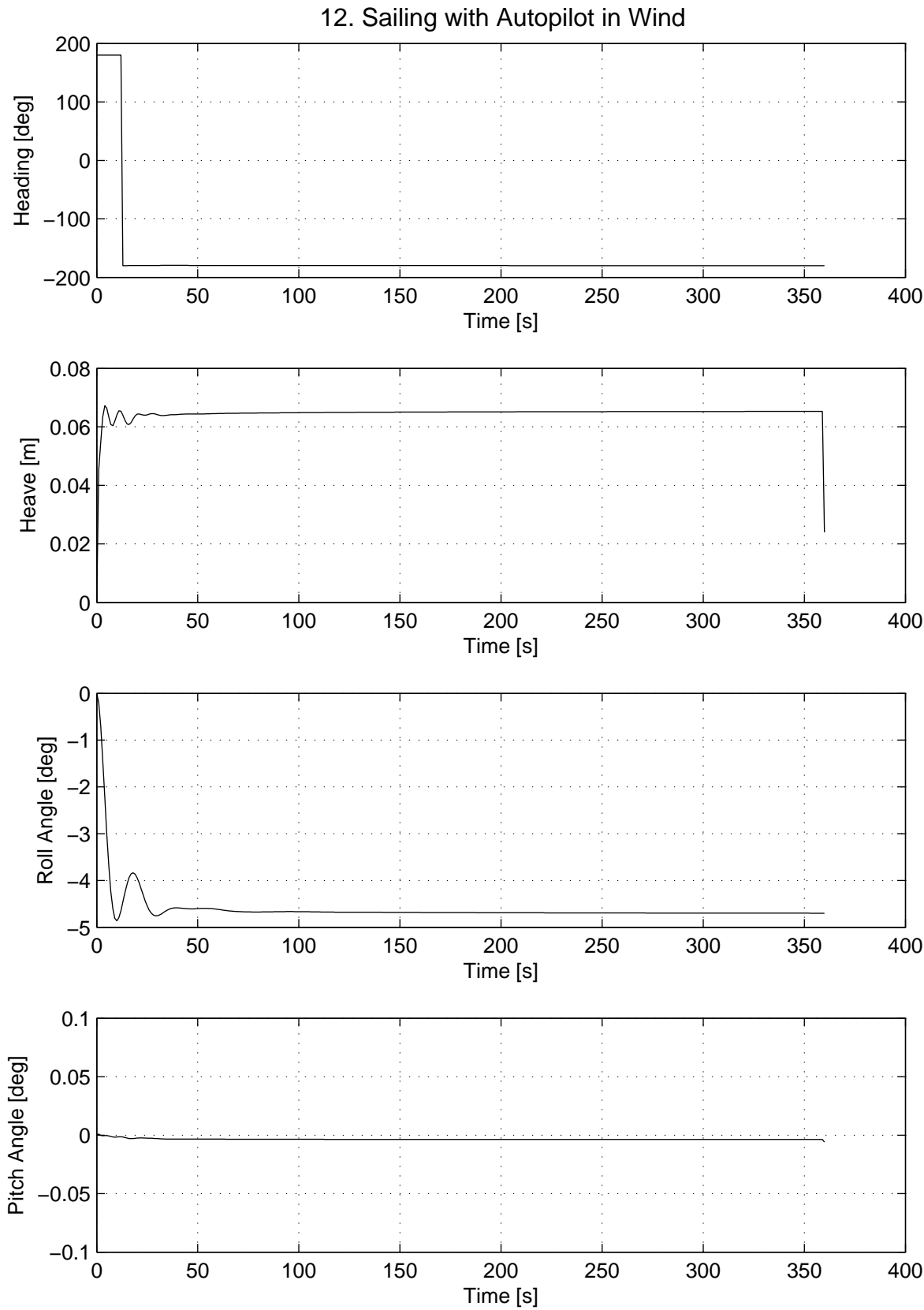
Initial Conditions and Controls

|                |                  |
|----------------|------------------|
| Water depth    | : $h/T = \infty$ |
| Wind speed     | : 15 m/s         |
| Wind direction | : 90 deg         |

Results and Equilibrium Values

|                    |            |
|--------------------|------------|
| Longitudinal Speed | : 12.3 m/s |
| Transverse Speed   | : -0.5 m/s |
| Roll Angle         | : -4.7 deg |







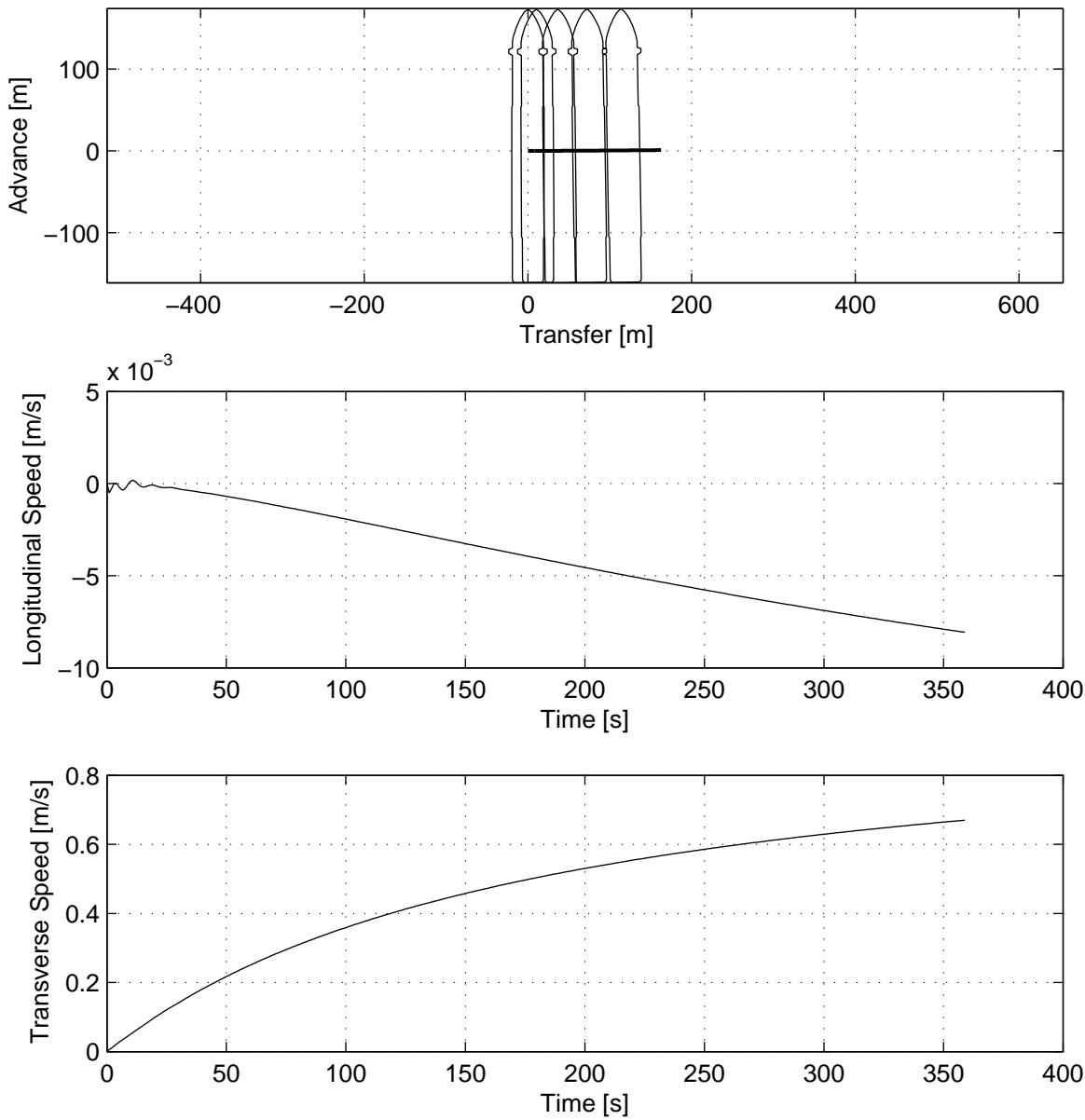
13. Drifting in Current

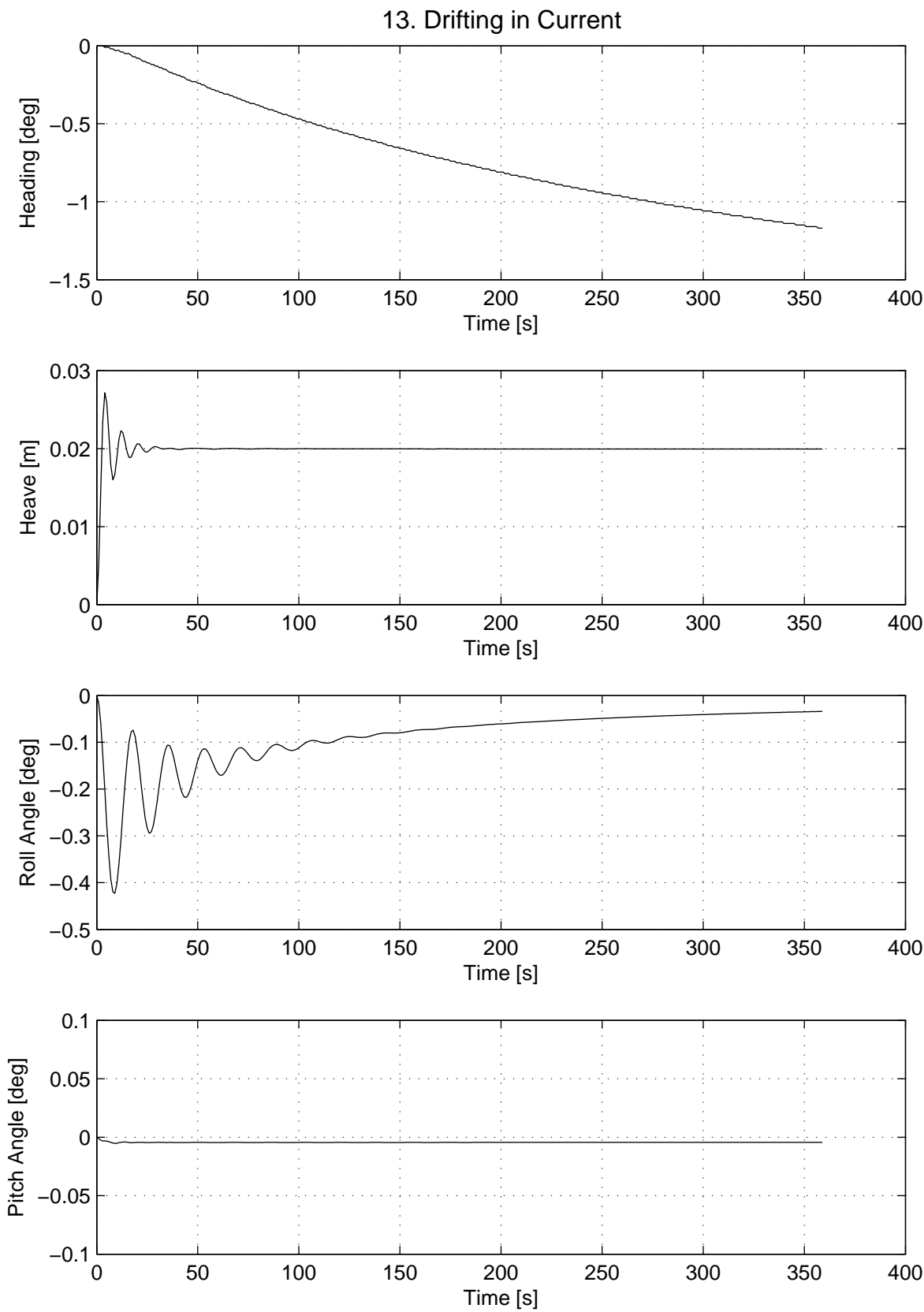
Initial Conditions and Controls

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| Water depth       | : $h/T = \infty$ |
| Current speed     | : 2 knots        |
| Current direction | : 90 deg         |

Results and Equilibrium Values

|                    |            |
|--------------------|------------|
| Longitudinal Speed | : -0.0 m/s |
| Transverse Speed   | : 0.7 m/s  |
| Roll Angle         | : -0.0 deg |





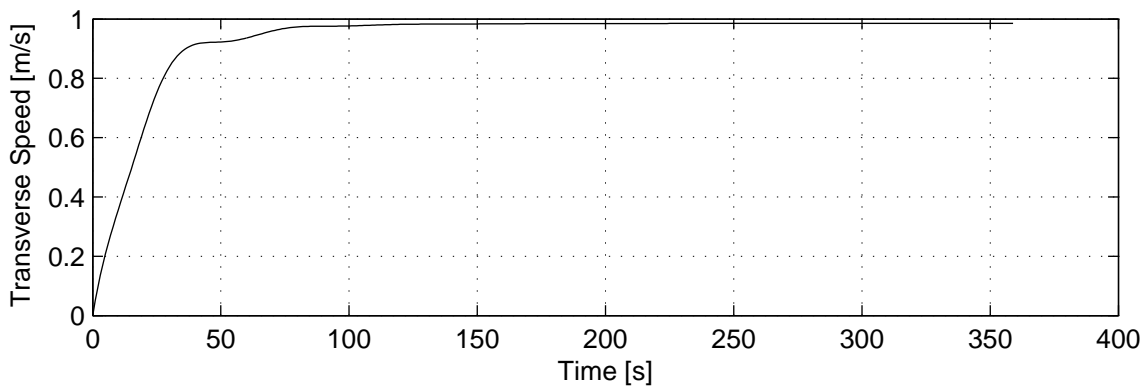
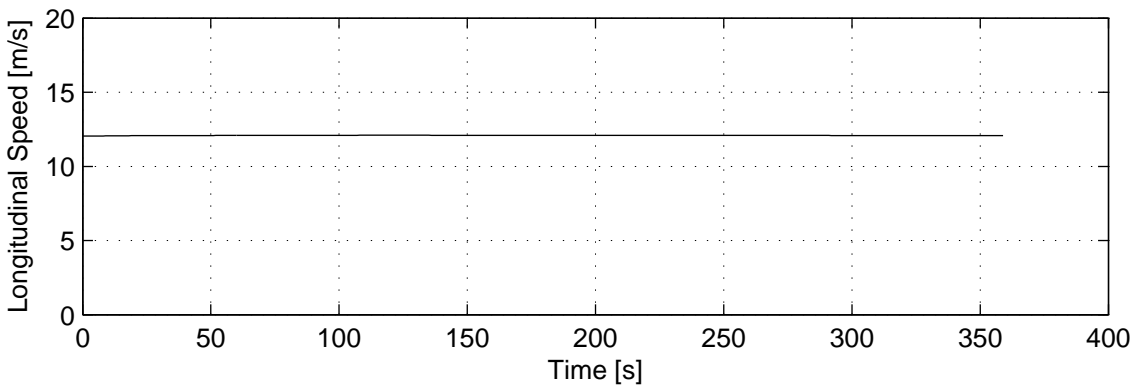
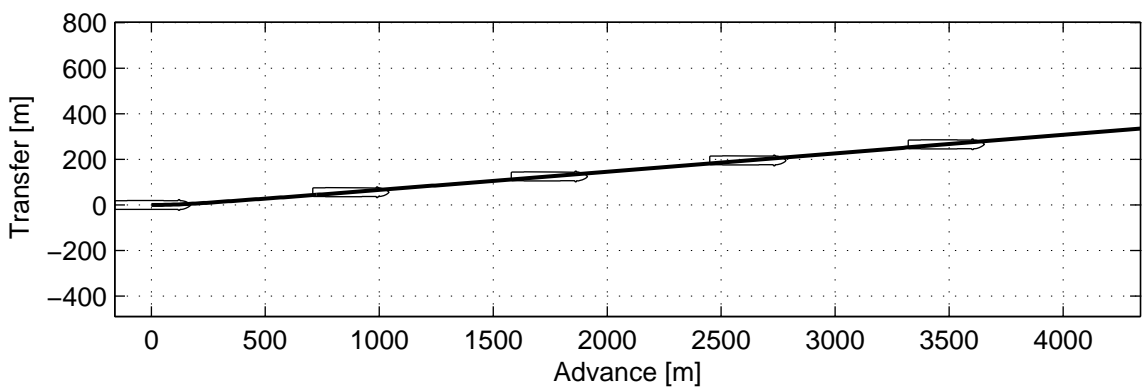
14. Sailing with Autopilot in Current

Initial Conditions and Controls

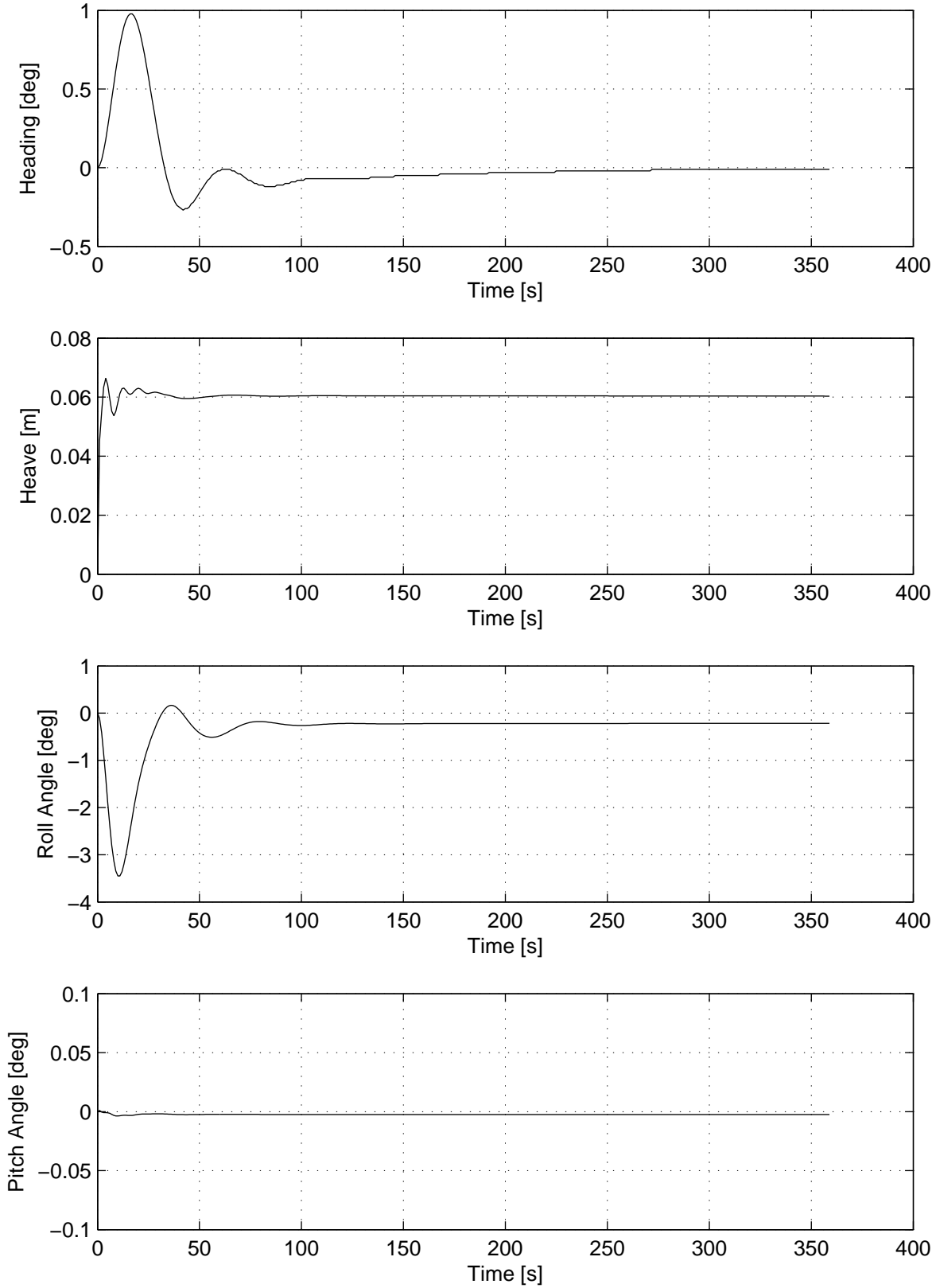
Water depth :  $h/T = \infty$   
Current speed : 2 knots  
Current direction : 90 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : 12.1 m/s  
Transverse Speed : 1.0 m/s  
Roll Angle : -0.2 deg



14. Sailing with Autopilot in Current



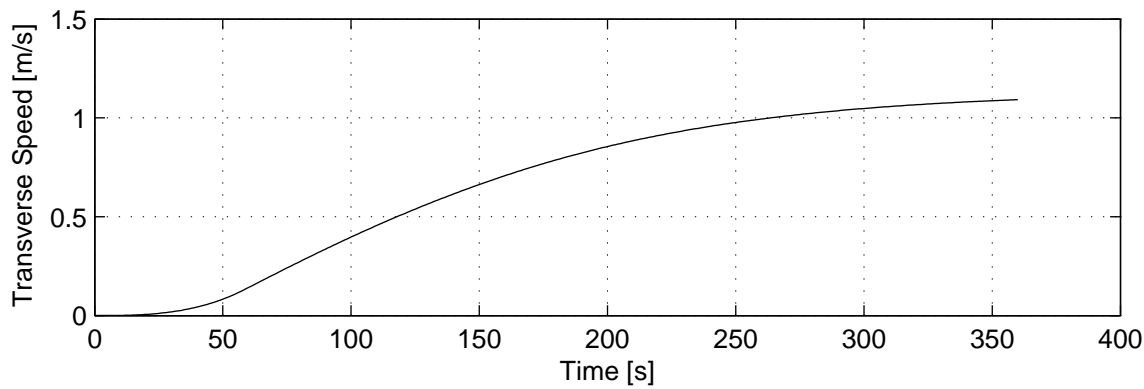
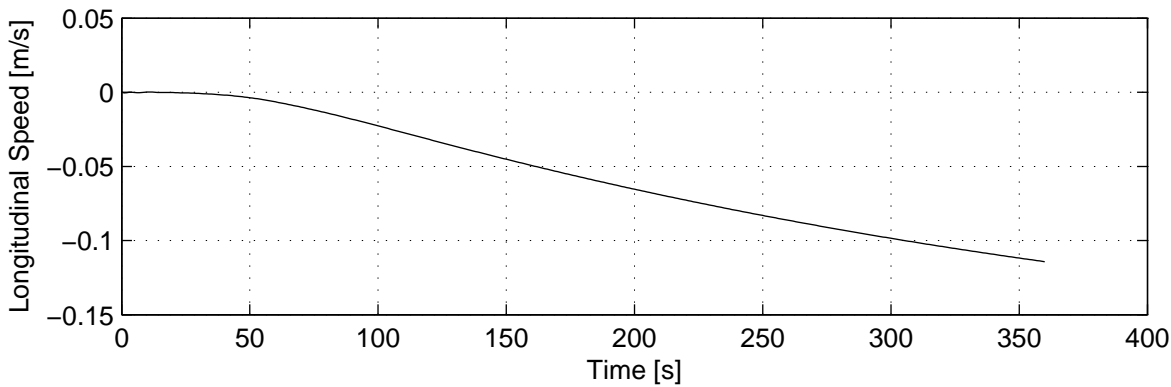
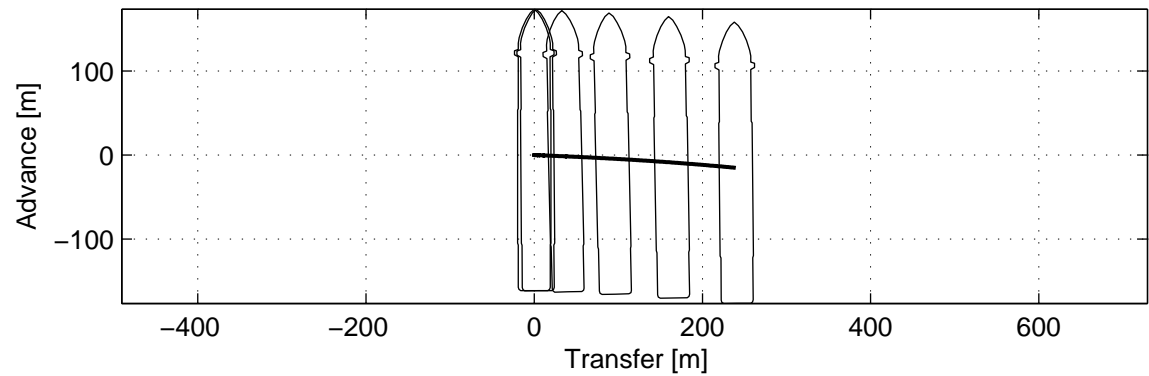
15. Drifting in Waves

Initial Conditions and Controls

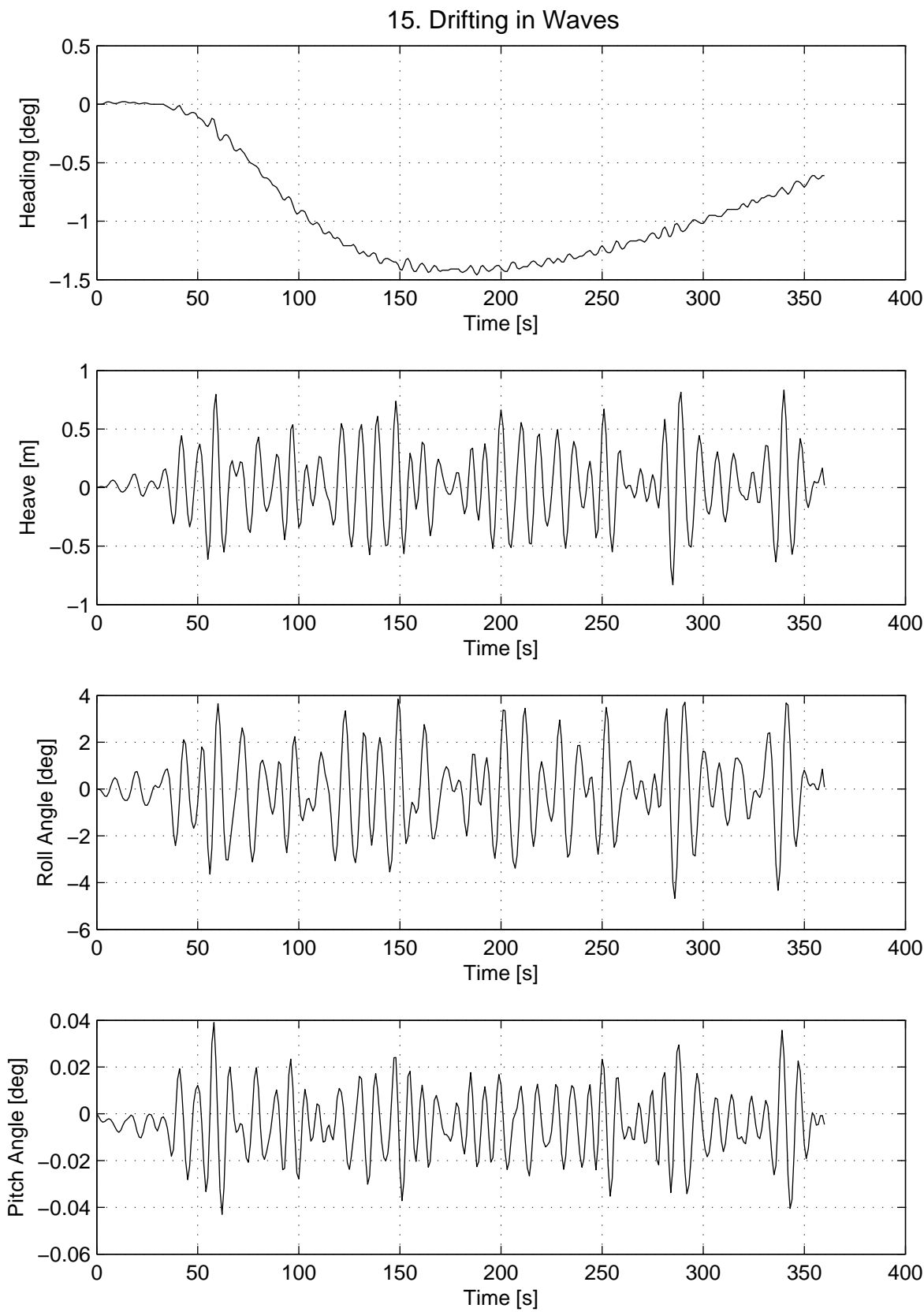
|                  |                  |
|------------------|------------------|
| Water depth      | : $h/T = \infty$ |
| Wave height (Hs) | : 3 m            |
| Wave period (Tp) | : 9.1 s          |
| Wave direction   | : 90 deg         |

Results and Equilibrium Values

|                    |            |
|--------------------|------------|
| Longitudinal Speed | : -0.1 m/s |
| Transverse Speed   | : 1.1 m/s  |
| Maximum Roll Angle | : 3.8 deg  |







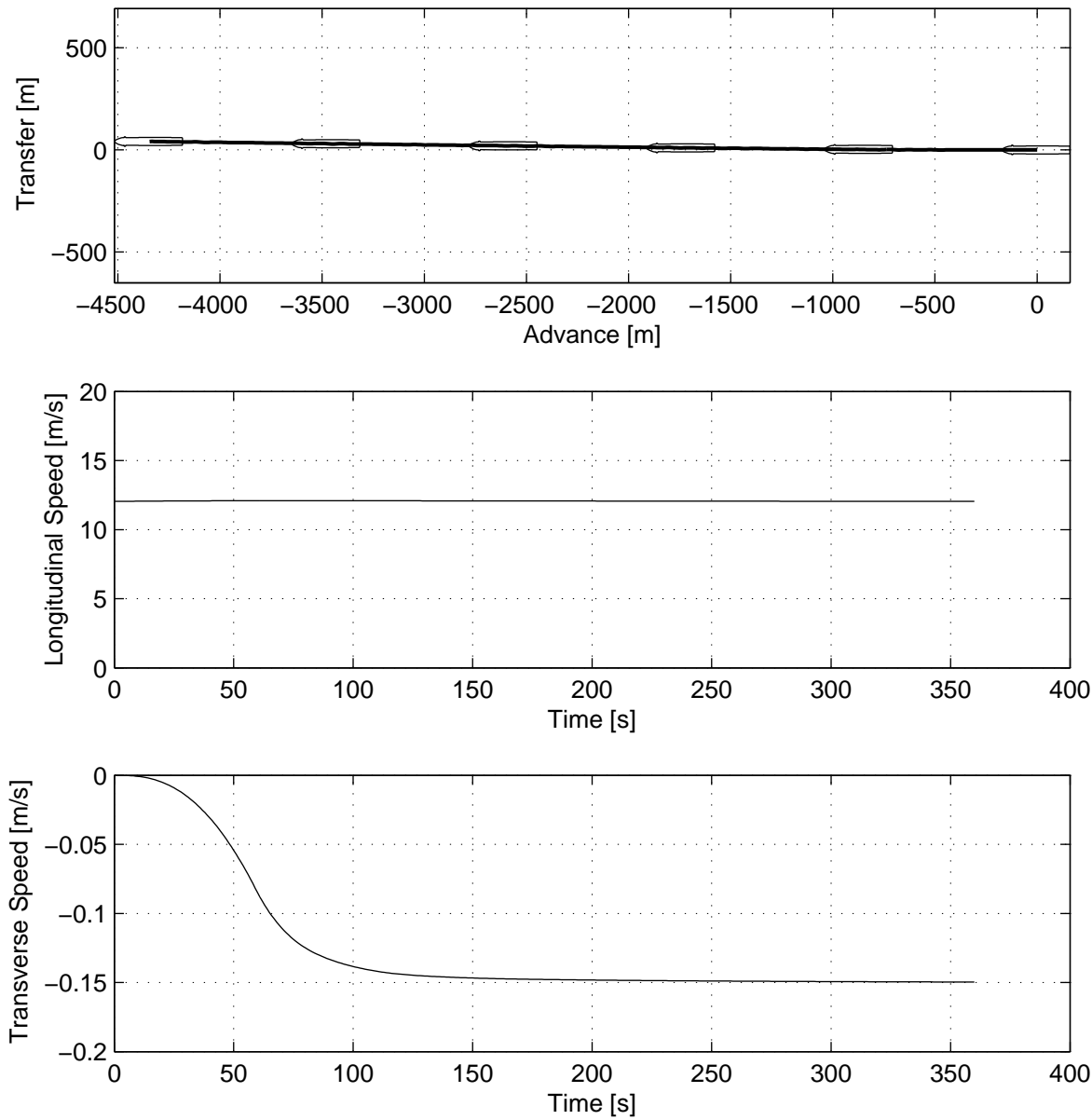
16. Sailing with Autopilot in Waves

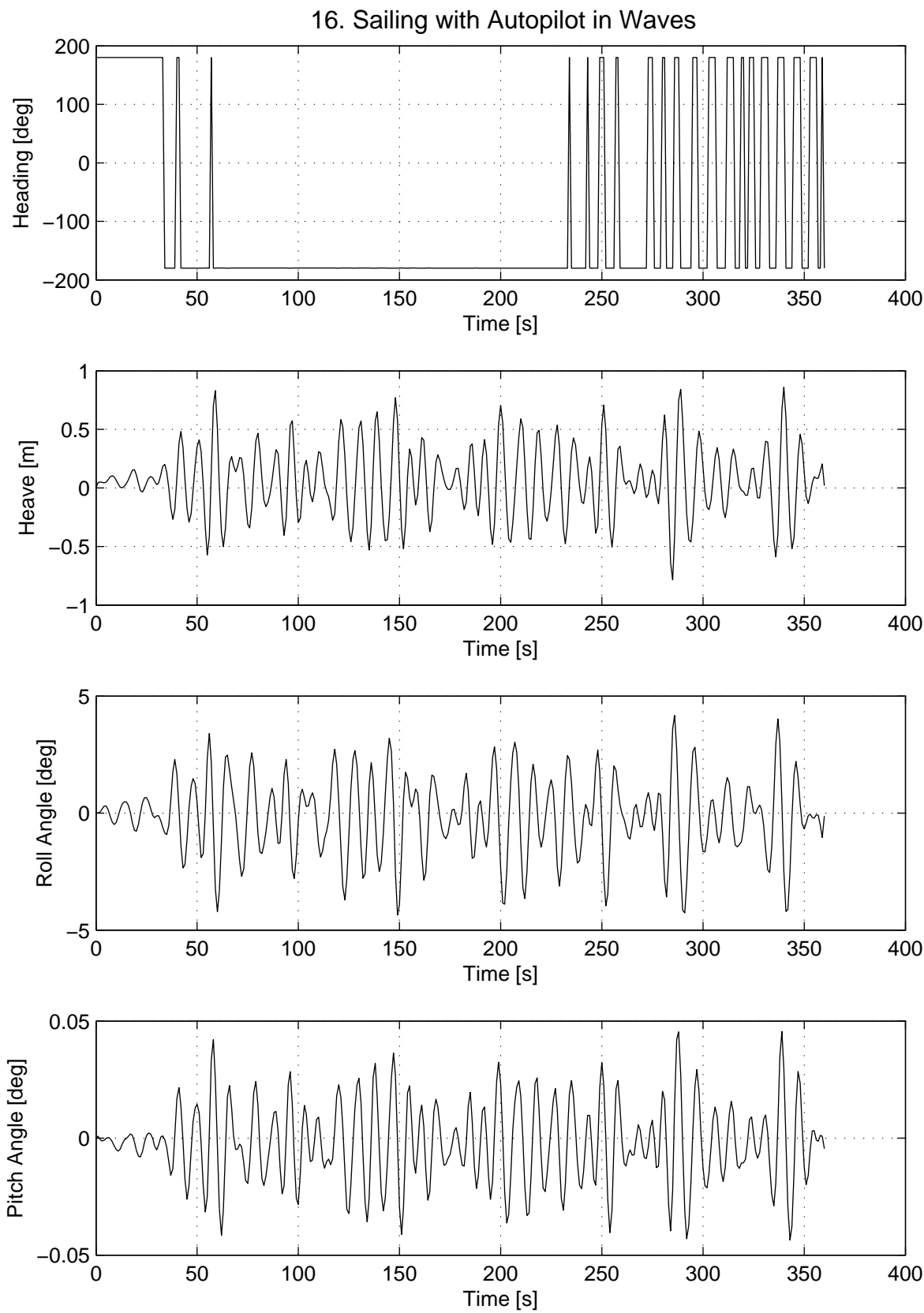
Initial Conditions and Controls

|                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| Water depth           | : $h/T = \infty$ |
| Wave height ( $H_s$ ) | : 3 m            |
| Wave period ( $T_p$ ) | : 9.1 s          |
| Wave direction        | : 90 deg         |

Results and Equilibrium Values

|                    |            |
|--------------------|------------|
| Longitudinal Speed | : 12.0 m/s |
| Transverse Speed   | : -0.1 m/s |
| Maximum Roll Angle | : 4.2 deg  |







## **Mathematical Ship Model No. 3230**

**"Bolero"**

FORCE 113-01184 / 2013-04-12

**Title of report and Project No.:**

## Ship Description

Ship 3230

Container Ship

Loaded Condition

"Bolero"

**Client:**

**Author(s):** Ole Tersløv

**Ref.:** 113-01184

**Date:** 2013-04-12

**Approved by:**

| <b>Revision</b> | <b>Description</b>   | <b>By:</b> | <b>Checked:</b> | <b>Approved:</b> | <b>Date:</b> |
|-----------------|----------------------|------------|-----------------|------------------|--------------|
| 3               | Low Speed Adjustment | OT         | GEV             |                  | 2013-04-12   |
| 2               | Updated version      | GEV        | JFO             |                  | 2011-09-12   |
| 1               | Original version     | JUR        | PJU             |                  | 2004-02-10   |

**Keywords:**

Manoeuvring characteristics  
Ship characteristics  
Equilibrium speeds

**Classification:**

Open  
Internal  
**X** Confidential



## List of Contents

|  | <b>Page</b> |
|--|-------------|
| <b>1 Ship Description .....</b>                  | <b>1</b>    |
| <b>2 Basis for Mathematical Ship Model .....</b> | <b>1</b>    |
| <b>3 Manoeuvring Characteristics .....</b>       | <b>2</b>    |
| <b>4 Ship Particulars .....</b>                  | <b>3</b>    |
| <b>5 Equilibrium Speeds .....</b>                | <b>4</b>    |

## Appendix A: Plots of Standard and Check Manoeuvres

### Nomenclature and Definitions

|          |                                 |
|----------|---------------------------------|
| LCB      | Longitudinal centre of buoyancy |
| $L_{pp}$ | Length between perpendiculars   |
| R        | Radius of propeller             |
| T        | Draught                         |

The ship is defined in a right hand coordinate system with x positive forward and y positive to starboard. The path of the ship is referred to the origin of the ship, i.e. at the intersection between amidships and the centreline. Rudder angles are defined positive to port.

Wind direction : Wind coming from [angle]

Wave direction: Waves going to [angle]

Current direction: Current going to [angle]

## 1 Ship Description

The ship is a 245 m long and 32.2 m wide container ship. The vessel is modelled in loaded condition i.e. with a draught of 12.0 m and with a full load of containers. It is driven by a diesel engine of 35 MW and has a fixed pitch propeller. The speed at this draught is 23.8 knots. The vessel is equipped with one semi-spade rudder mounted in the centreline, one bow thruster and one stern thruster.

## 2 Basis for Mathematical Ship Model

The mathematical model of the ship is based on the model of similar ships. The sea keeping properties of the ship have been scaled from a similar ship to fit the conditions of the present ship. Wind load data has been obtained from wind tunnel test measurements of a similar ship.

The basis for the mathematical ship model is summarized in Table 2-1.

| <b>Effect (device)</b> | <b>Scaled from similar model</b> | <b>Predicted using database tool (ShipYard)</b> | <b>Specific model tests (PMM/ wind tunnel)</b> | <b>Specific calculations (CFD/ OMEGA)</b> | <b>Full scale trial data</b> |
|------------------------|----------------------------------|---|--|---|------------------------------|
| Hull hydrodynamics     |                                  | X   |  |   |                              |
| Shallow water effects  |                                  | X   |  |   |                              |
| Propulsion & rudder    | X                                |   |  |   |                              |
| Thrusters              | X                                |   |  |   |                              |
| Wave loads             | X                                |   |  |   |                              |
| Wind loads             | X                                |   |  |   |                              |
| Bank effects           | X                                |   |  |   |                              |
| Ship-ship interaction  | X                                |   |  |   |                              |
| Hydrostatic forces     | X                                |   |  |   |                              |
| Engine characteristic  | X                                |   |  |   |                              |
| Anchor characteristic  | X                                |   |  |   |                              |

Table 2-1: Basis for Mathematical Ship Model

### 3 Manoeuvring Characteristics

The manoeuvring characteristics of the vessel show that the ship is course unstable, as seen from the spiral curve. Its turning ability is normal as demonstrated by the turning circle test and the yaw-checking ability is above average with overshoot angles below the IMO limit. The stopping ability is just below the IMO limit of 15 ship lengths.

The ship behaves well in waves with only minor roll angles in 3 m waves (significant wave height).

The main manoeuvring characteristics of the ship model are listed in Table 3-1.

| Parameter                                      | Container Ship      | IMO limit          |
|--|---------------------|--------------------|
| Turning circle, Advance                        | $2.97 \cdot L_{pp}$ | $4.5 \cdot L_{pp}$ |
| Turning circle, Tactical diameter              | $3.23 \cdot L_{pp}$ | $5.0 \cdot L_{pp}$ |
| 10/10 zig-zag, 1 <sup>st</sup> overshoot angle | 7.8 deg             | 14.5 deg           |
| 10/10 zig-zag, 2 <sup>nd</sup> overshoot angle | 15.1 deg            | 31.7 deg           |
| 20/20 zig-zag, 1 <sup>st</sup> overshoot angle | 13.5 deg            | 25.0 deg           |
| Crash stop, Track reach                        | $14.8 \cdot L_{pp}$ | $15 \cdot L_{pp}$  |

Table 3-1: Manoeuvring Characteristics

Track plots and time series from simulated standard manoeuvres are given in Appendix A.

#### 4 Ship Particulars

| Type of ship<br>Condition<br>Ship No.   |                | Container Ship<br>Loaded<br>3230 |
|---|----------------|----------------------------------|
| Length between Perpendiculars           | m              | 231.0                            |
| Length overall                          | m              | 245.0                            |
| Breadth moulded                         | m              | 32.20                            |
| Depth moulded to upper deck             | m              | 20.1                             |
| Draught fore/aft                        | m              | 12.0 / 12.0                      |
| Displacement                            | m <sup>3</sup> | 56500                            |
| Wetted Surface                          | m <sup>2</sup> | 9656                             |
| Frontal wind Area                       | m <sup>2</sup> | 727                              |
| Lateral wind Area                       | m <sup>2</sup> | 4800                             |
| Block Coefficient based on $L_{pp}$     | -              | 0.633                            |
| Trim by the Stern                       | %              | 0                                |
| Metacentric Height                      | m              | 1.27                             |
| LCB, % of $L_{pp}$ forw. of $L_{pp}/2$  | %              | -1.73                            |
| Radius of Inertia, % of $L_{pp}$        | %              | 25.0                             |
| Type of Engine                          |                | Diesel                           |
| Number of Propellers                    |                | 1                                |
| Type of Propellers                      |                | FP                               |
| Direction of Rotation                   |                | Clockwise                        |
| Number of Blades                        |                | 5                                |
| Propeller Diameter                      | m              | 8.0                              |
| Pitch Ratio at 0.7·R max.               |                | 1.20                             |
| Area Ratio                              |                | 0.80                             |
| Shaft Power (ahead) total               | kW             | 35000                            |
| Number of Rudders                       |                | 1                                |
| Type of Rudders                         |                | Semi Spade                       |
| Position off CL                         | m              | 0                                |
| Area of Rudder (movable part)           | m <sup>2</sup> | 44.0                             |
| Total rudder Area/( $L_{pp} \times T$ ) | %              | 1.59                             |
| Turning Velocity of Rudder (two Pumps)  | deg/s          | 4.6                              |
| Max. rudder Angle                       | deg            | 35                               |
| Anchor Weight                           | kg             | 2 x 10169                        |
| Chain Weight                            | kg/m           | 152.5                            |
| Number of bow Thrusters                 |                | 1                                |
| Nominal bow thruster Power              | kW             | 800 ~ 11 t                       |
| Number of stern Thrusters               |                | 1                                |
| Nominal stern thruster Power            | kW             | 520 ~ 7 t                        |

Table 4-1: Ship Particulars

## 5 Equilibrium Speeds

| Ship<br>Engine<br>Setting | Propeller |       | Speed, knots |          |
|---------------------------|-----------|-------|--------------|----------|
|                           | RPM       | Pitch | 1000 m       | 14.40 m  |
| 1.0                       | 85        | 1.20  | 23.8         | Grounded |
| 0.8                       | 67        | "     | 19.6         | Grounded |
| 0.5                       | 52        | "     | 15.4         | Grounded |
| 0.25                      | 36        | "     | 10.7         | 10.3     |
| 0.125                     | 26        | "     | 7.6          | 7.0      |
| -0.125                    | -26       | "     | -4.5         | -3.0     |
| -0.25                     | -36       | "     | -7.8         | -6.1     |
| -0.5                      | -52       | "     | -11.3        | -9.3     |
| -1.0                      | -67       | "     | -14.7        | -11.5    |

*Table 5-1: Propeller RPM and pitch, and equilibrium speeds for various handle settings for two water depths: deep water and shallow water corresponding to 1.2 times the mean draught.*



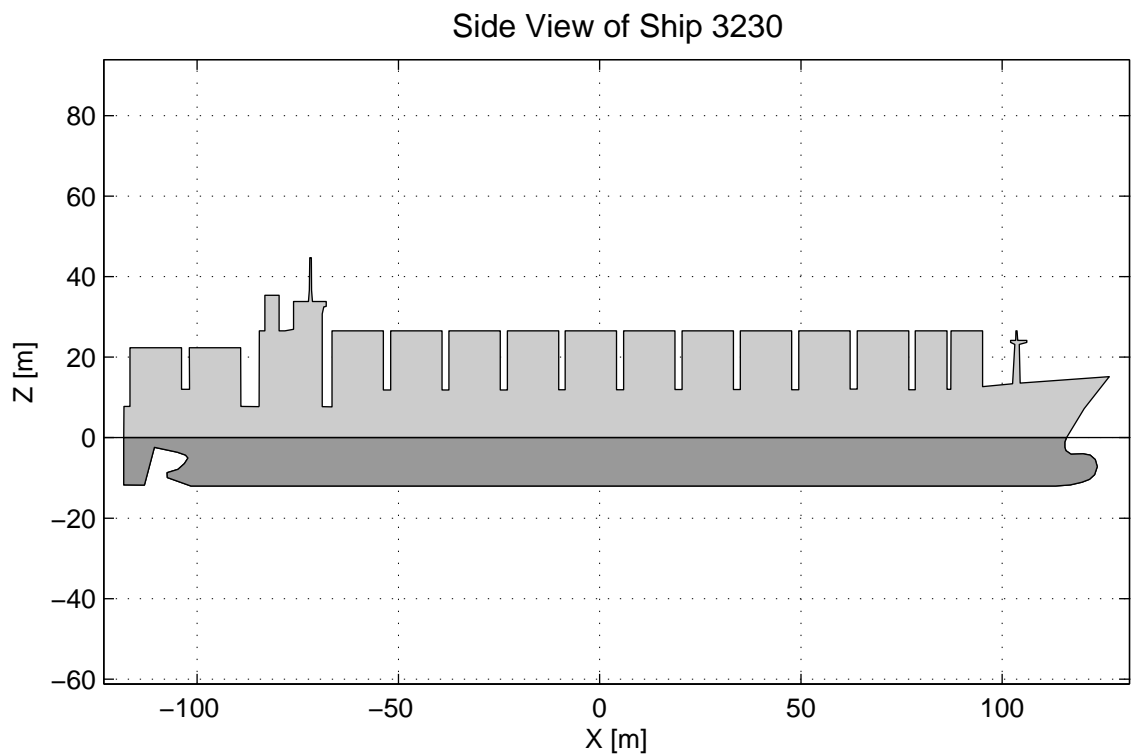
## Appendix A.

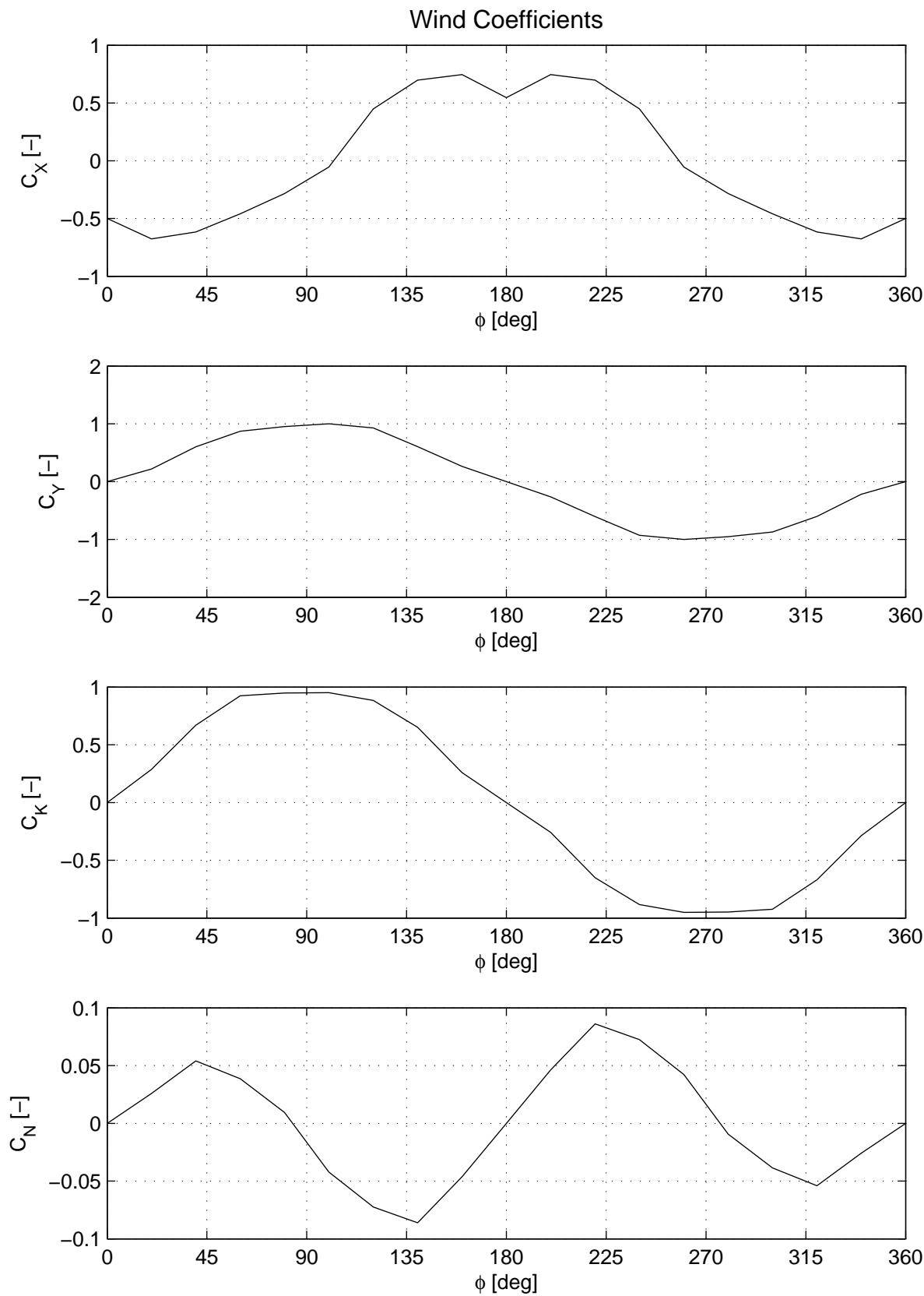
# Mathematical Ship Model No. 3230 Bolero

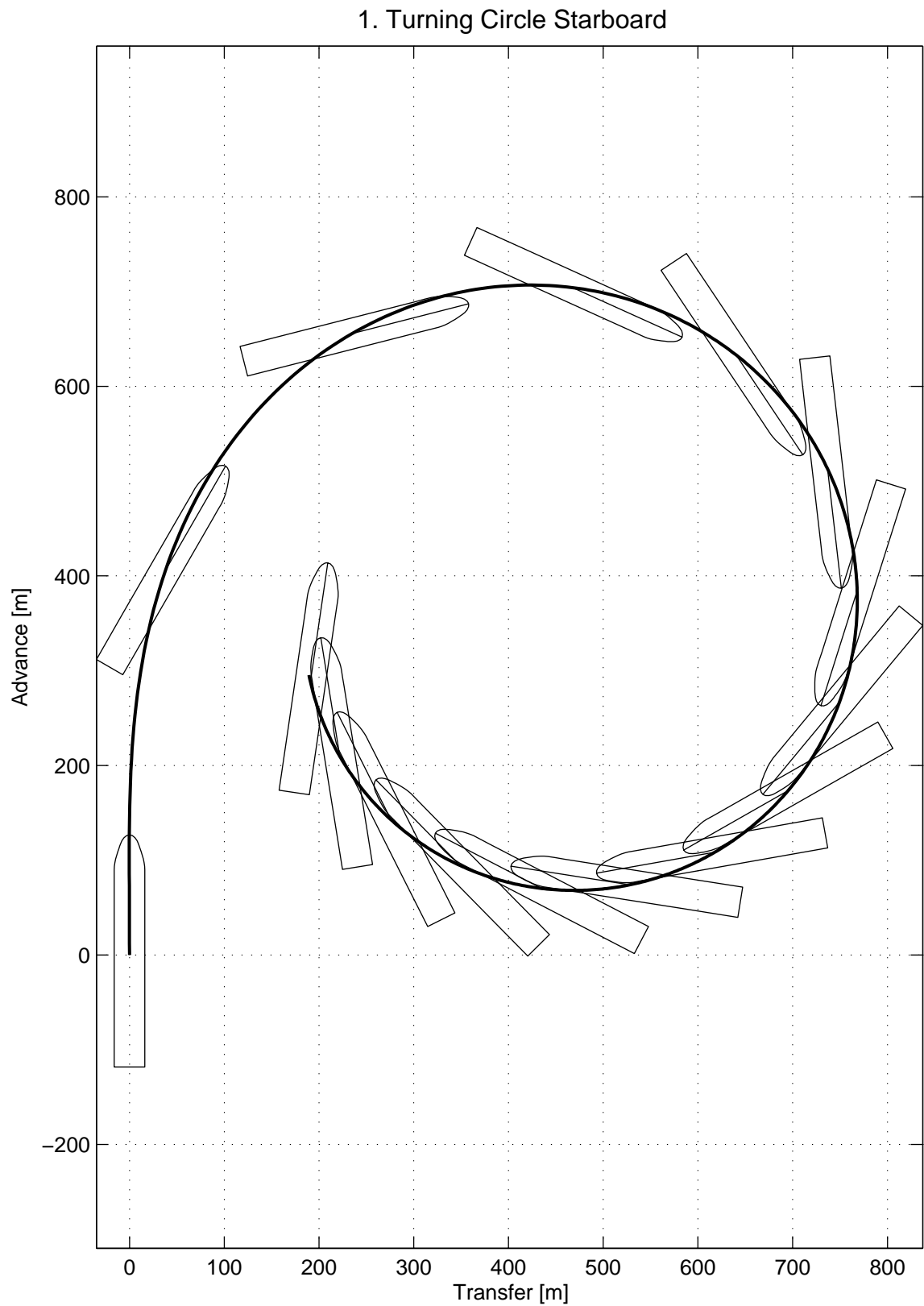
## Plots of Standard and Check Manoeuvres

## List of Contents

|  |    |
|--|----|
| Side View and Birds Eye View               | 3  |
| Wind Coefficients                          | 4  |
| 1. Turning Circle Starboard                | 5  |
| 2. Turning Circle Port                     | 7  |
| 3. Turning Circle Starboard, Shallow Water | 9  |
| 4. Zig-zag 10/10                           | 11 |
| 5. Zig-zag 20/20                           | 12 |
| 6. Combined Dieudonne- and Reverse Spiral  | 13 |
| 7. Acceleration                            | 14 |
| 8. Crash Stop                              | 15 |
| 9. Coasting Stop                           | 16 |
| 10. Going Astern                           | 17 |
| 11. Drifting in Wind                       | 18 |
| 12. Sailing with Autopilot in Wind         | 20 |
| 13. Drifting in Current                    | 22 |
| 14. Sailing with Autopilot in Current      | 24 |
| 15. Drifting in Waves                      | 26 |
| 16. Sailing with Autopilot in Waves        | 28 |







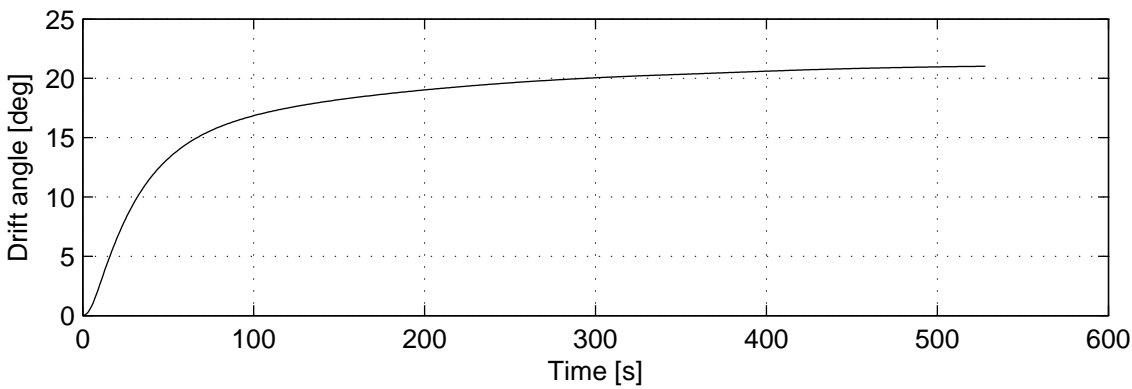
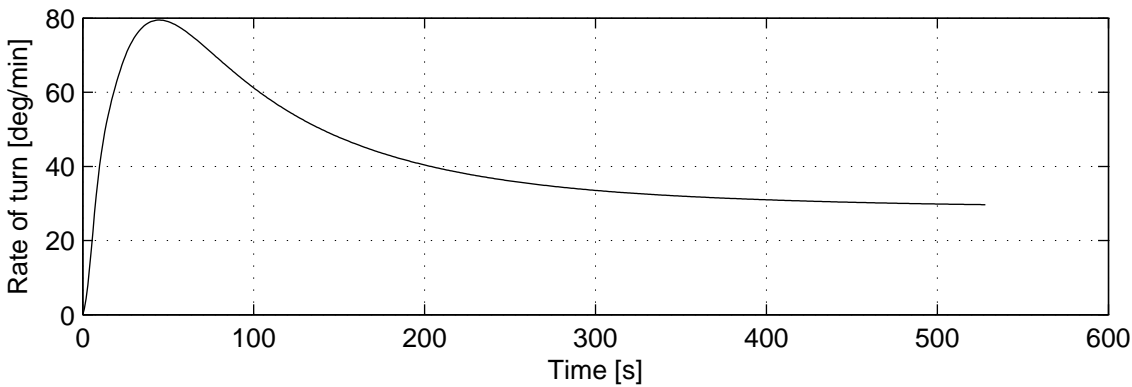
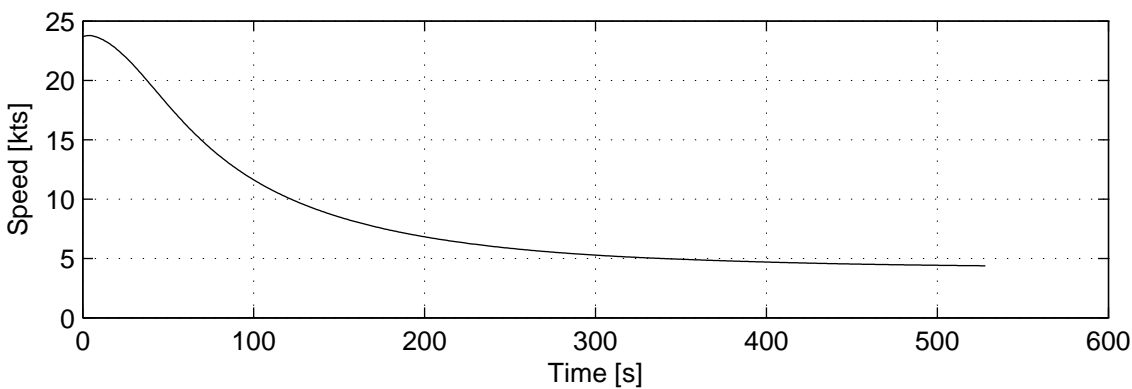
1. Turning Circle Starboard

Initial Conditions and Controls

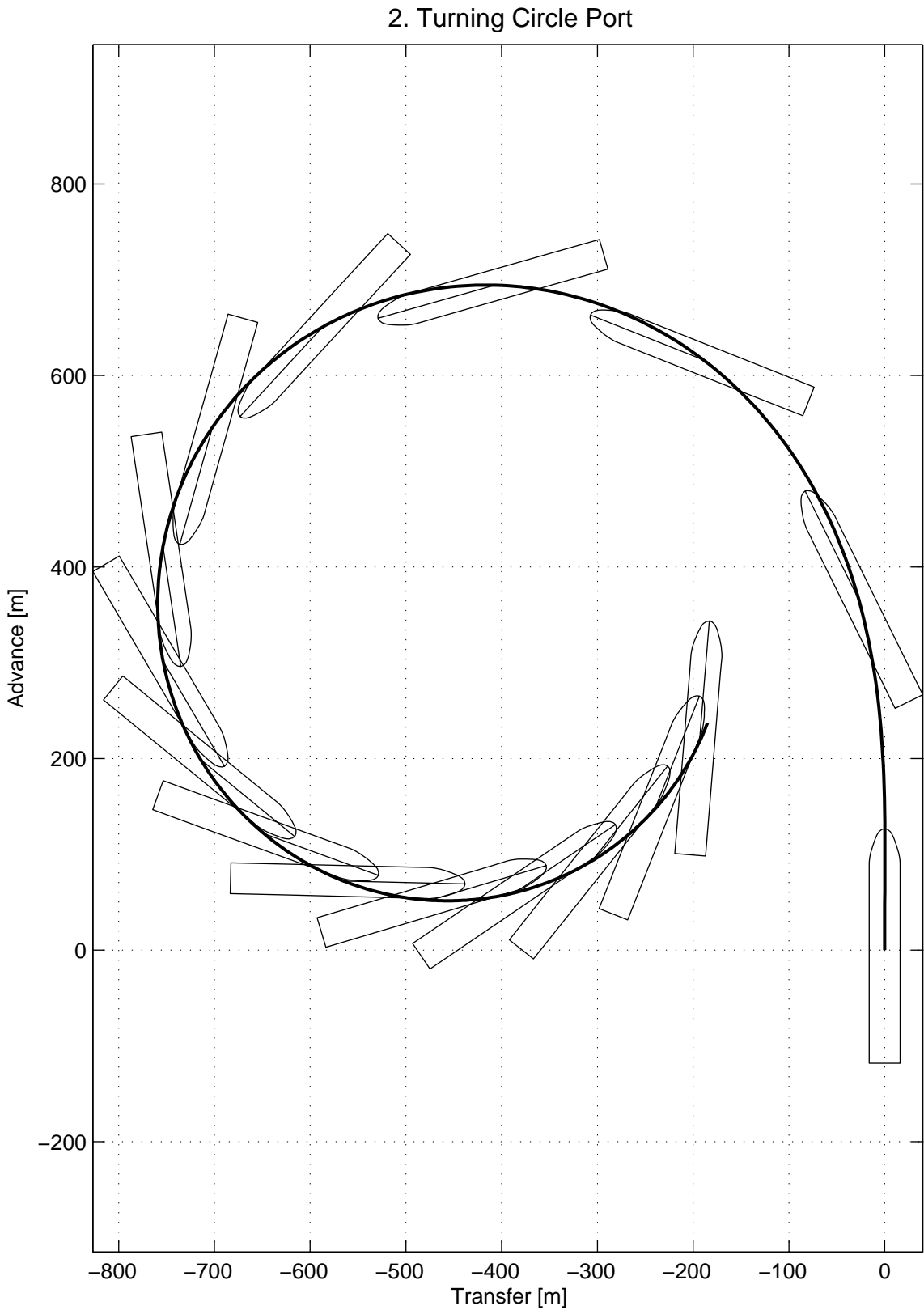
Approach speed : 23.7 knots  
Rudder deflection : -35 deg  
Water depth :  $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : 694 m  
Transfer : 325 m  
Tactical diameter : 752 m  
Steady diameter : 565 m







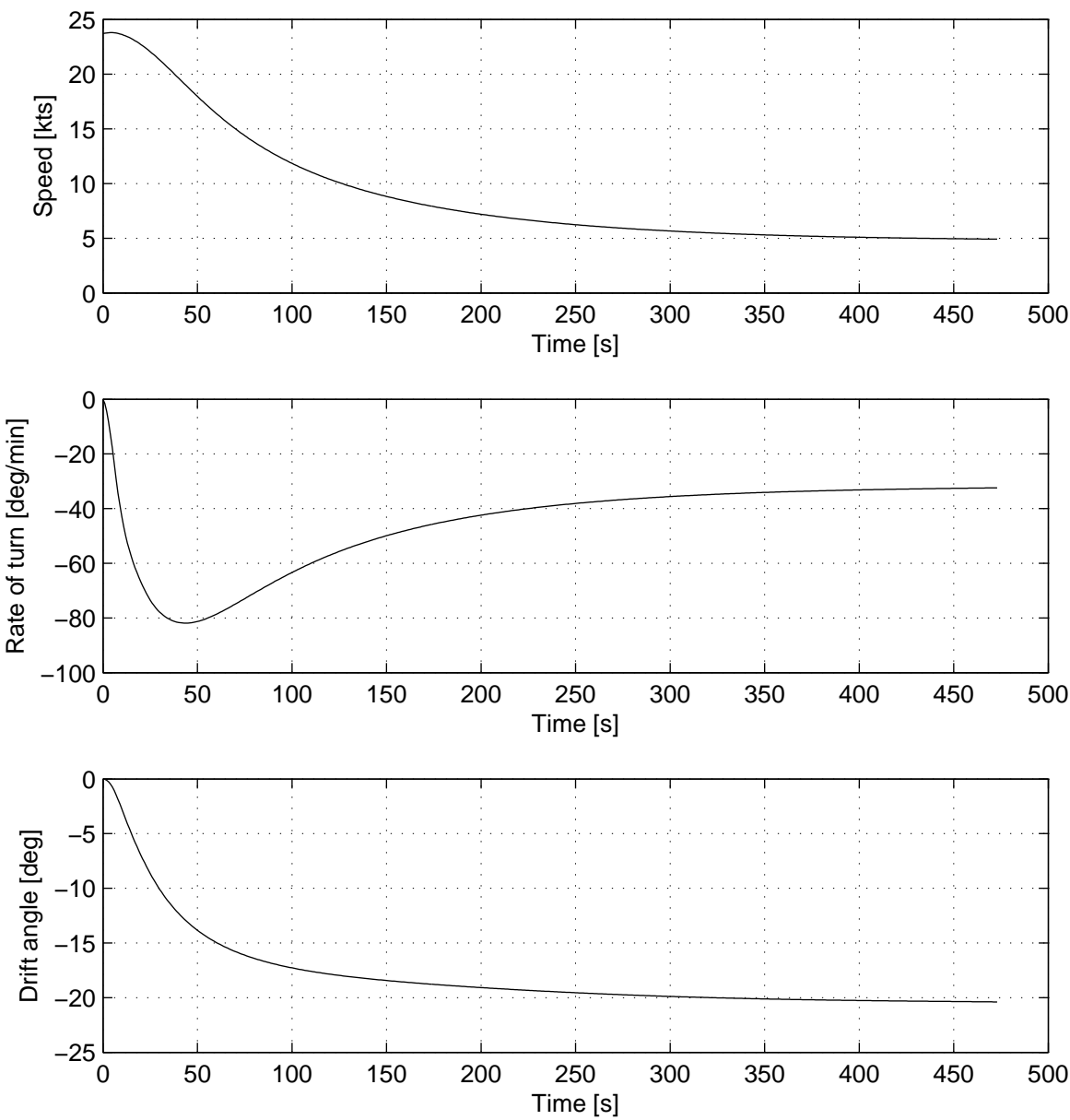
2. Turning Circle Port

Initial Conditions and Controls

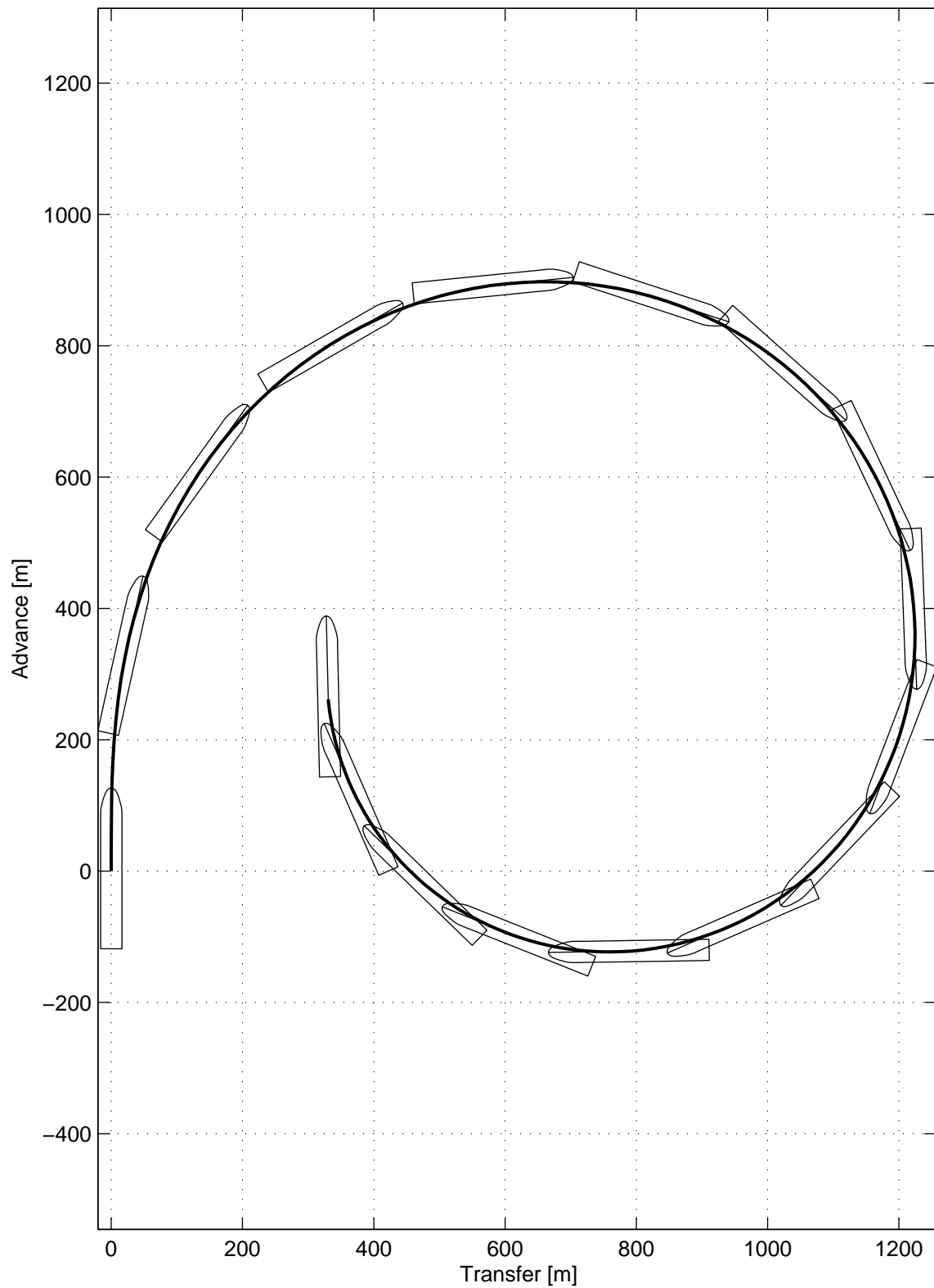
|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| Approach speed    | : 23.7 knots     |
| Rudder deflection | : 35 deg         |
| Water depth       | : $h/T = \infty$ |

Results and Equilibrium Values

|                   |         |
|-------------------|---------|
| Advance           | : 678 m |
| Transfer          | : 310 m |
| Tactical diameter | : 740 m |
| Steady diameter   | : 573 m |



### 3. Turning Circle Starboard, Shallow Water



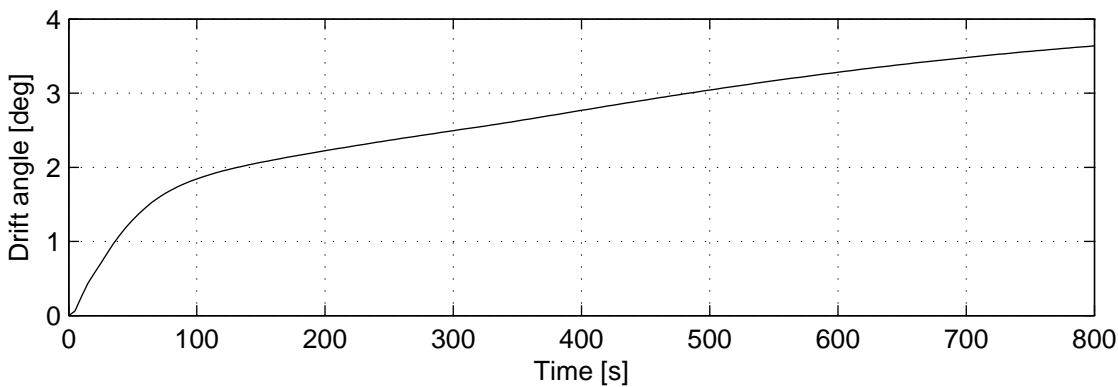
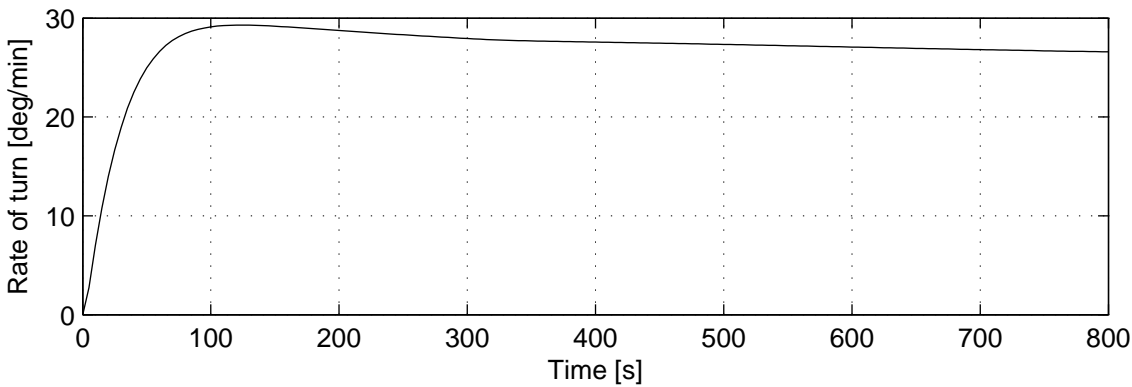
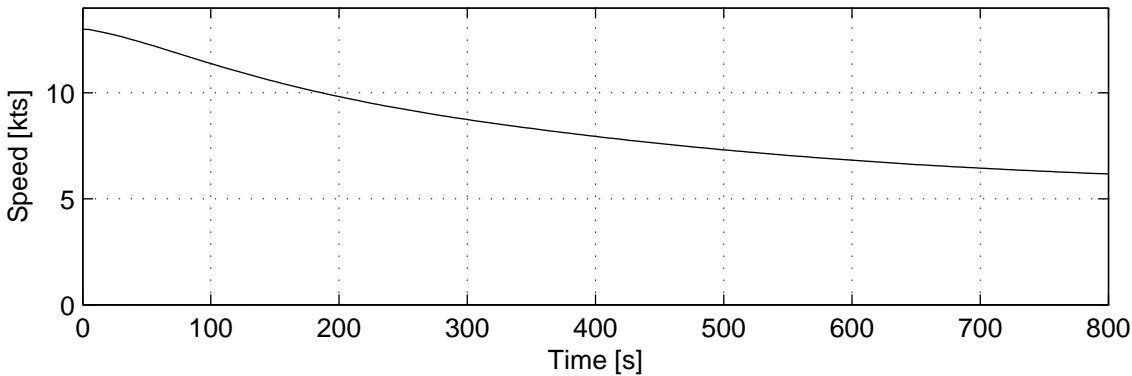
3. Turning Circle Starboard, Shallow Water

Initial Conditions and Controls

|                   |               |
|-------------------|---------------|
| Approach speed    | : 13.0 knots  |
| Rudder deflection | : -35 deg     |
| Water depth       | : $h/T = 1.2$ |

Results and Equilibrium Values

|                   |          |
|-------------------|----------|
| Advance           | : 897 m  |
| Transfer          | : 652 m  |
| Tactical diameter | : 1224 m |
| Steady diameter   | : 894 m  |



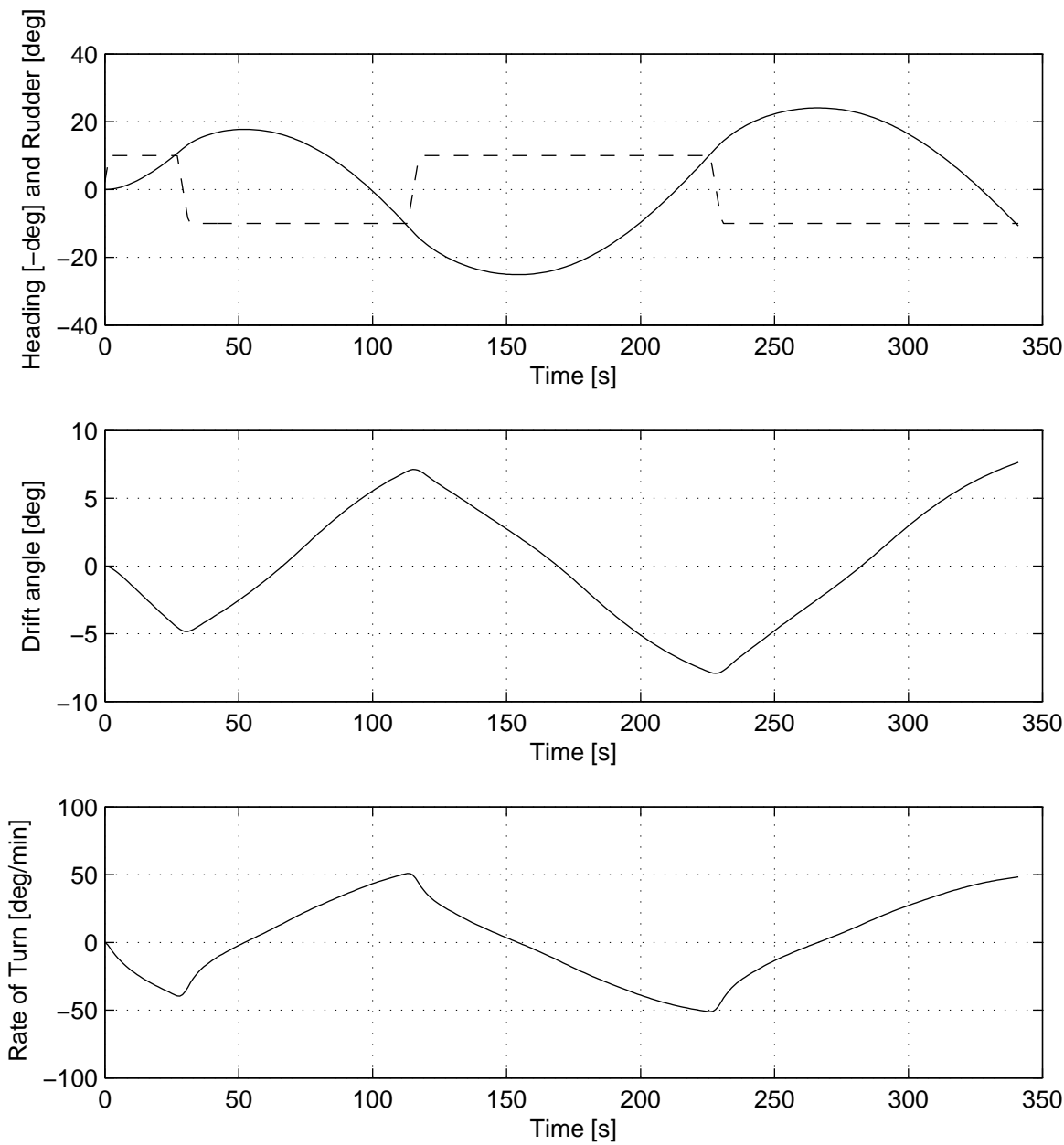
4. Zig-zag 10/10

Initial Conditions and Controls

Approach speed : 23.7 knots  
Rudder/heaving deflection : 10/10 deg

Results and Equilibrium Values

1st Overshoot Angle : 7.8 deg  
2nd Overshoot Angle : 15.1 deg  
Initial turning ability : 319 m



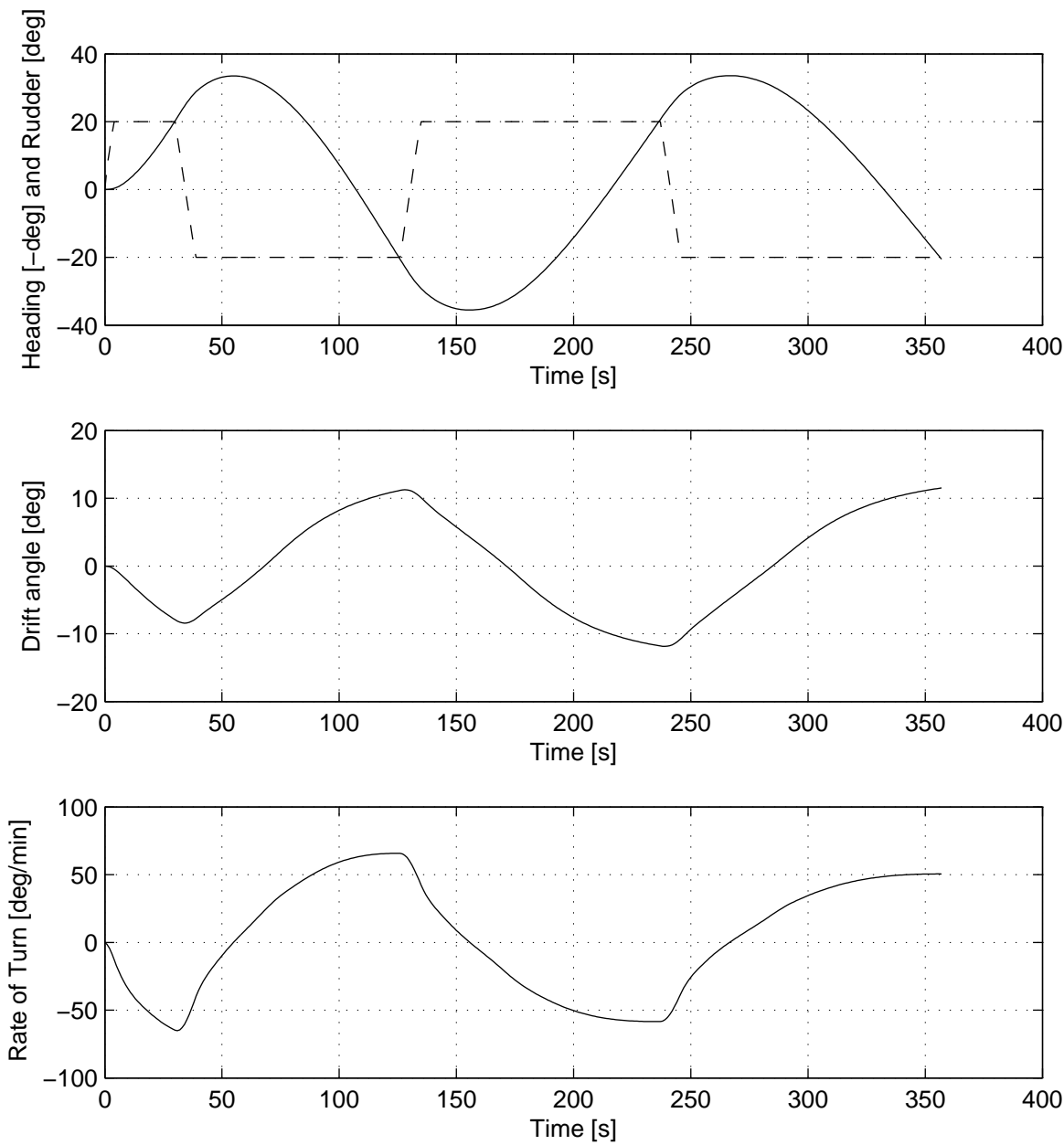
5. Zig-zag 20/20

Initial Conditions and Controls

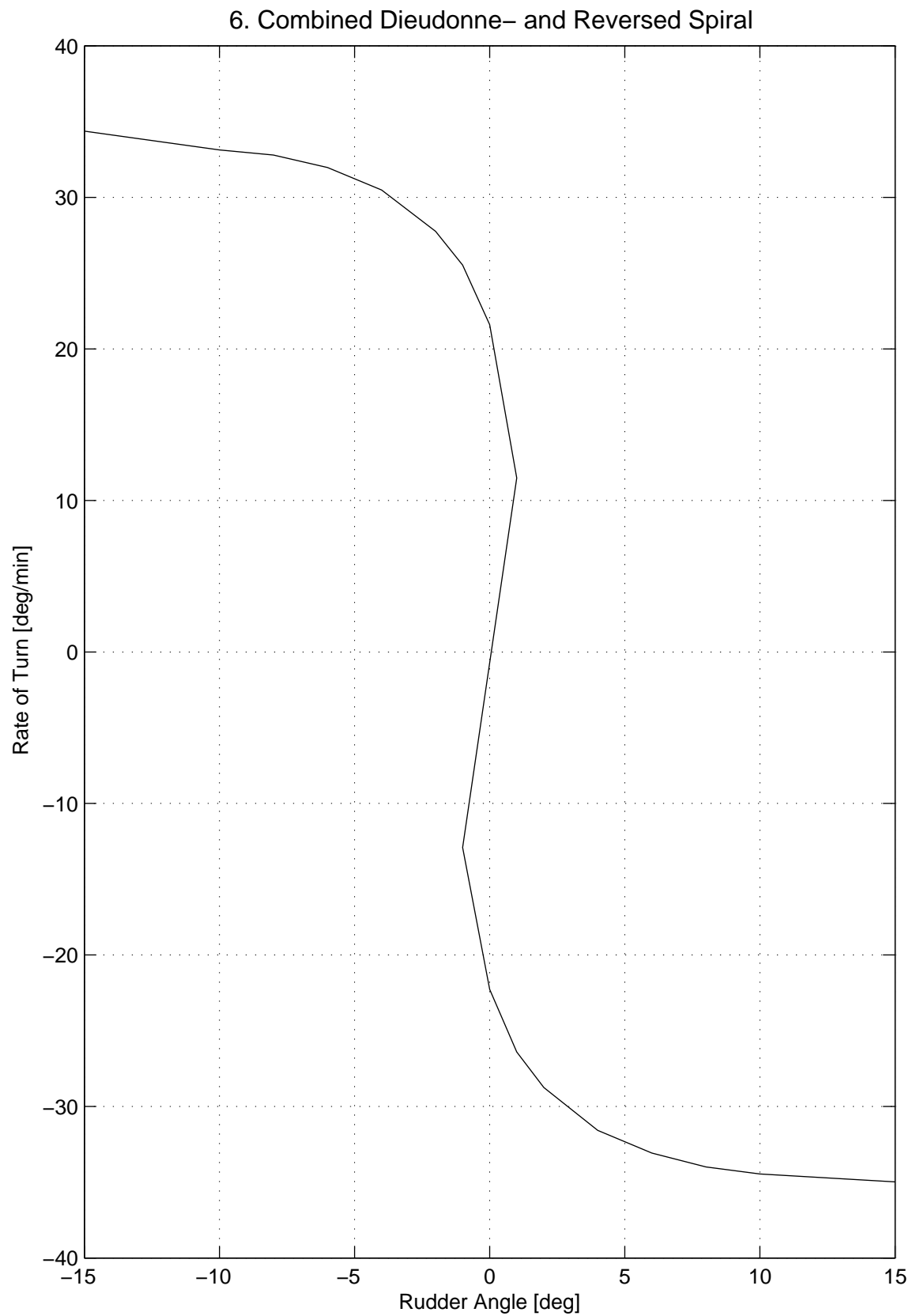
Approach speed : 23.7 knots  
Rudder/heading deflection : 20/20 deg

Results and Equilibrium Values

1st Overshoot Angle : 13.5 deg  
2nd Overshoot Angle : 15.6 deg  
Initial turning ability : 351 m







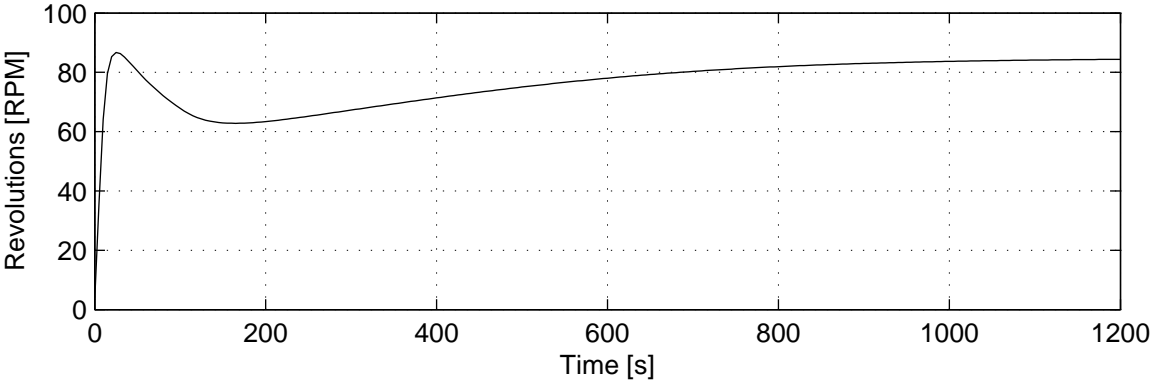
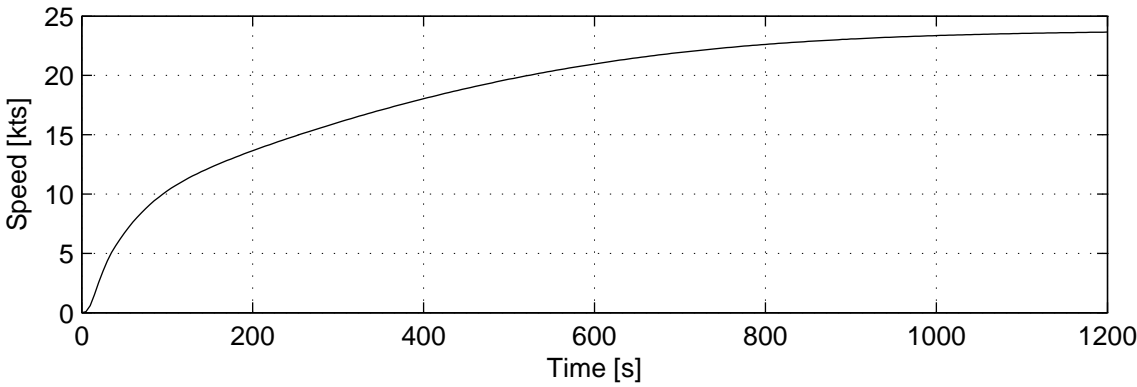
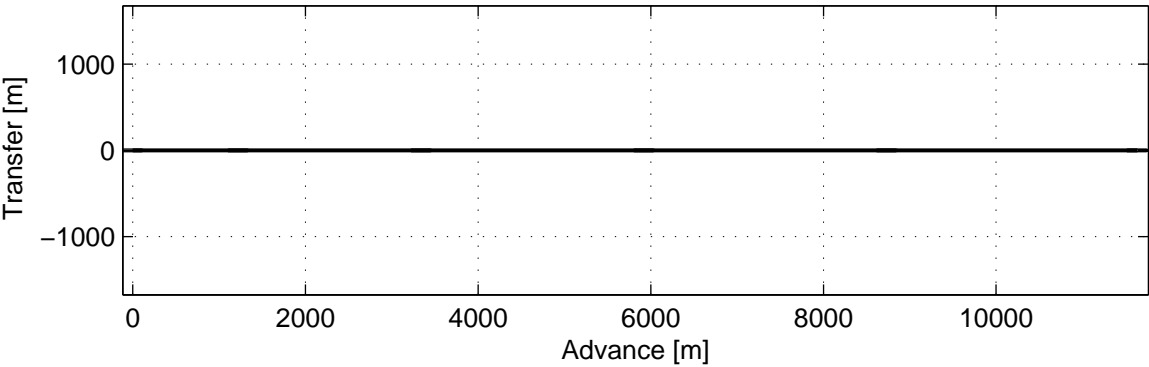
7. Acceleration

Initial Conditions and Controls

Initial speed : 0.0 knots  
Water depth :  $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : 11637 m  
Speed : 23.7 knots  
Revolutions : 84.4 RPM  
Time : 1200 s



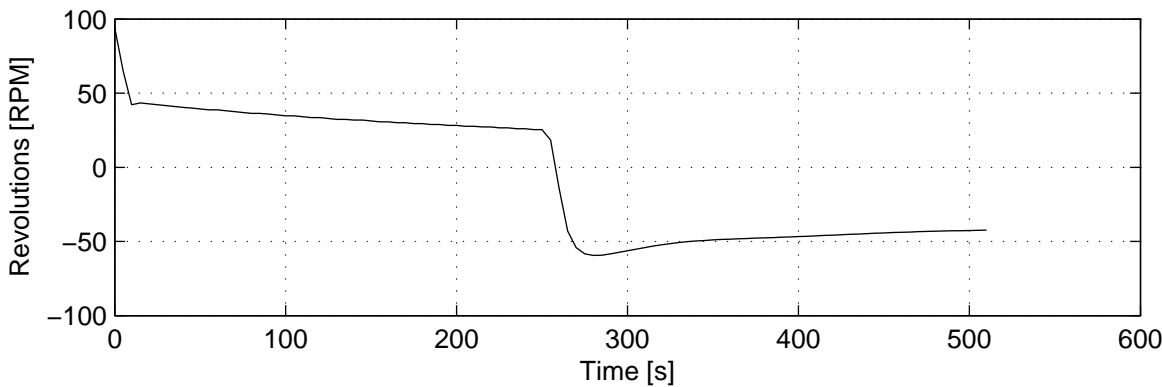
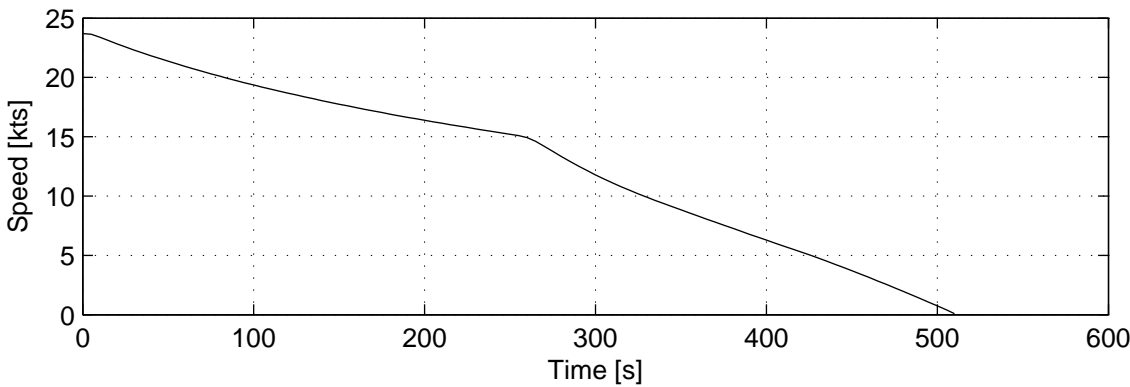
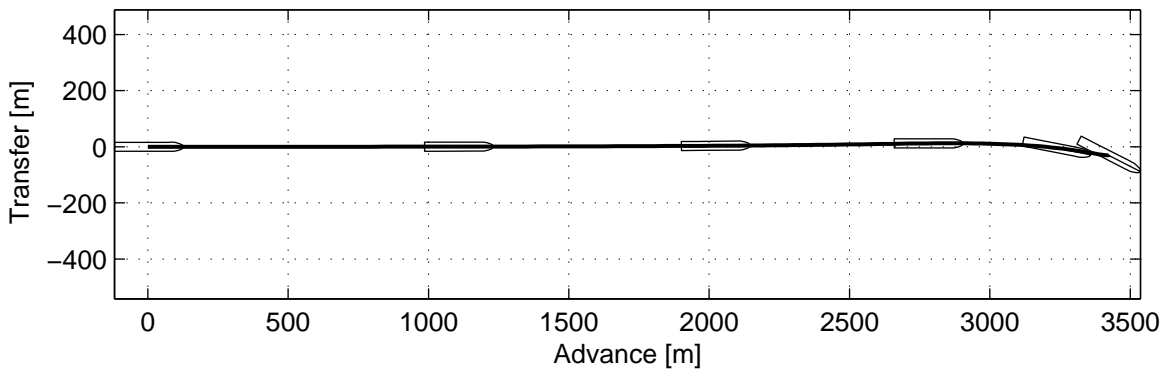
8. Crash Stop

Initial Conditions and Controls

Initial speed : 23.7 knots  
Water depth :  $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : 3426 m  
Speed : 0.1 knots  
Revolutions : -42.4 RPM  
Time : 510 s



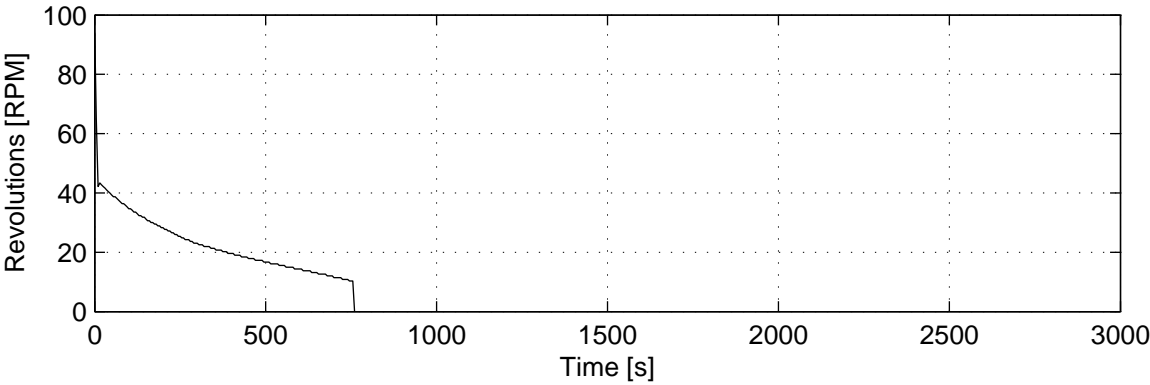
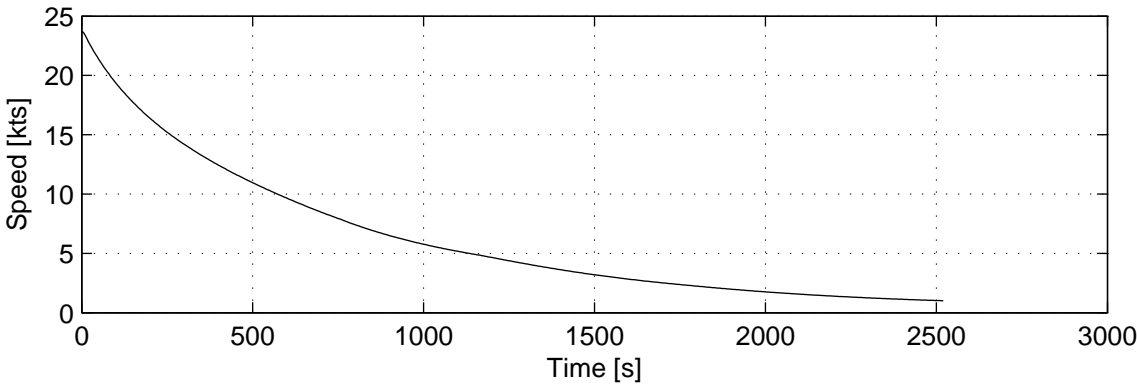
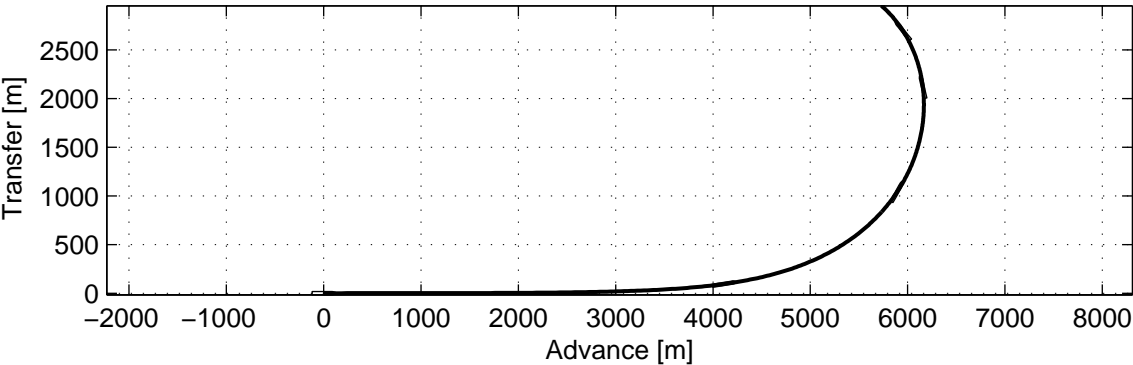
9. Coasting Stop

Initial Conditions and Controls

Initial speed : 23.7 knots  
Water depth :  $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : 5735 m  
Speed : 1.0 knots  
Revolutions : 0.0 RPM  
Time : 2520 s



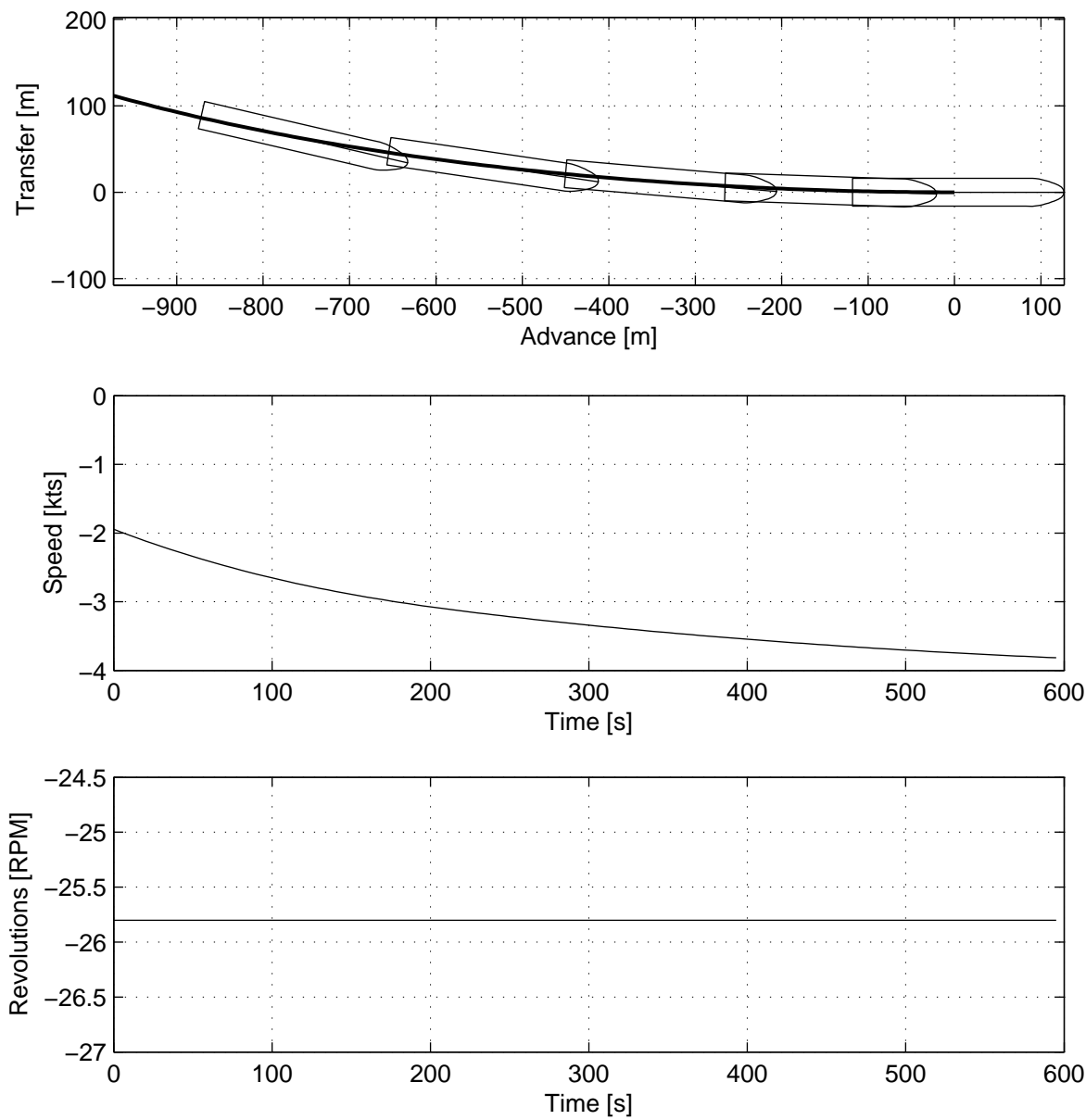
10. Going Astern

Initial Conditions and Controls

Initial speed : -1.9 knots  
Water depth :  $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : -973 m  
Speed : -3.8 knots  
Revolutions : -25.8 RPM  
Time : 595 s



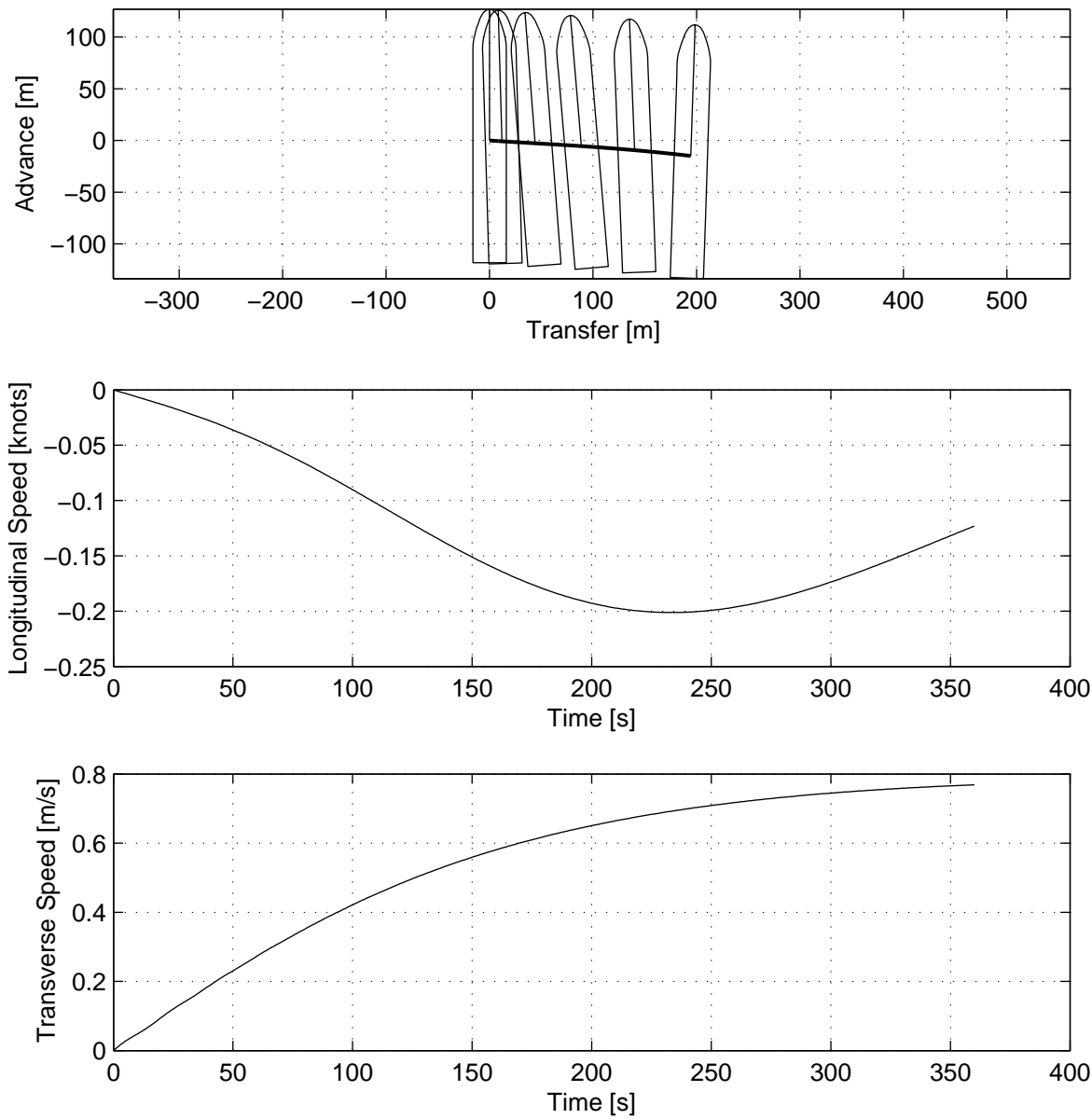
11. Drifting in Wind

Initial Conditions and Controls

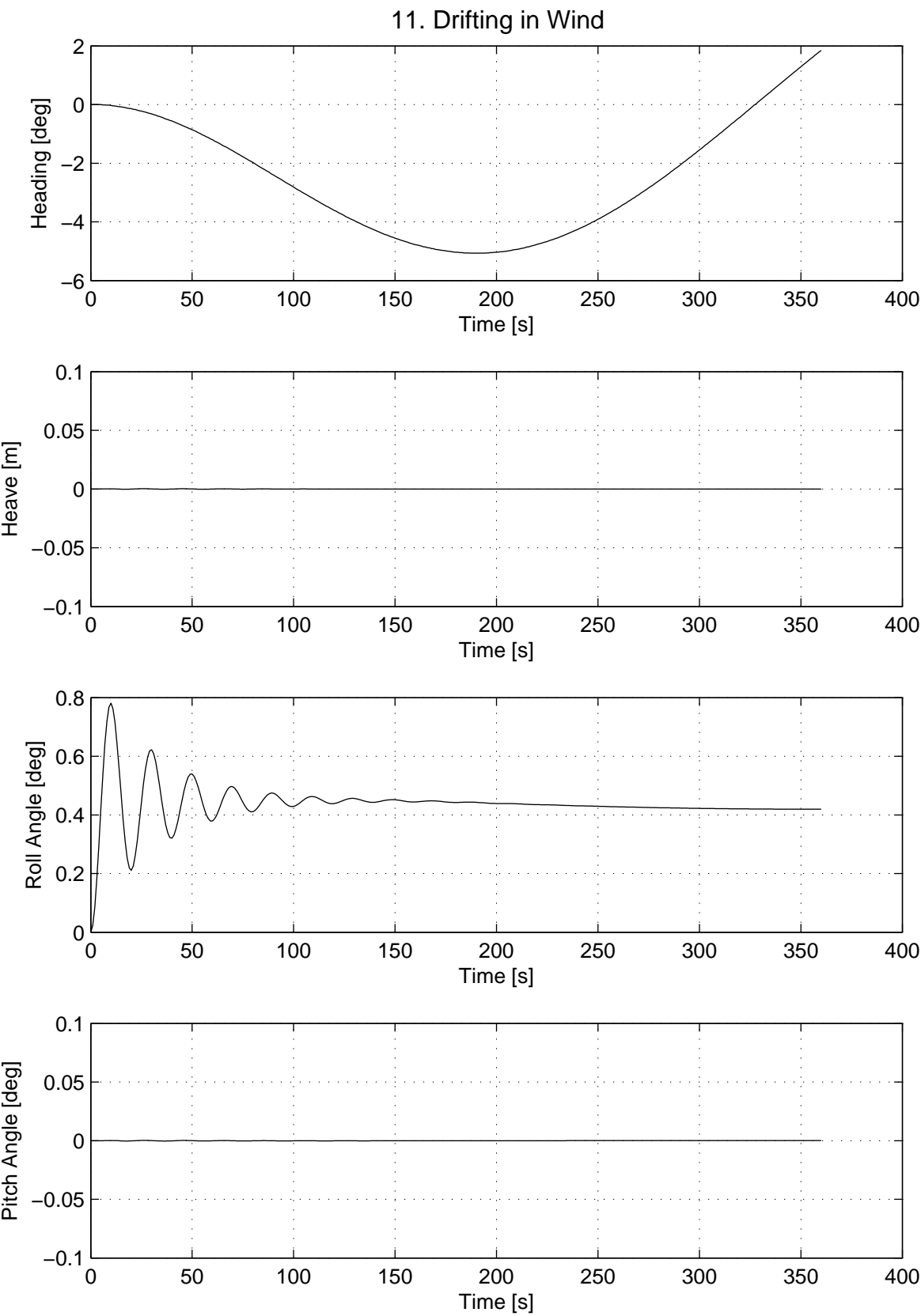
Water depth :  $h/T = \infty$   
Wind speed : 15 m/s  
Wind direction : 270 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : -0.1 knots  
Transverse Speed : 0.8 m/s  
Roll Angle : 0.4 deg







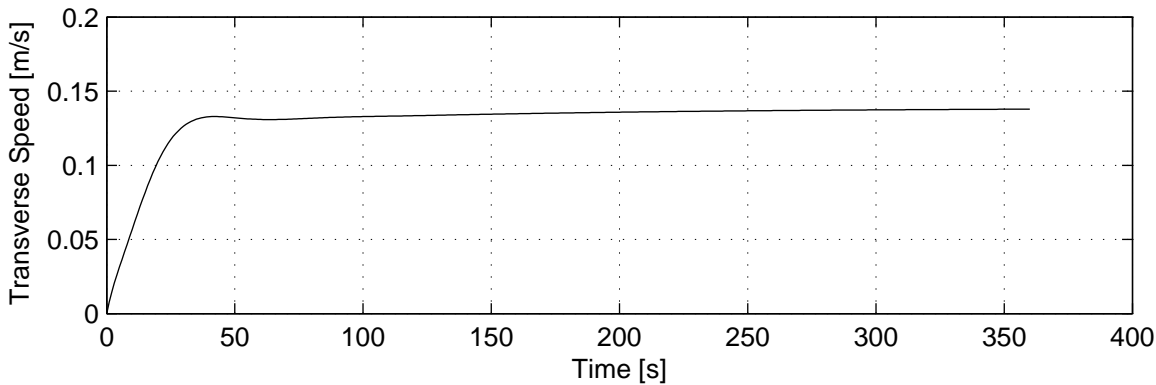
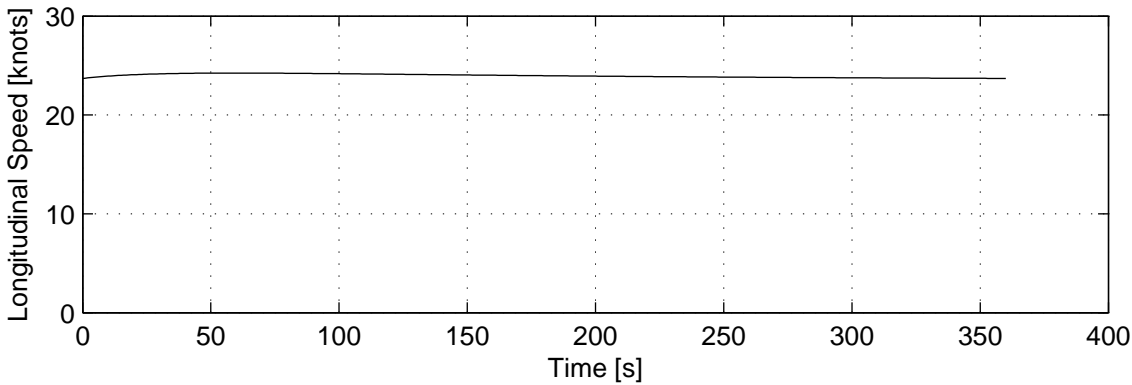
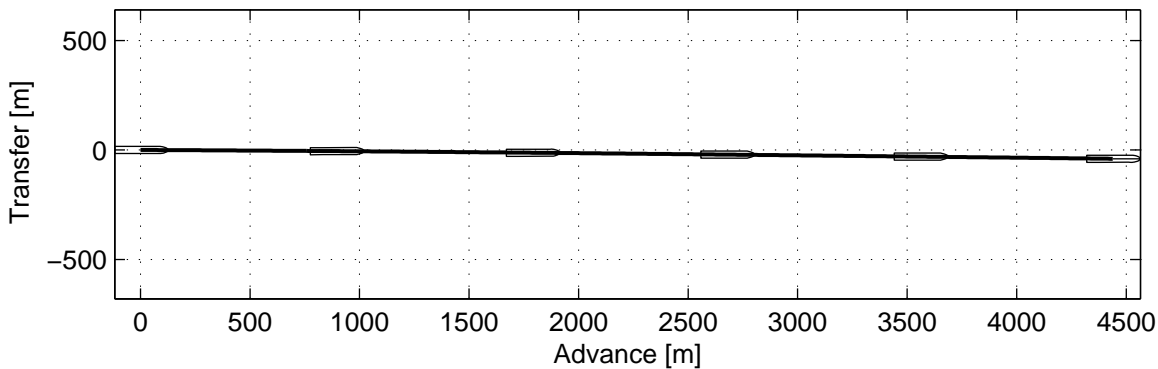
12. Sailing with Autopilot in Wind

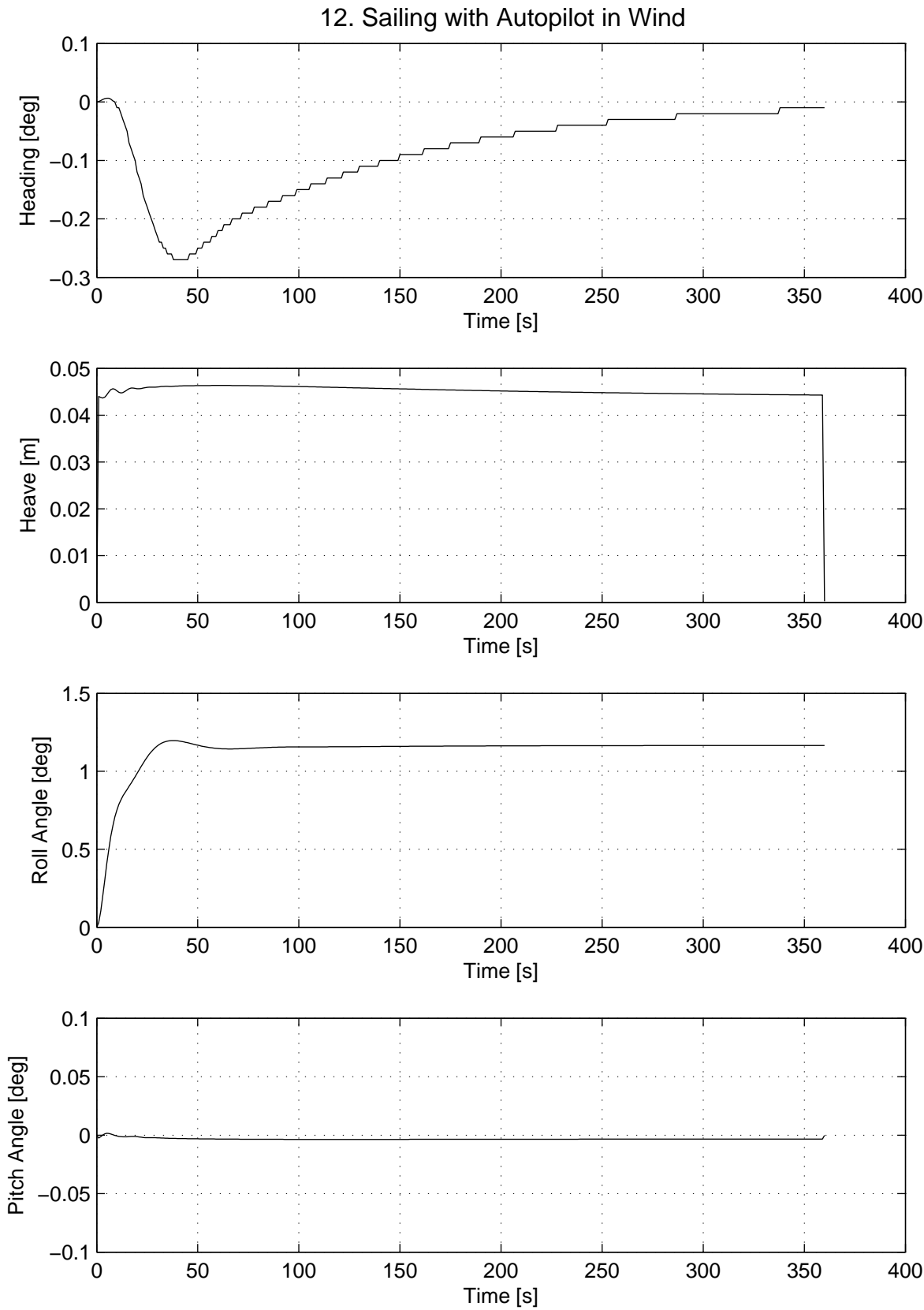
Initial Conditions and Controls

Water depth :  $h/T = \infty$   
Wind speed : 15 m/s  
Wind direction : 270 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : 23.7 knots  
Transverse Speed : 0.1 m/s  
Roll Angle : 1.2 deg





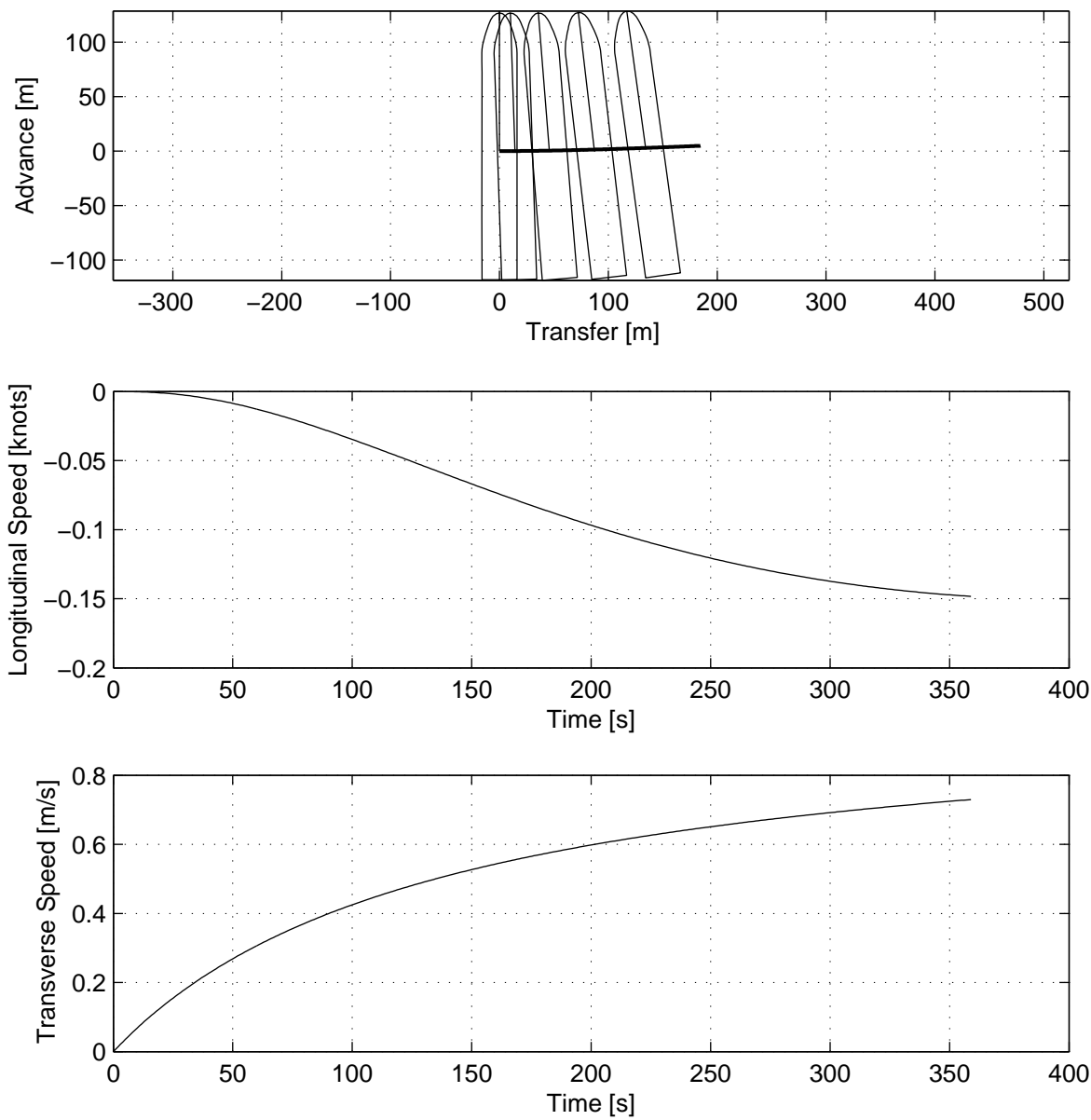
13. Drifting in Current

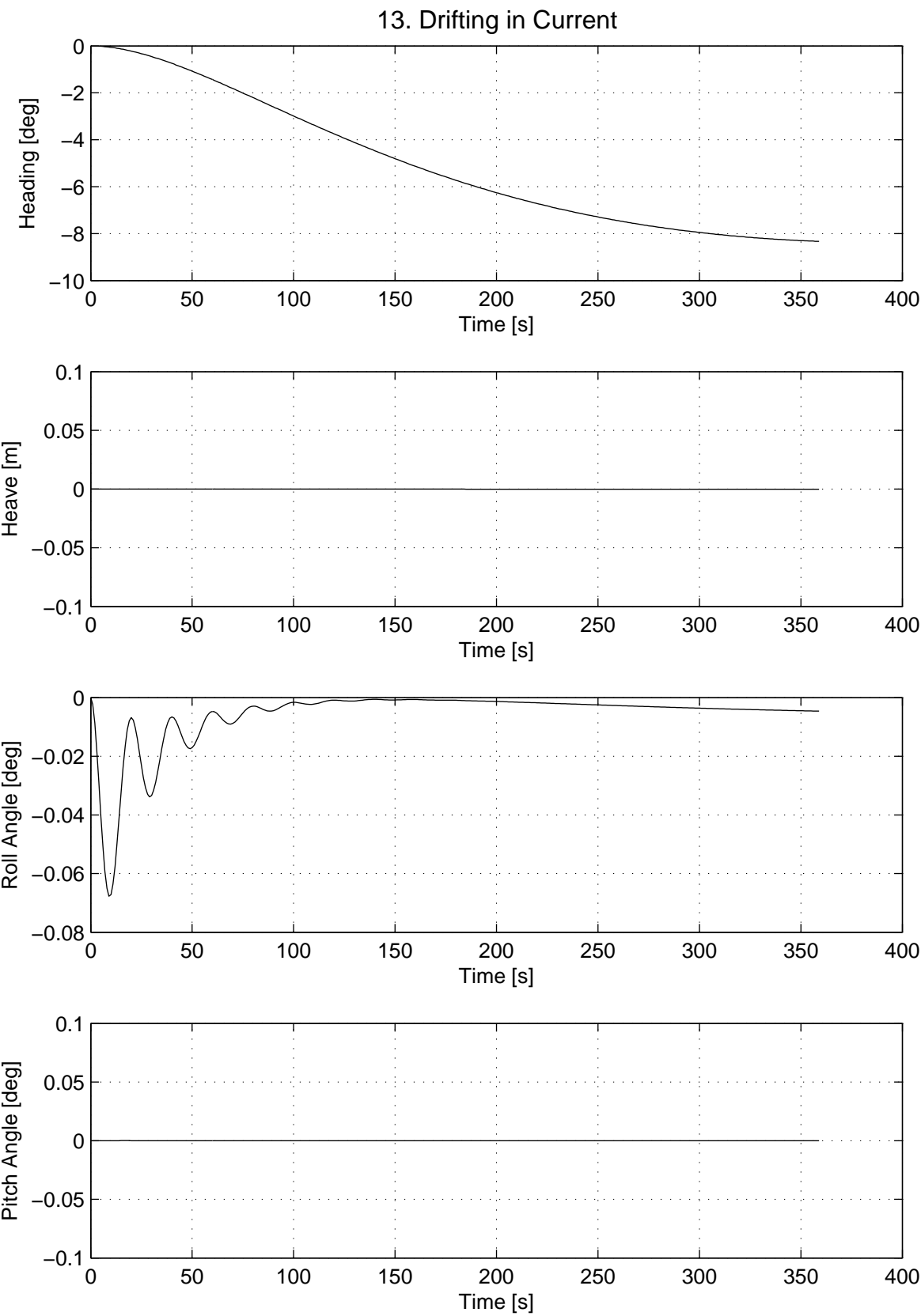
Initial Conditions and Controls

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| Water depth       | : $h/T = \infty$ |
| Current speed     | : 2 knots        |
| Current direction | : 90 deg         |

Results and Equilibrium Values

|                    |              |
|--------------------|--------------|
| Longitudinal Speed | : -0.1 knots |
| Transverse Speed   | : 0.7 m/s    |
| Roll Angle         | : -0.0 deg   |





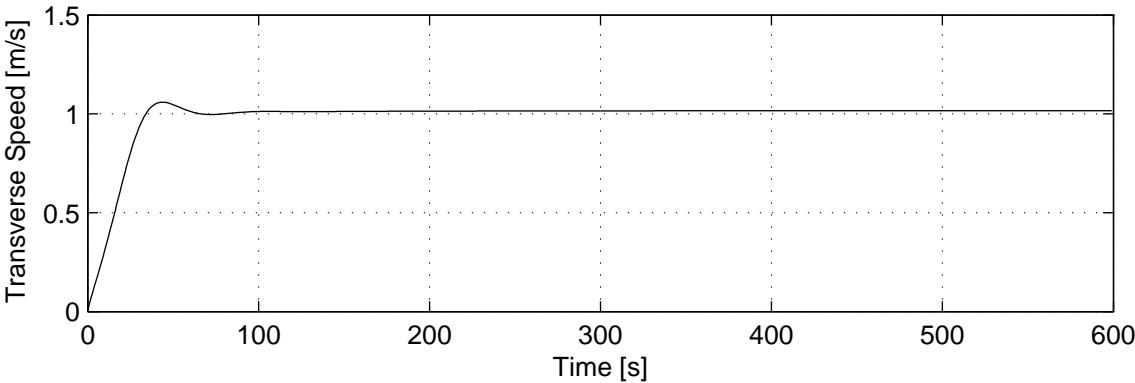
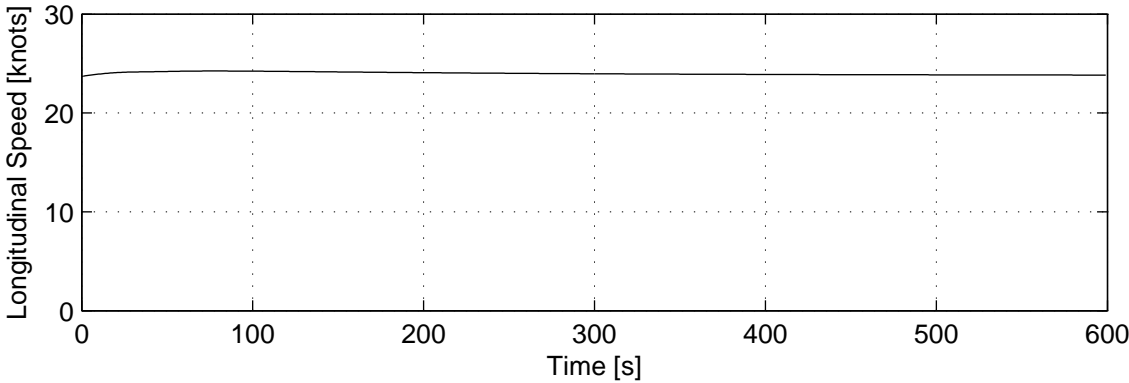
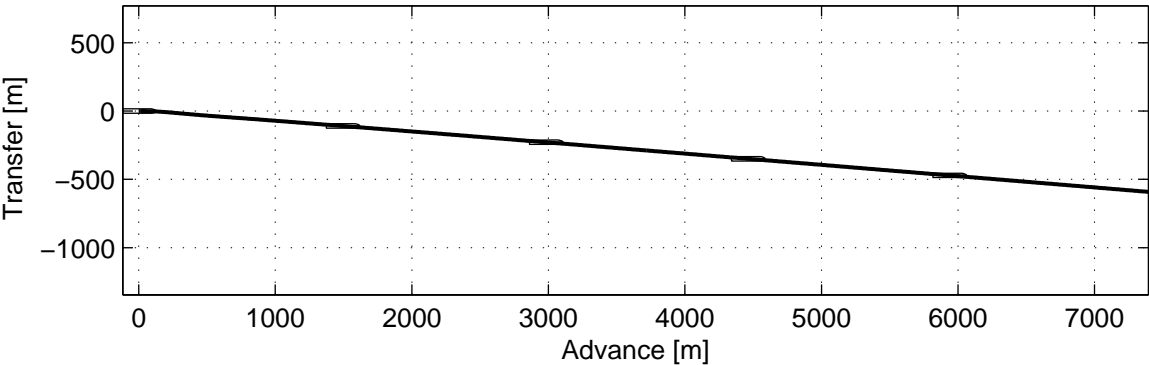
14. Sailing with Autopilot in Current

Initial Conditions and Controls

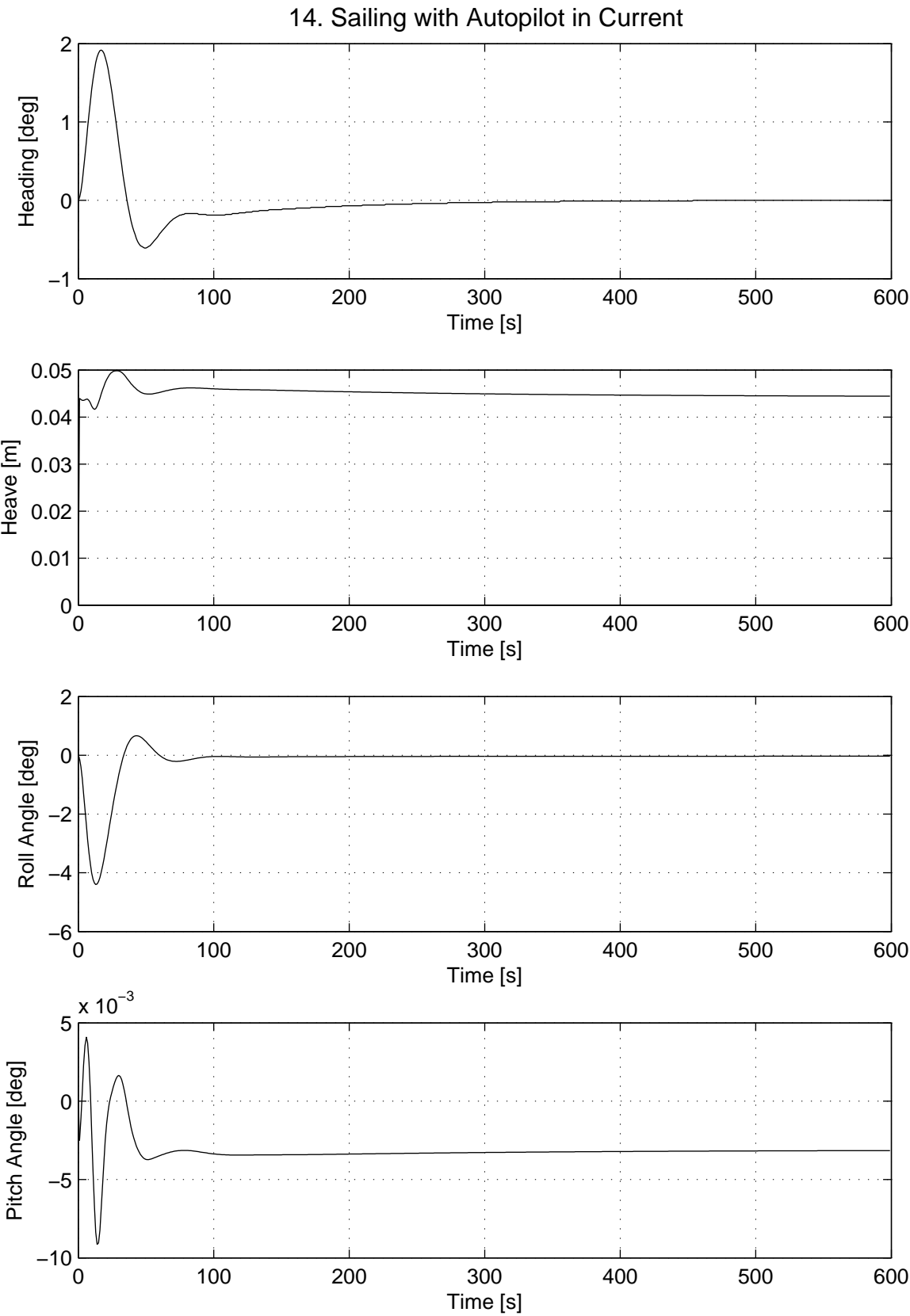
Water depth :  $h/T = \infty$   
Current speed : 2 knots  
Current direction : 90 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : 23.8 knots  
Transverse Speed : 1.0 m/s  
Roll Angle : -0.0 deg







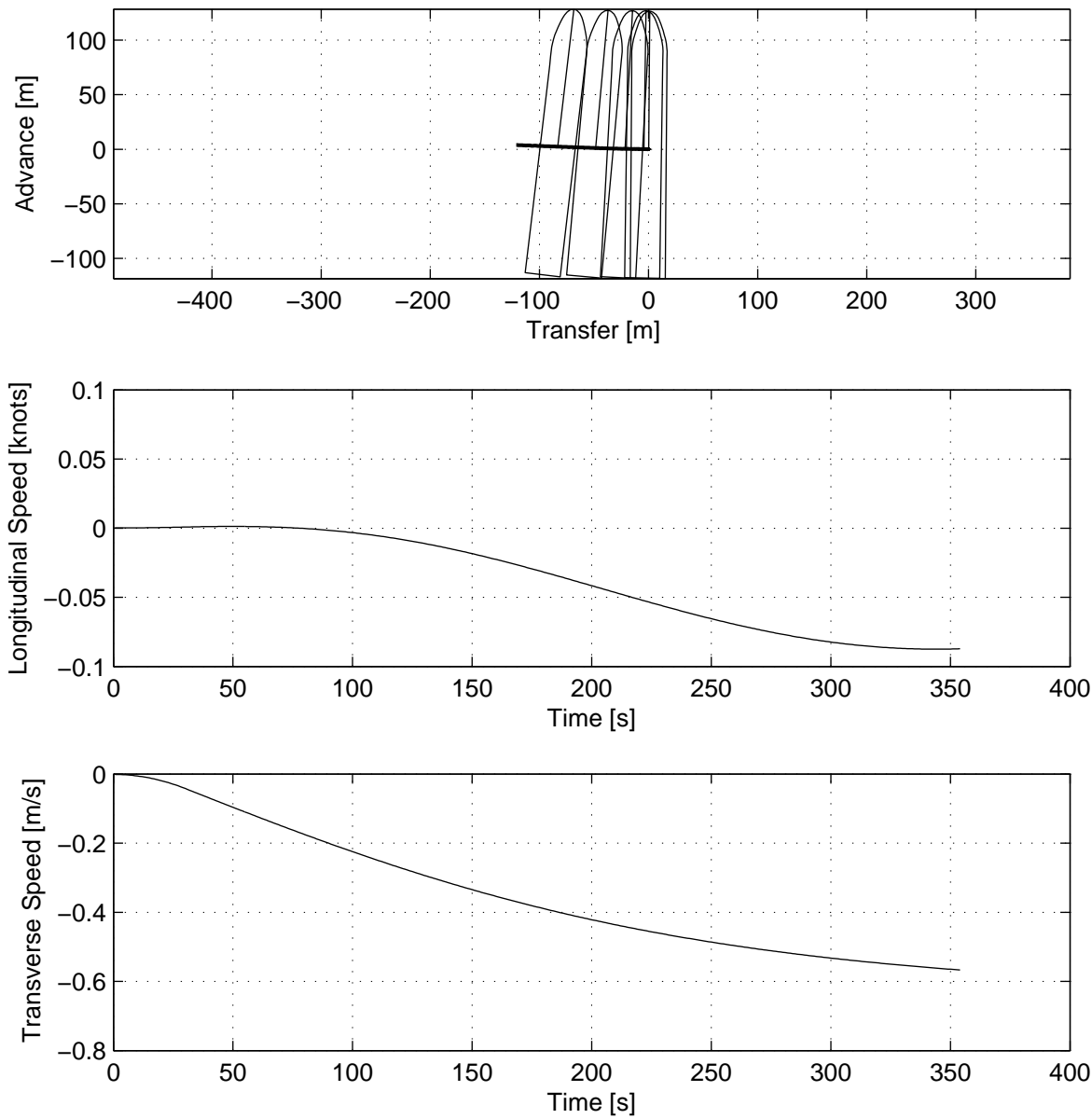
15. Drifting in Waves

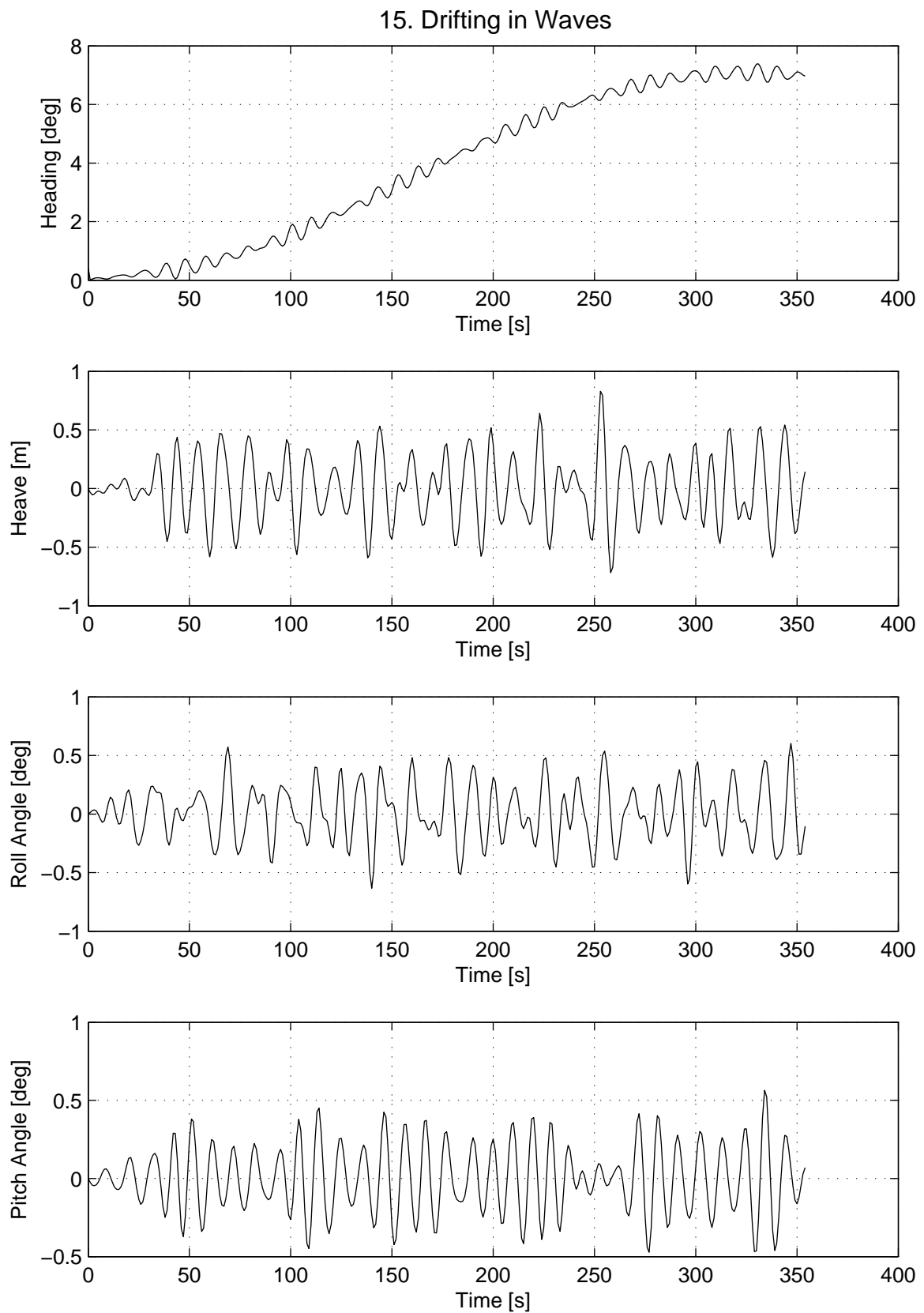
Initial Conditions and Controls

|                  |                  |
|------------------|------------------|
| Water depth      | : $h/T = \infty$ |
| Wave height (Hs) | : 3 m            |
| Wave period (Tp) | : 9.1 s          |
| Wave direction   | : 90 deg         |

Results and Equilibrium Values

|                    |              |
|--------------------|--------------|
| Longitudinal Speed | : -0.1 knots |
| Transverse Speed   | : -0.6 m/s   |
| Maximum Roll Angle | : 0.6 deg    |





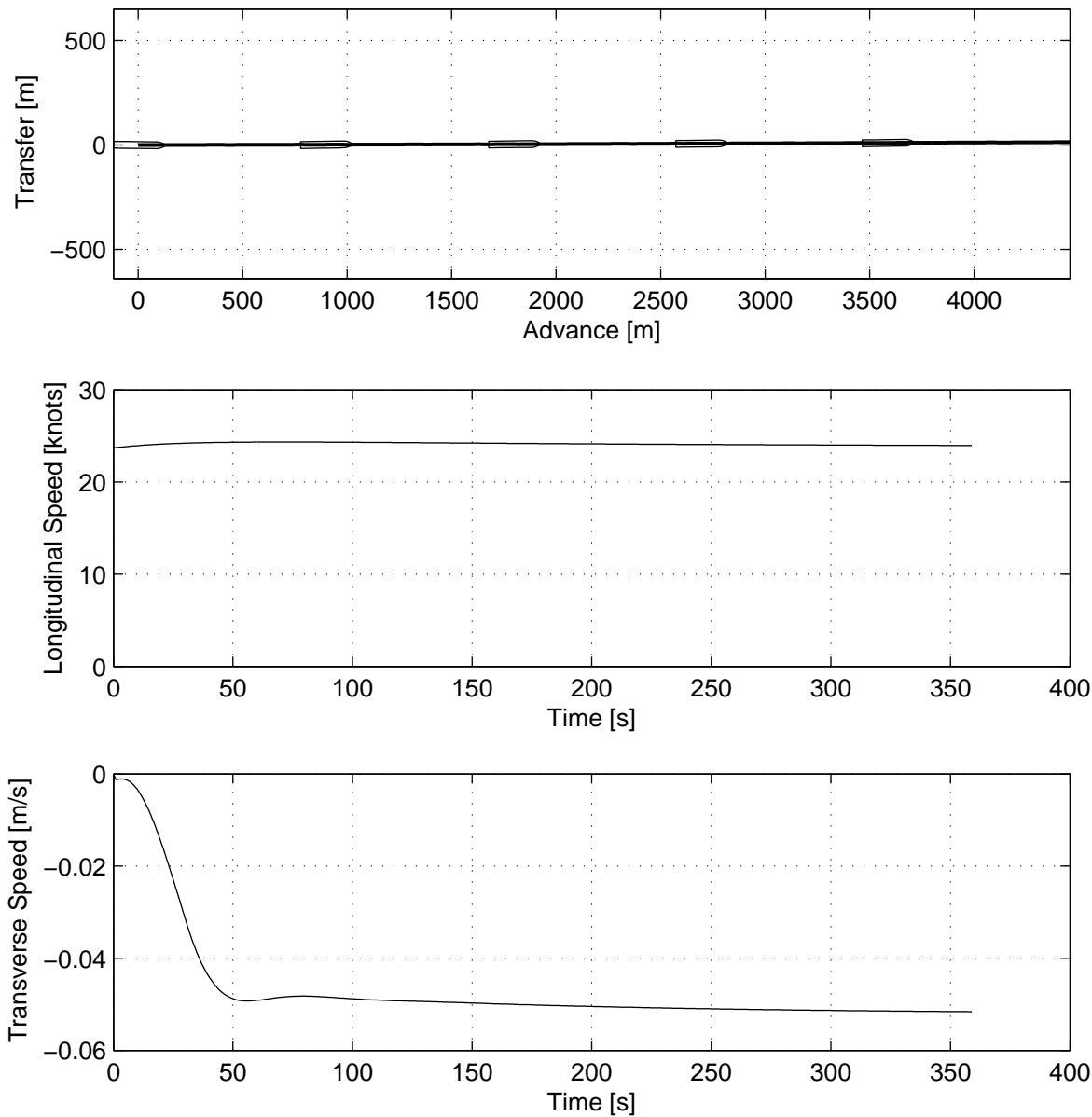
16. Sailing with Autopilot in Waves

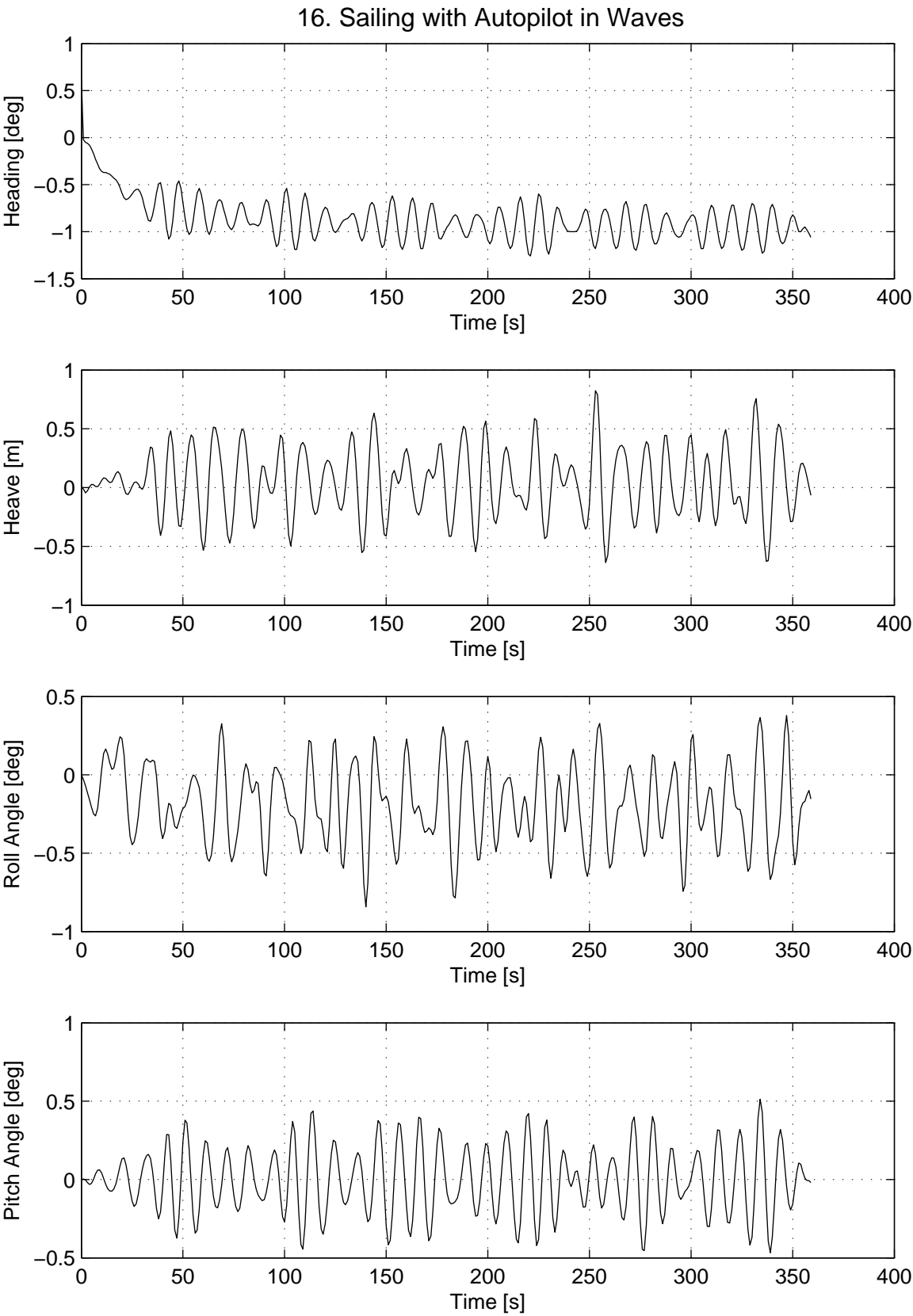
Initial Conditions and Controls

|                  |                  |
|------------------|------------------|
| Water depth      | : $h/T = \infty$ |
| Wave height (Hs) | : 3 m            |
| Wave period (Tp) | : 9.1 s          |
| Wave direction   | : 90 deg         |

Results and Equilibrium Values

|                    |              |
|--------------------|--------------|
| Longitudinal Speed | : 24.0 knots |
| Transverse Speed   | : -0.1 m/s   |
| Maximum Roll Angle | : 0.4 deg    |





## **ANNEXE 3 EXTRAITS DES ANALYSES OCEANO-METEOROLOGIQUES ET DES CALCULS D'AGITATION**



---

# PROJET DE PORTU NOVU

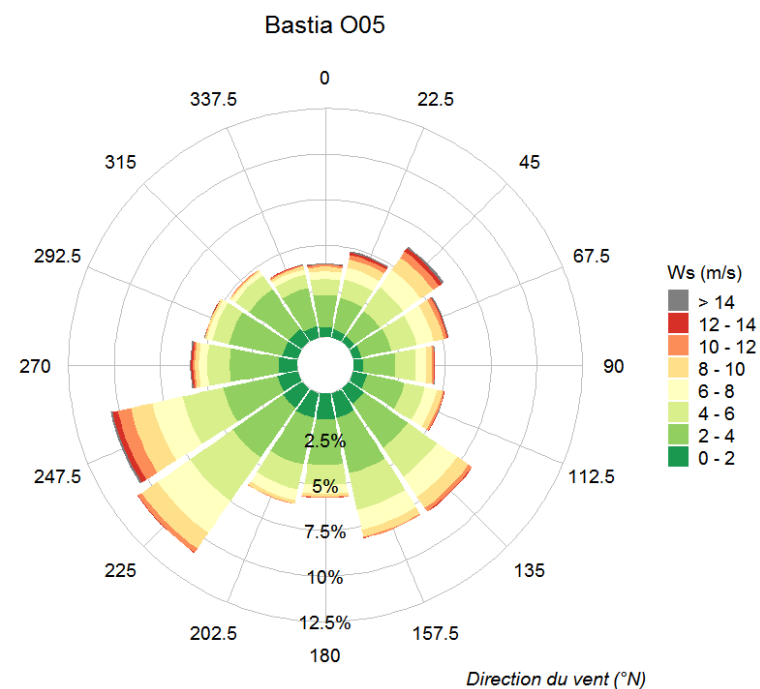
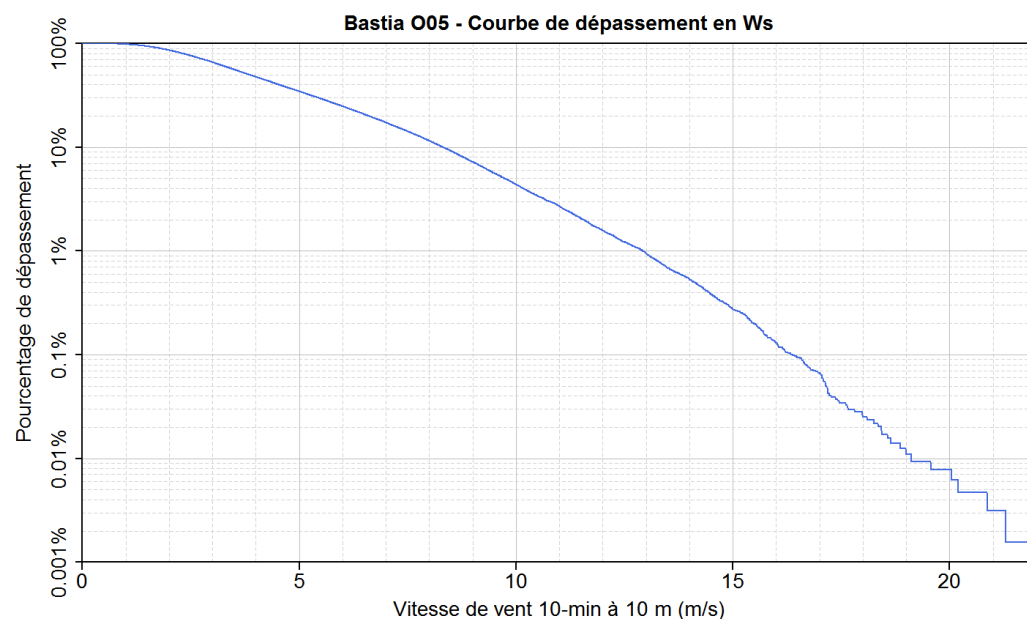
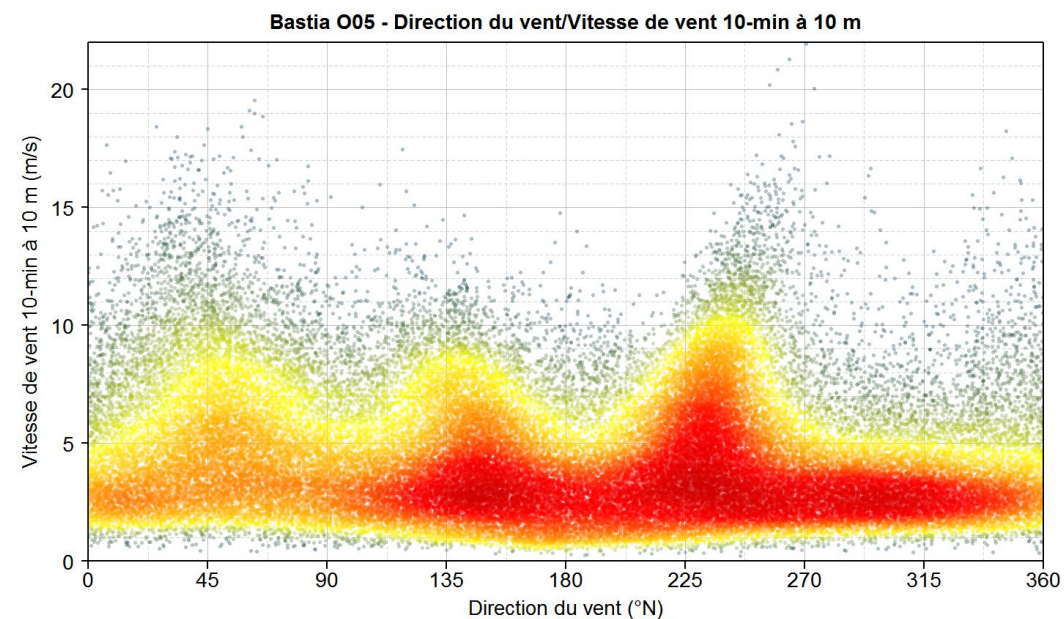
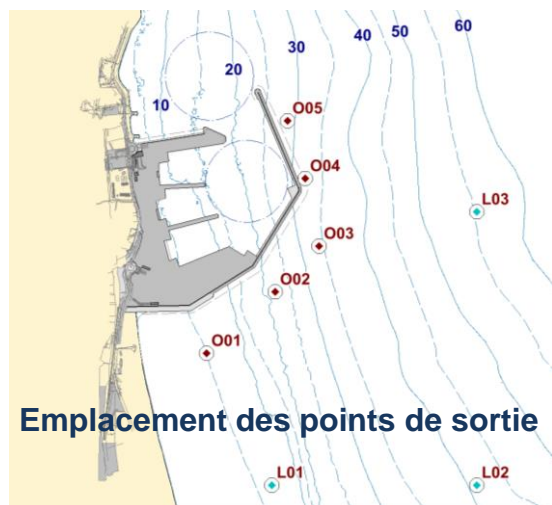
## ETUDES COMPLÉMENTAIRES

### ETUDE DE NAVIGATION

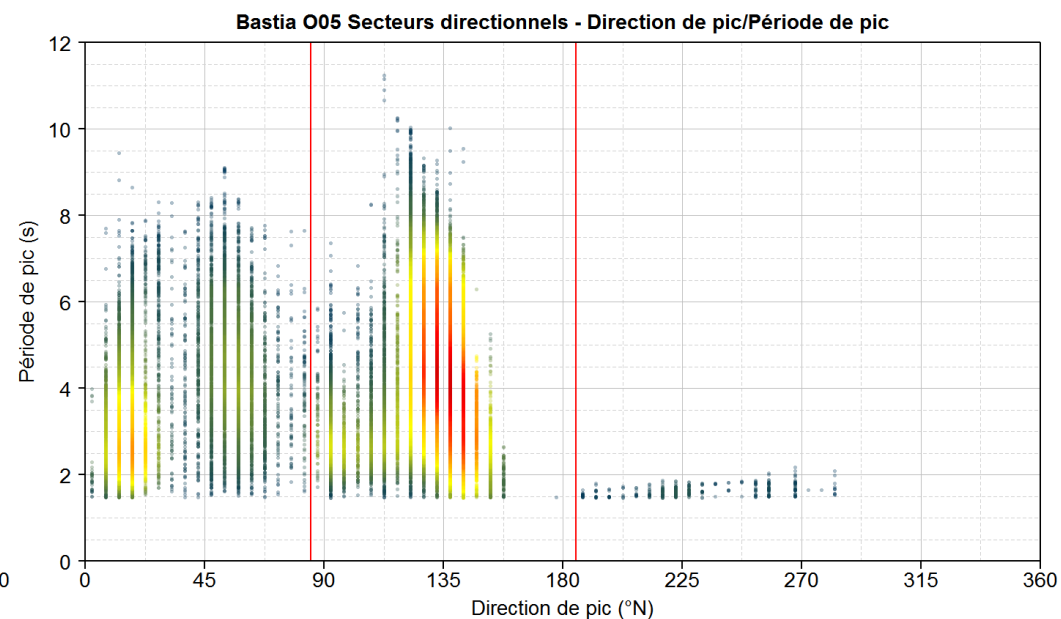
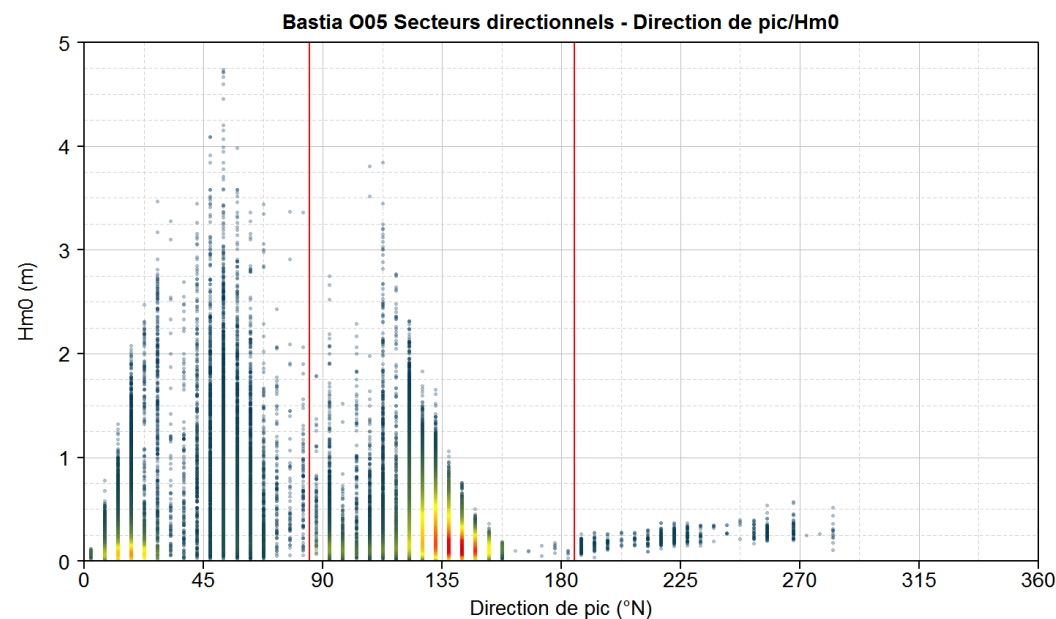
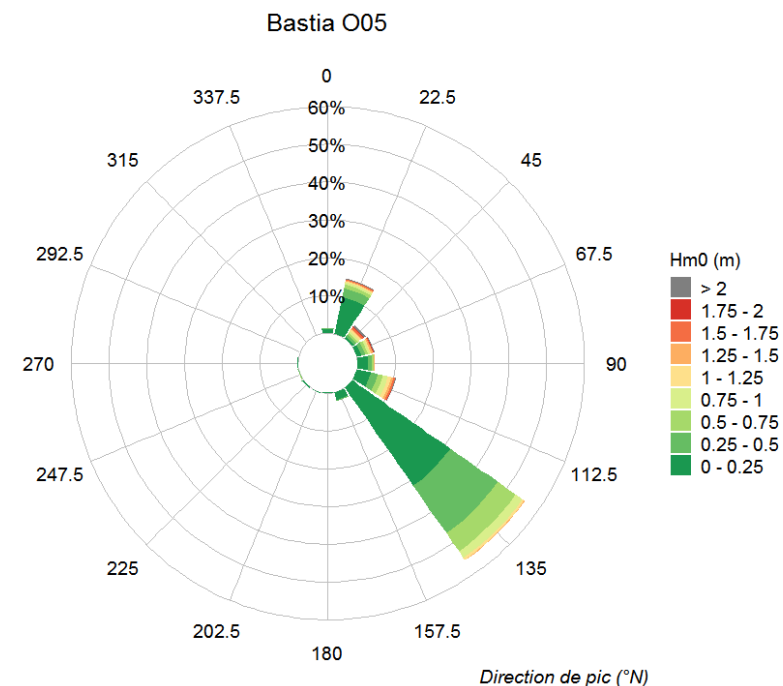
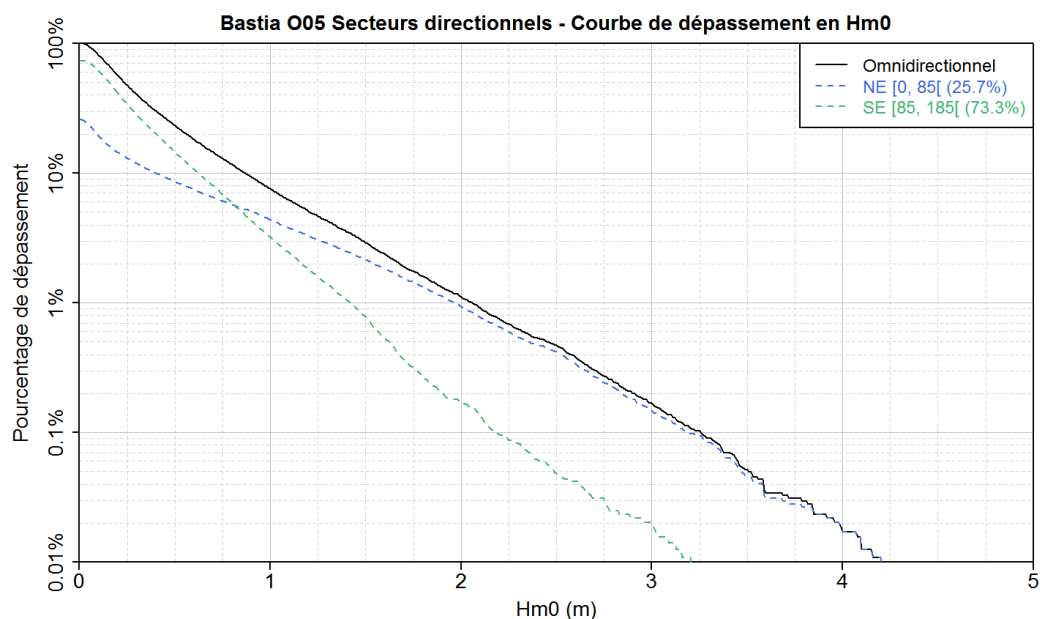
#### *Annexe 3 : Extrait de l'analyse océano-météorologiques et de l'étude d'agitation*

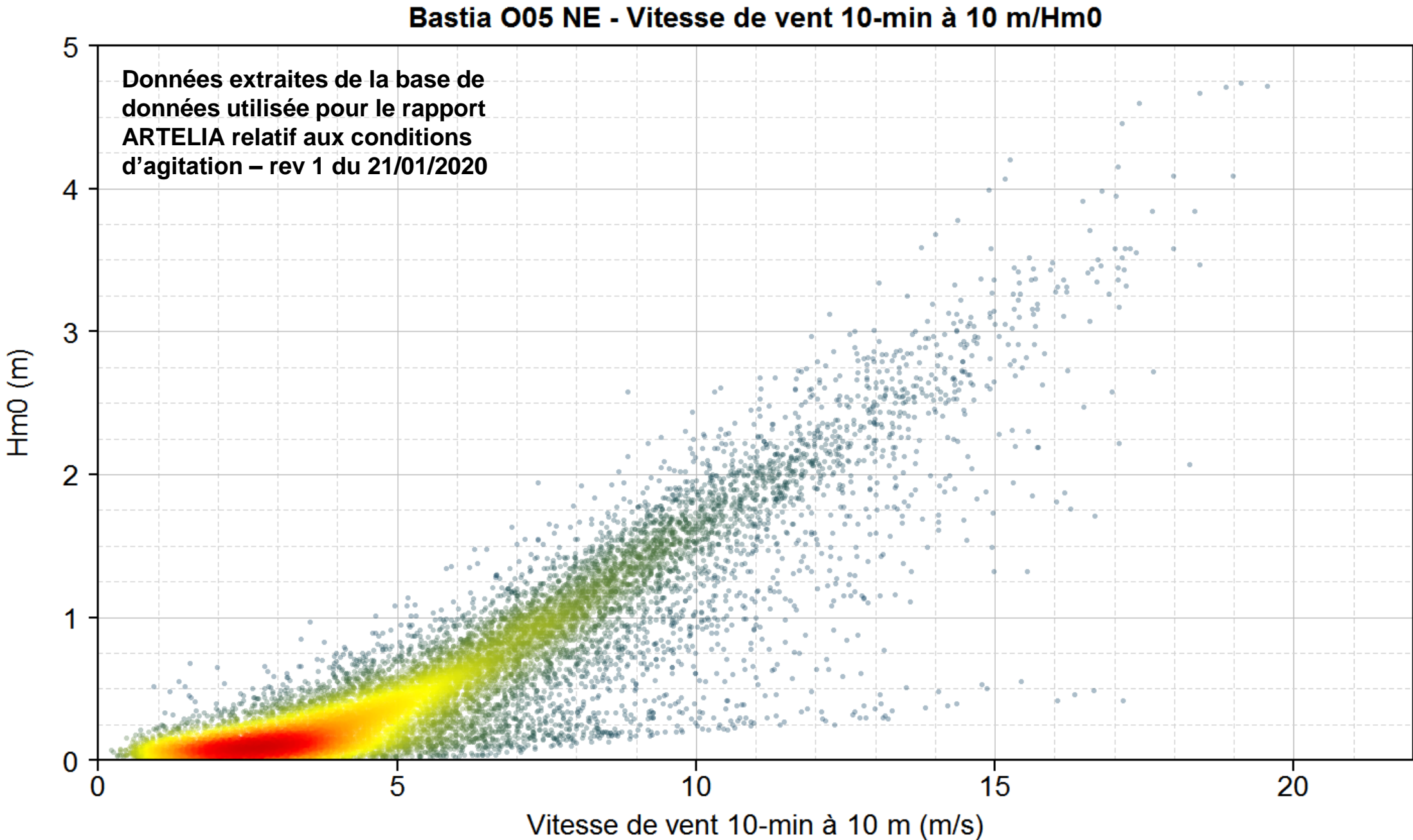


# Extrait du rapport ARTELIA relatif aux conditions d'agitation – rev 1 du 21/01/2020



## Extrait du rapport ARTELIA relatif aux conditions d'agitation – rev 1 du 21/01/2020





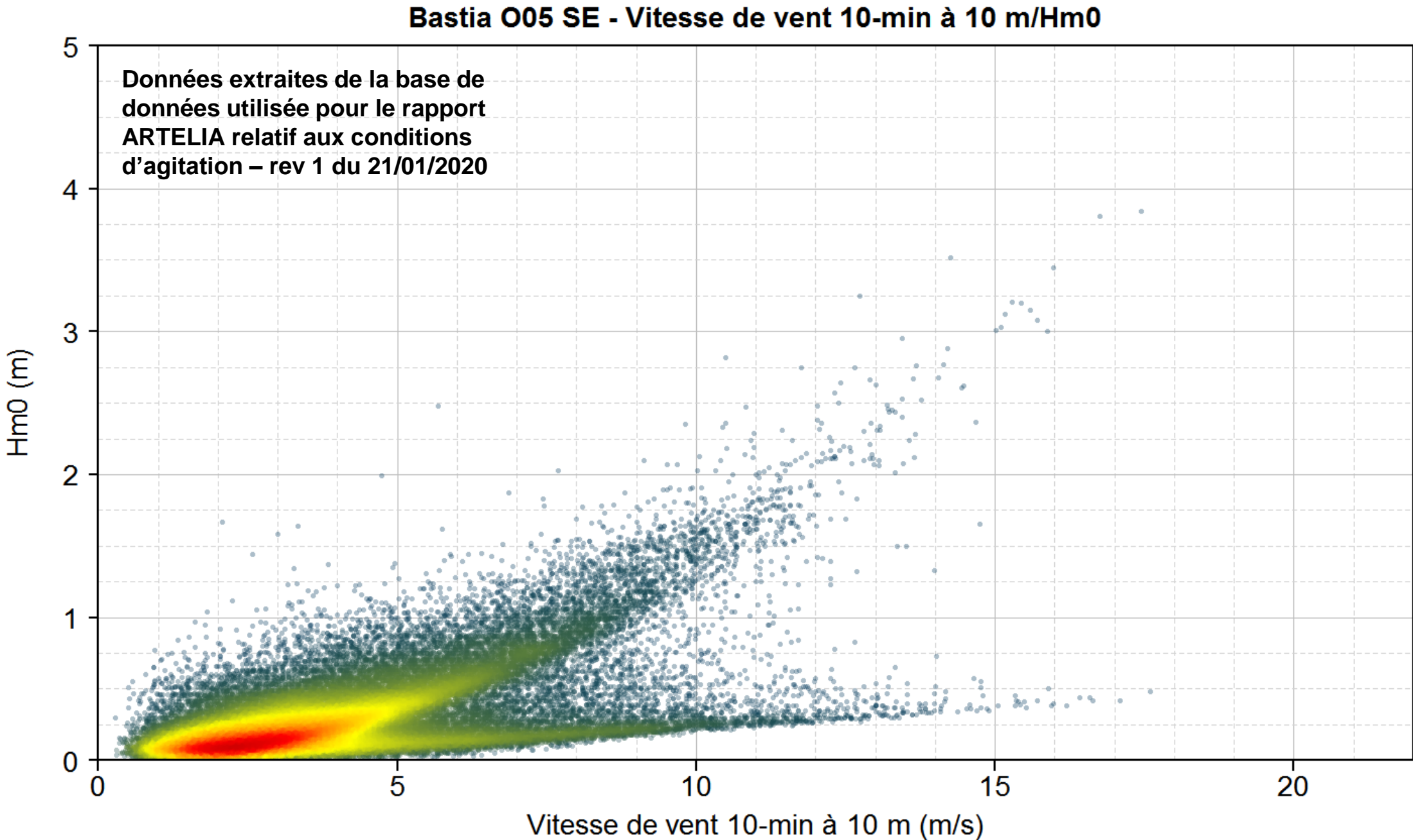




Figure 3-5

Agitation - Config V01 - Houle de 045°N, Hm0 = 1.20 m, Tp = 07.0 s

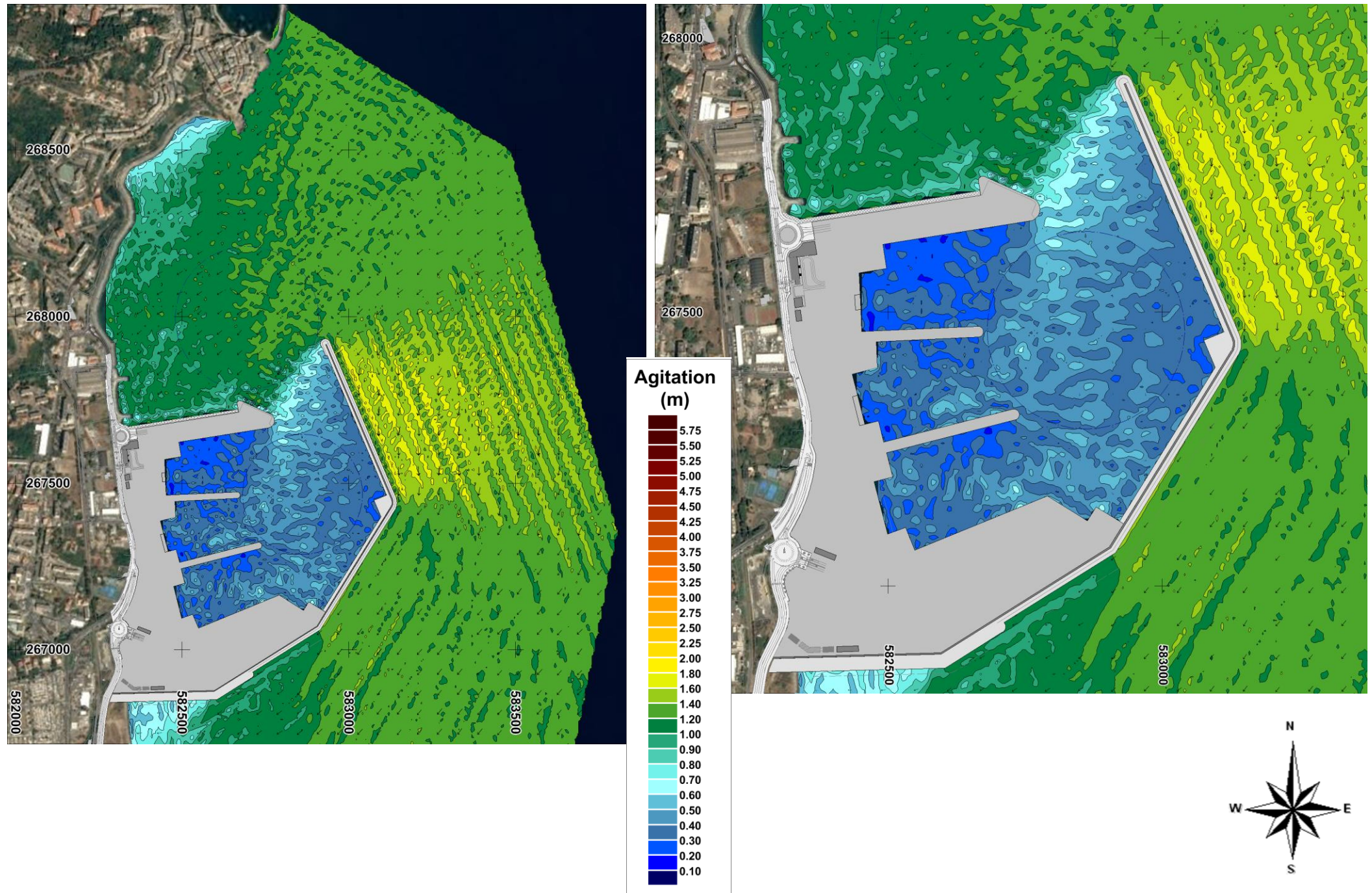




Figure 3-6

Agitation - Config V01 - Houle de 045°N, Hm0 = 2.40 m, Tp = 07.0 s

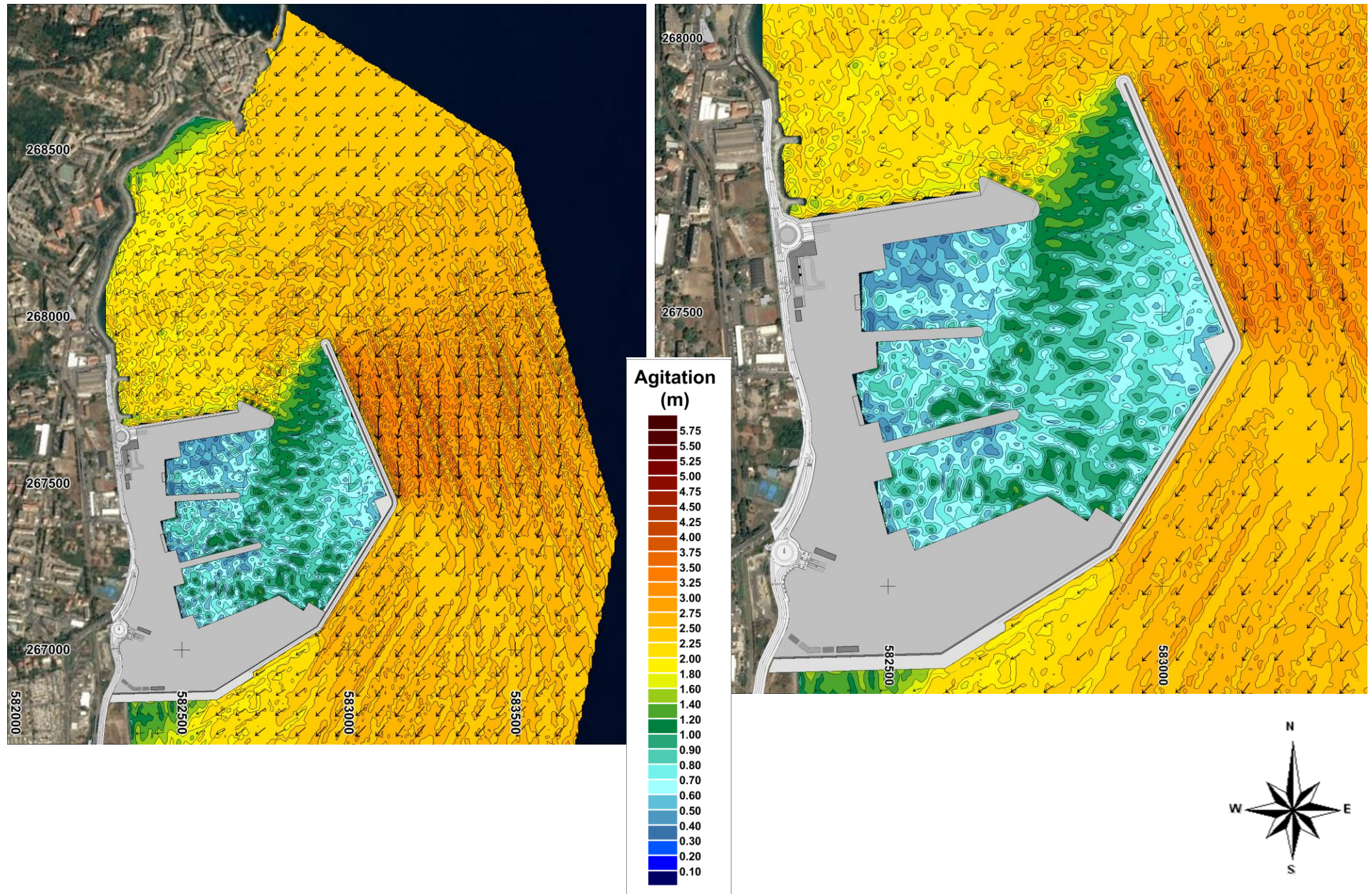




Figure 3-7

Agitation - Config V01 - Houle de 110°N, Hm0 = 1.00 m, Tp = 06.0 s

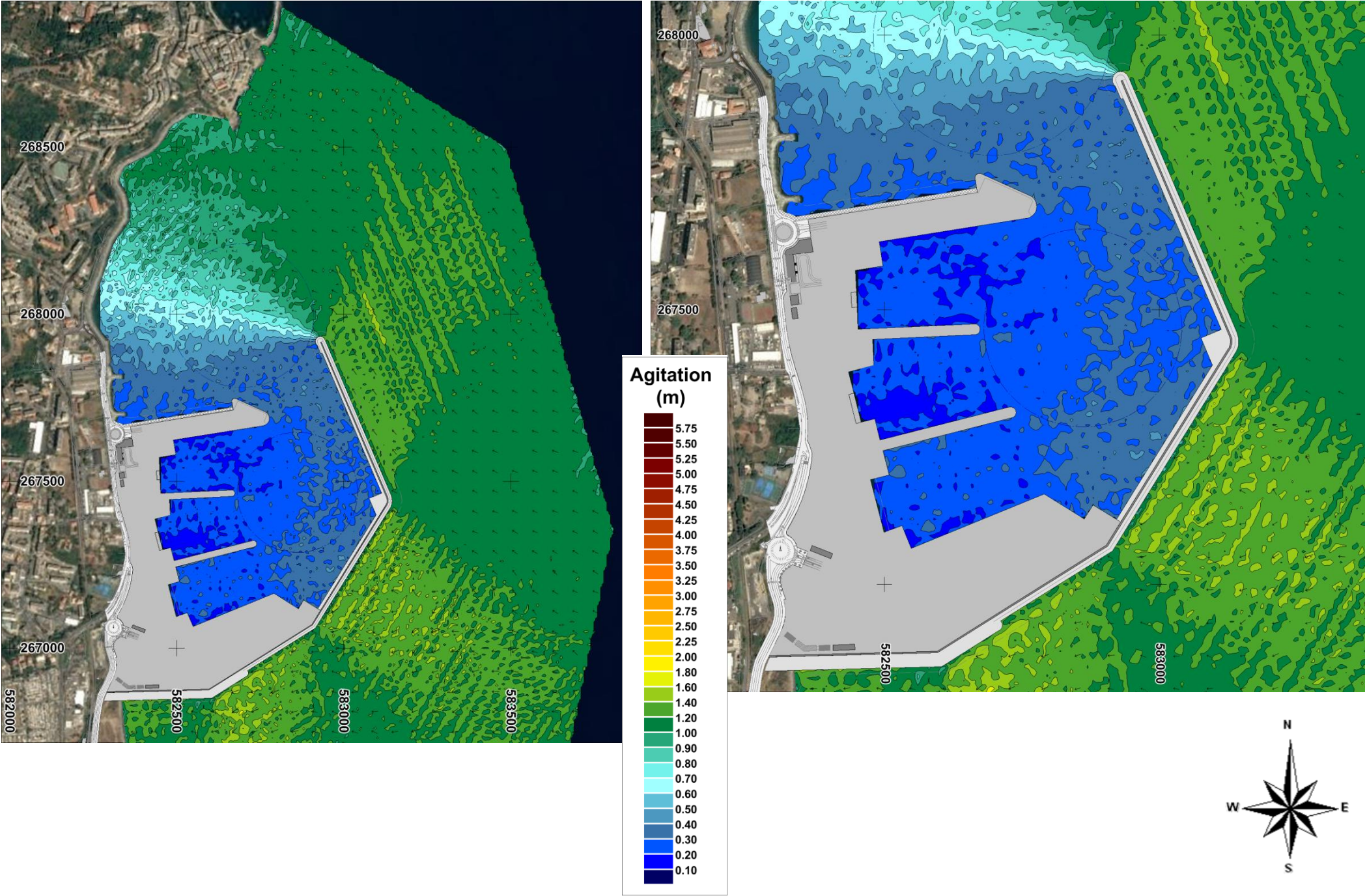
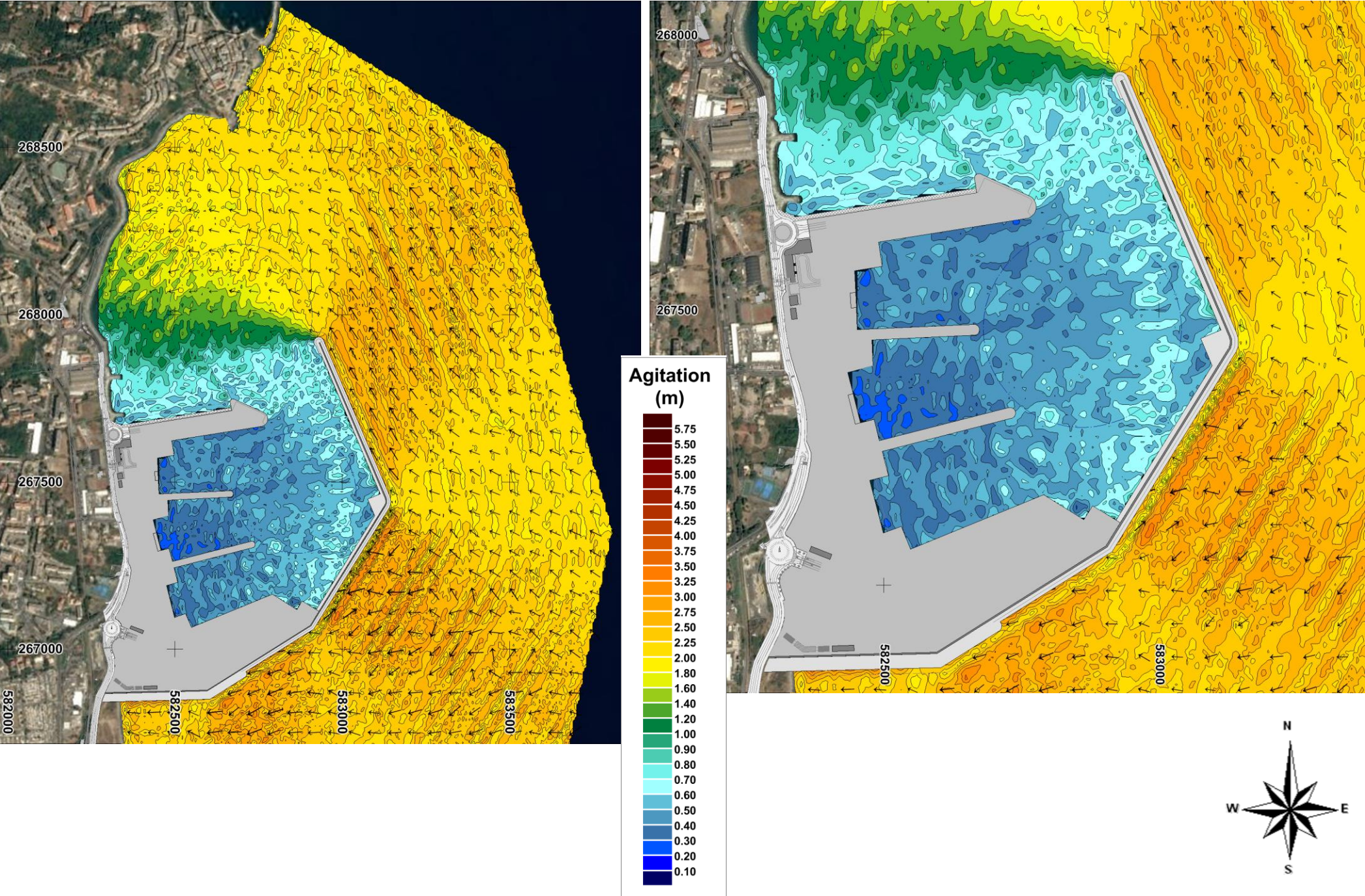




Figure 3-8

Agitation - Config V01 - Houle de 110°N, Hm0 = 2.00 m, Tp = 08.0 s



## **ANNEXE 4 DETAILS DES DONNEES ENREGISTREES DURANT LES SIMULATIONS**



---

# PROJET DE PORTU NOVU

## ETUDES COMPLÉMENTAIRES

### ETUDE DE NAVIGATION

#### *Annexe 4 : Détails des données enregistrées durant les simulations*

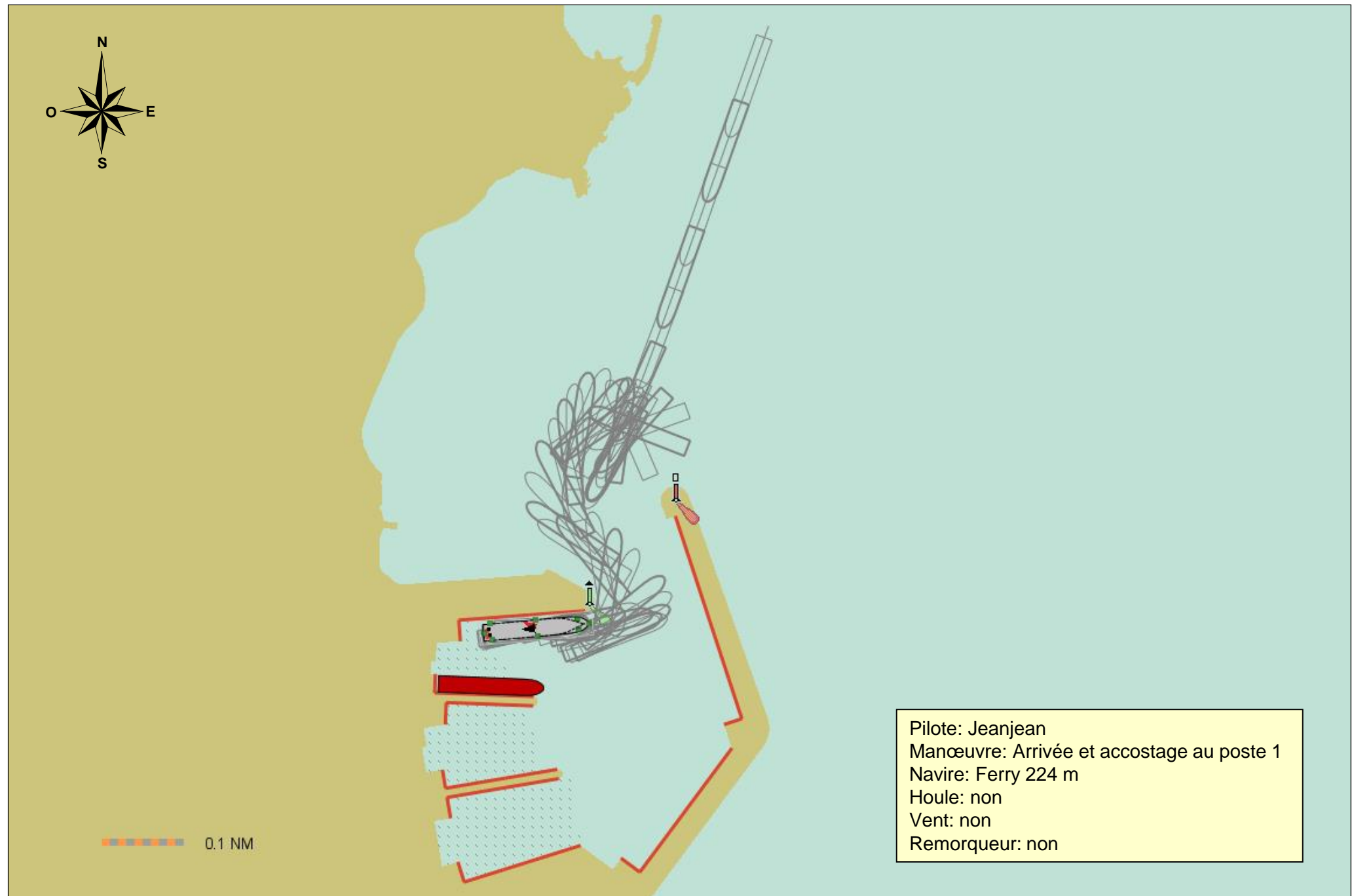


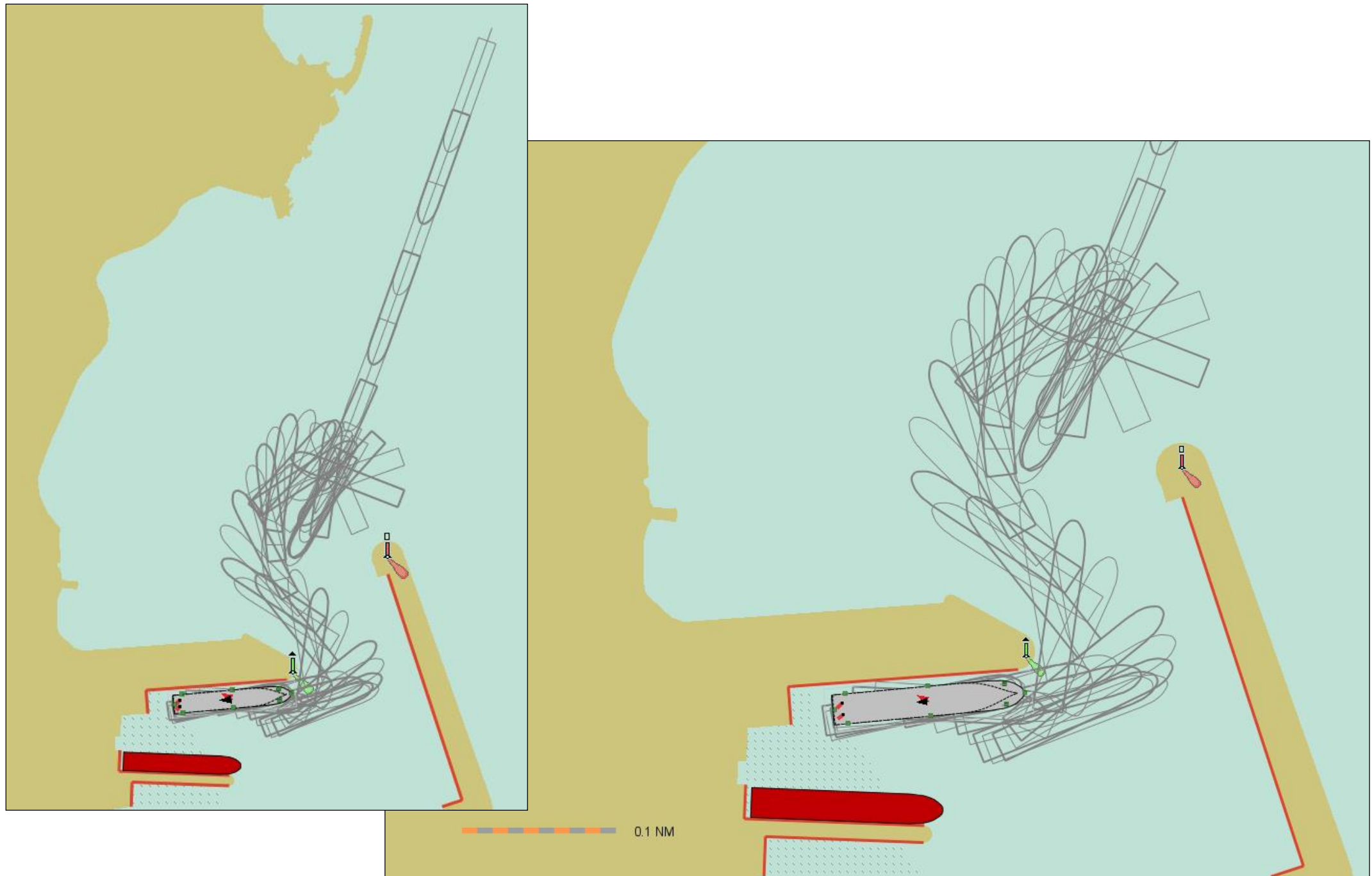
---

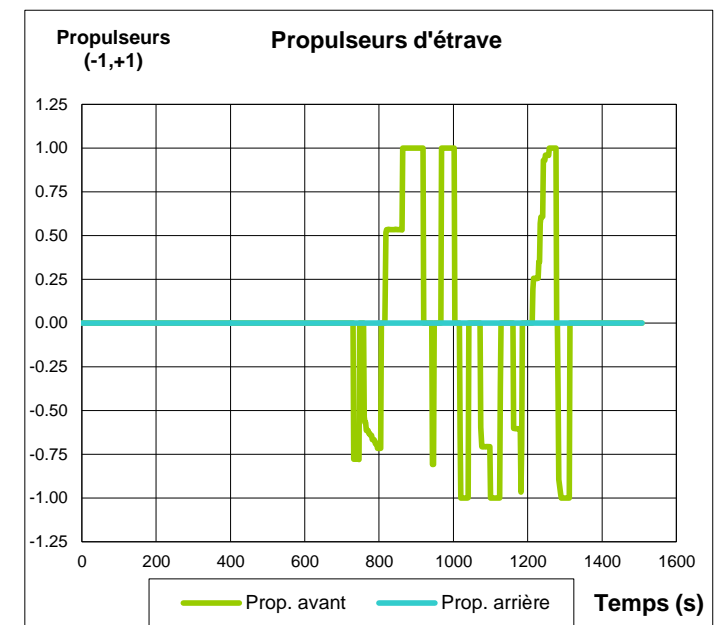
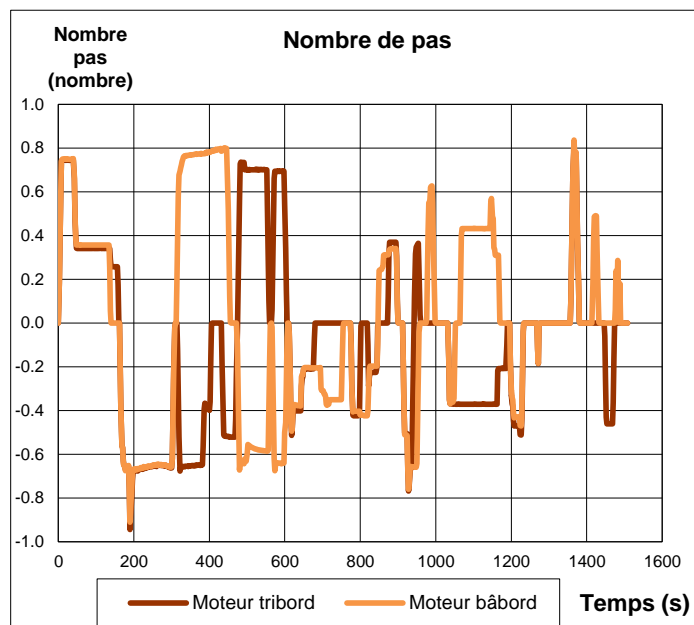
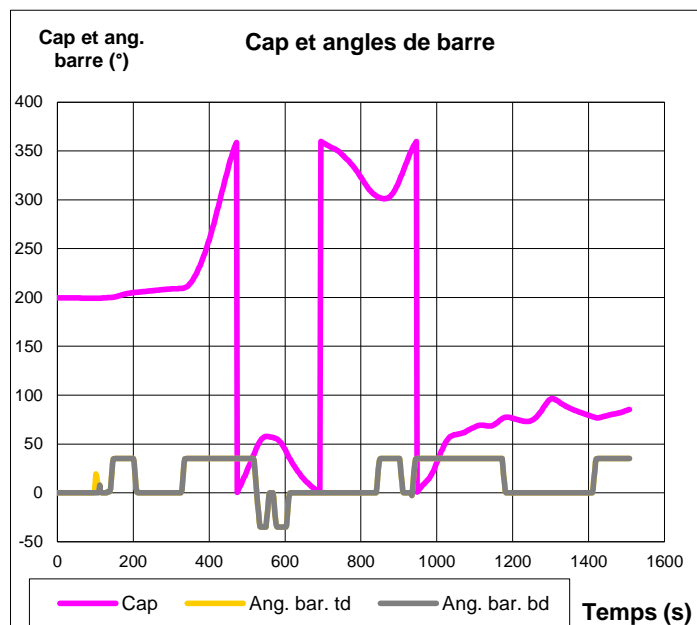
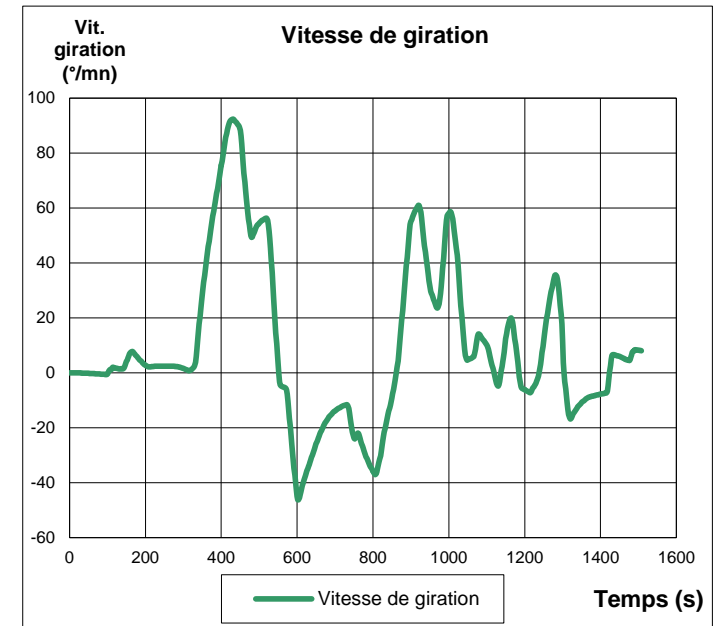
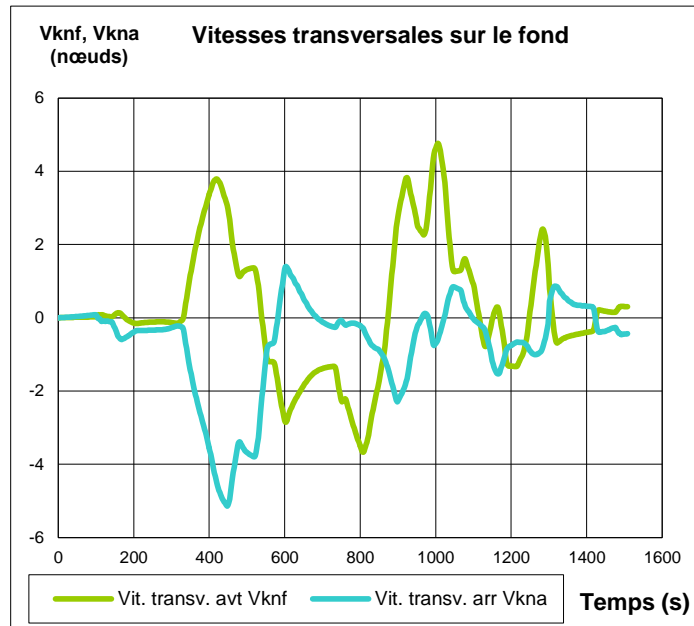
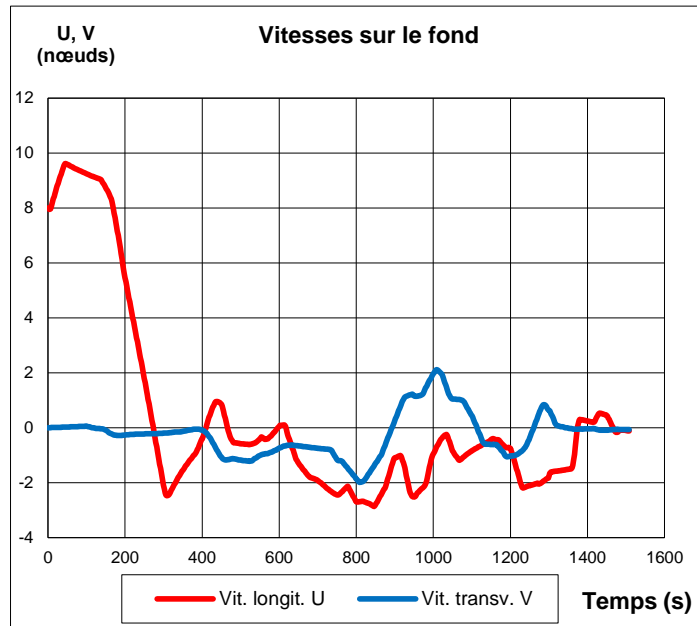
## **SIMULATIONS DE NAVIGATION**

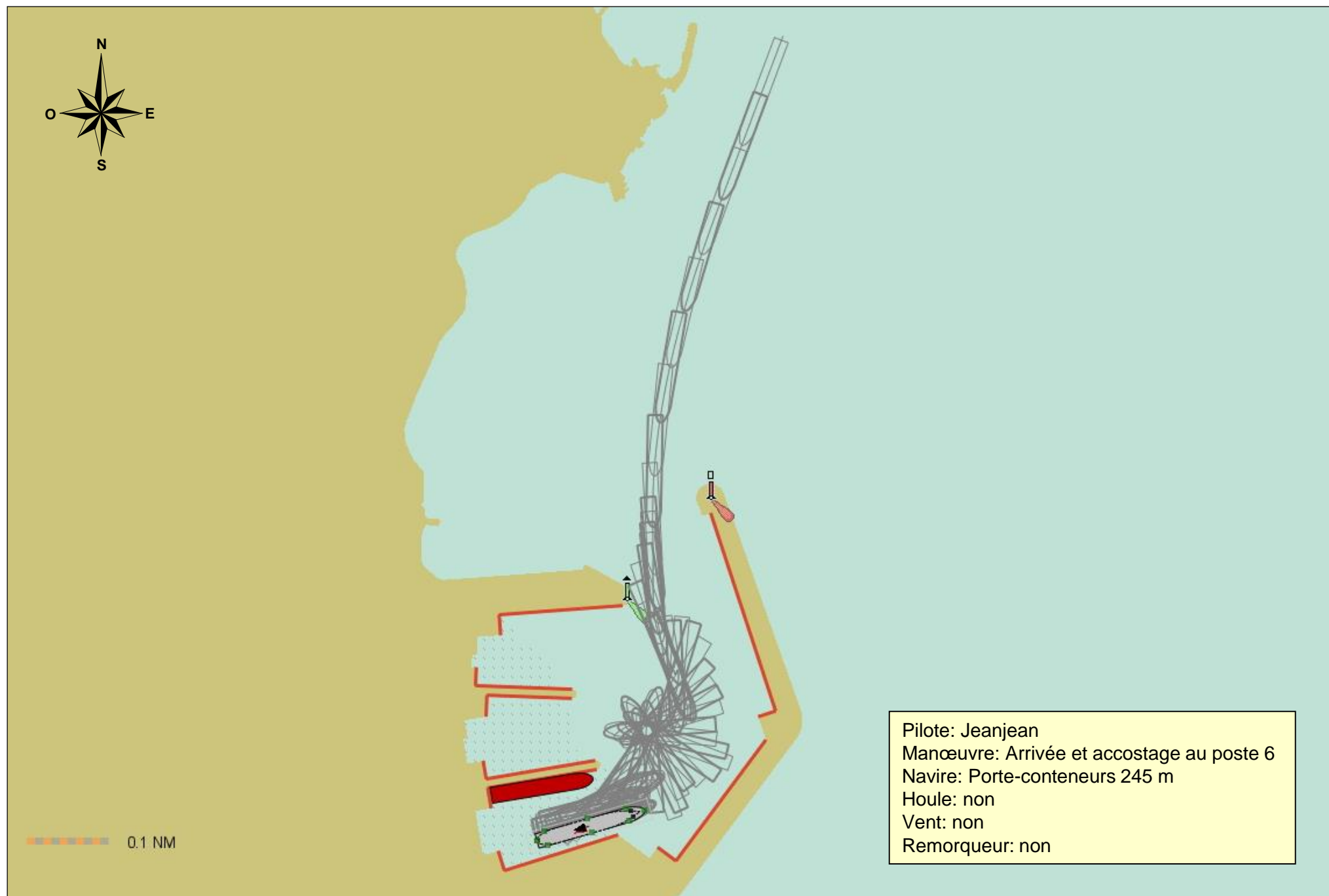
### **ESSAIS 1 - 10**

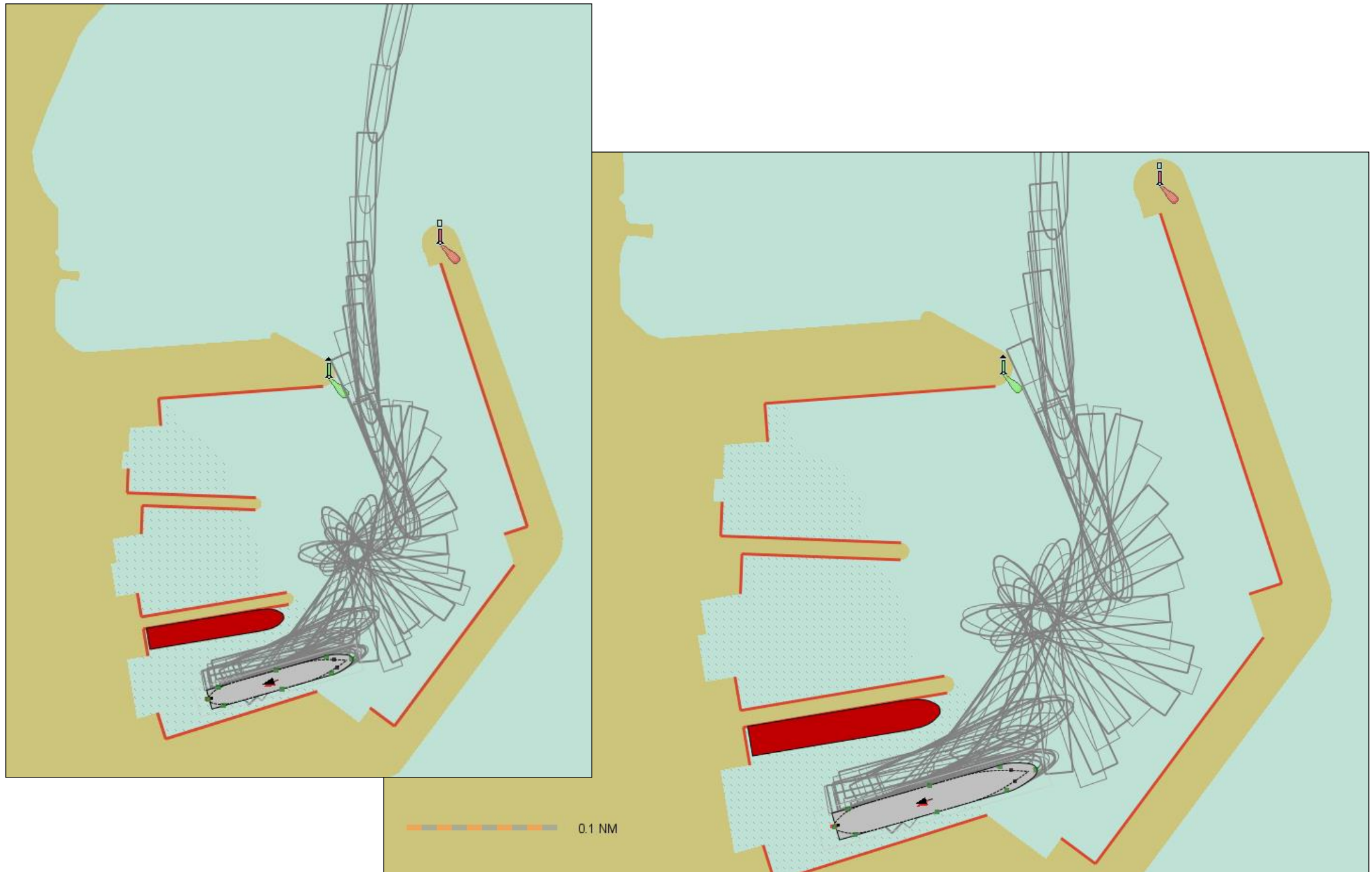




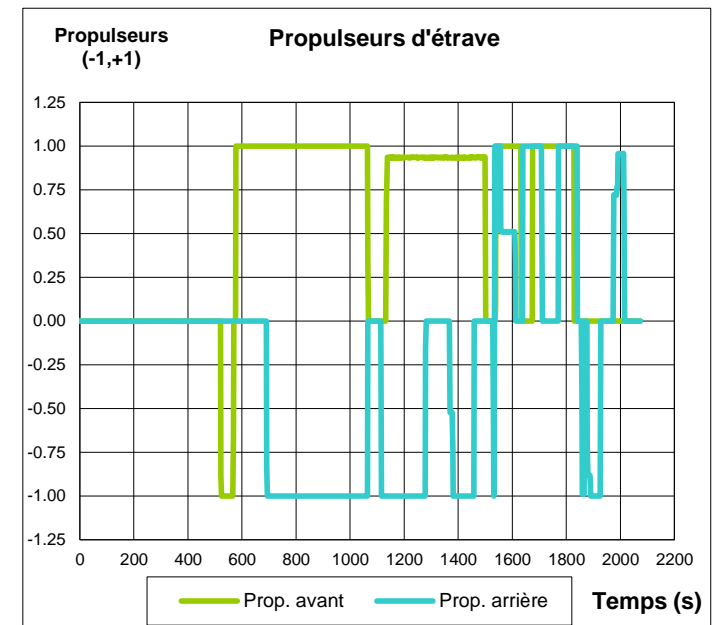
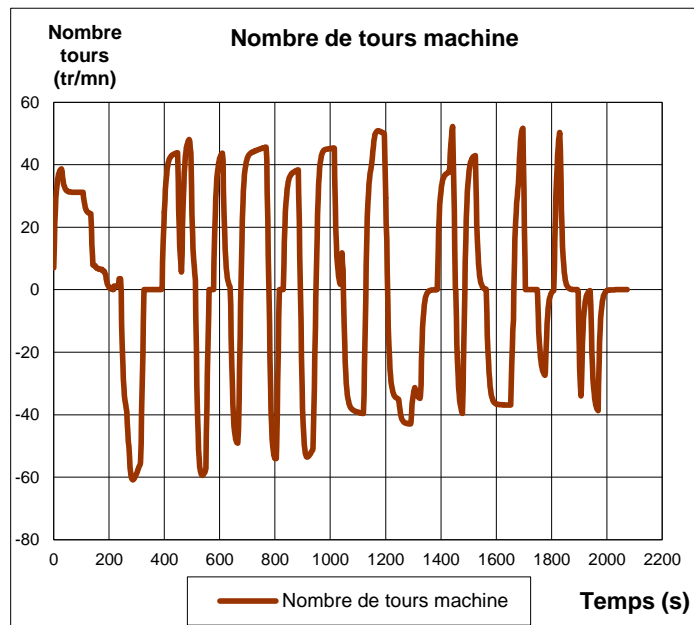
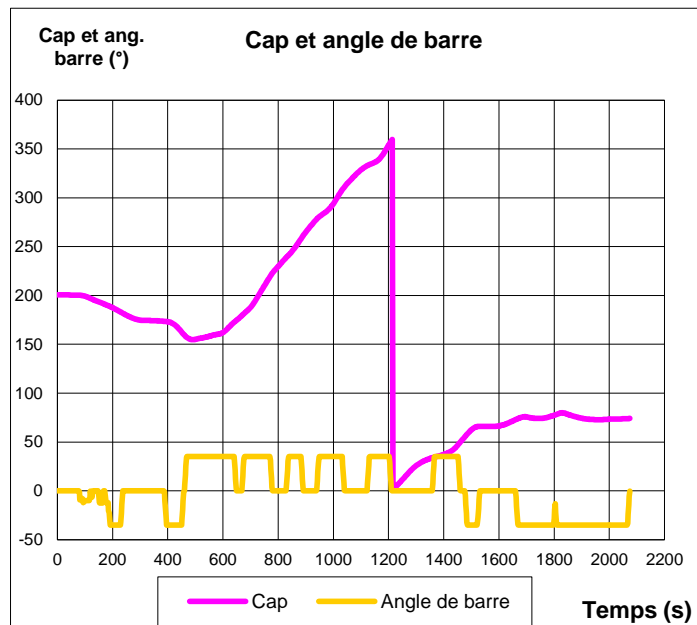
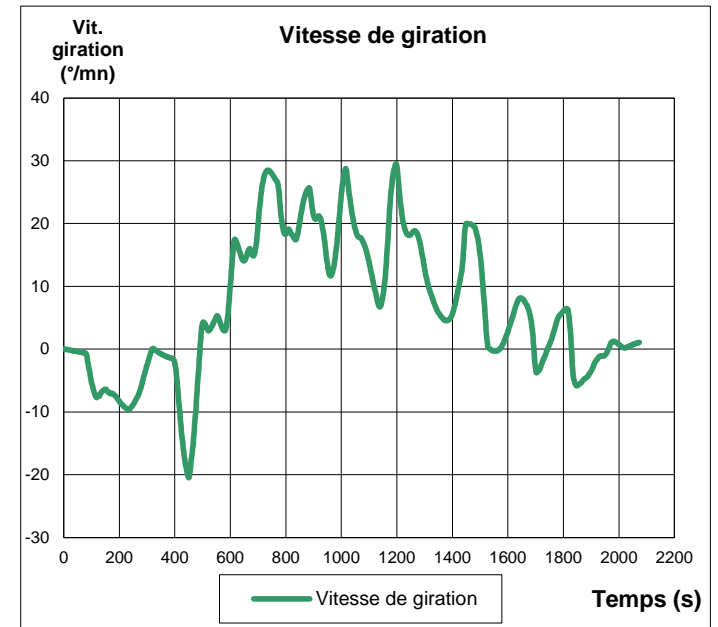
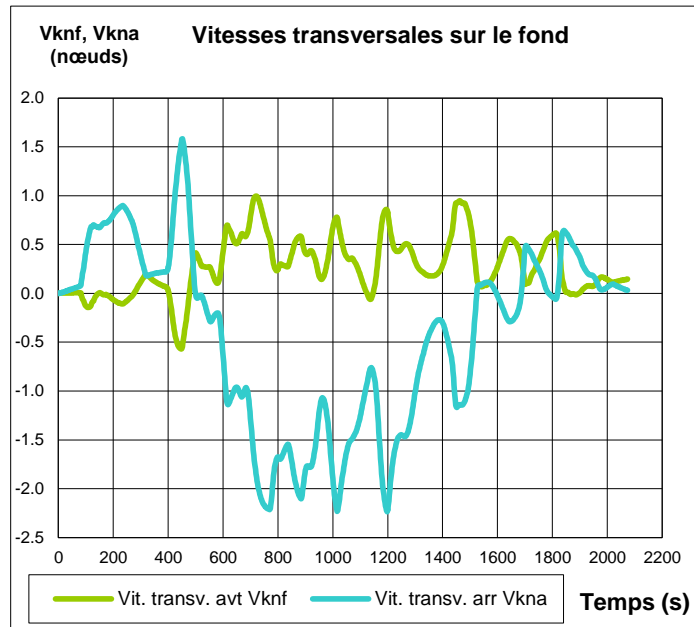
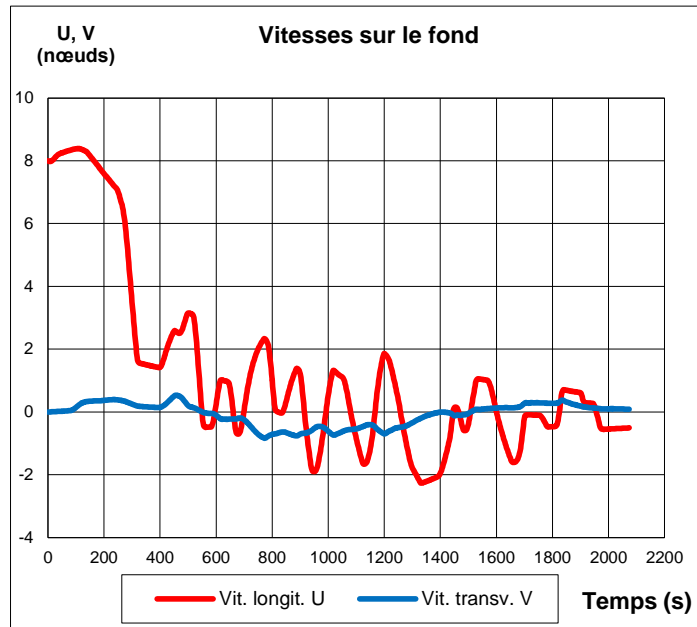






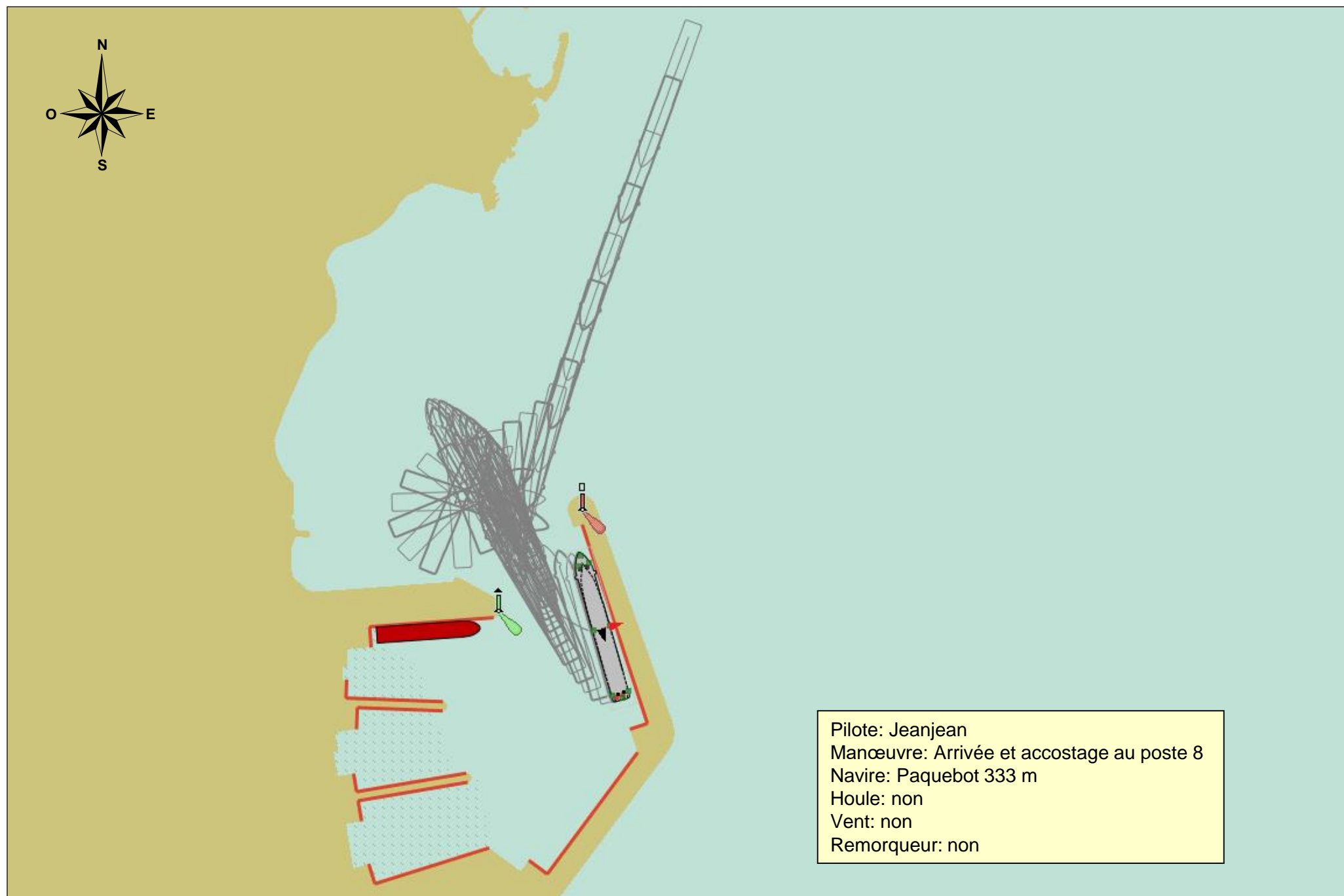


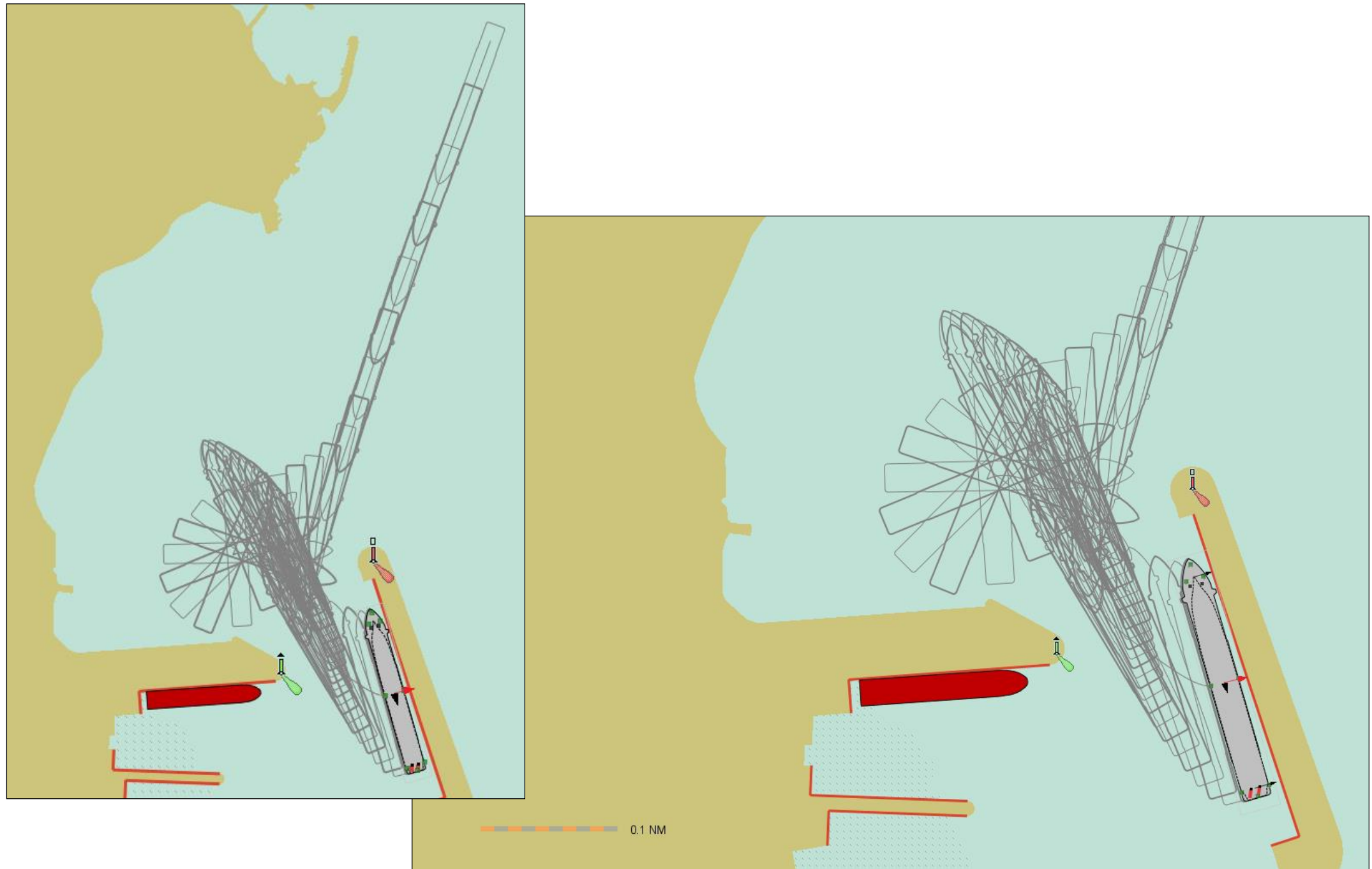


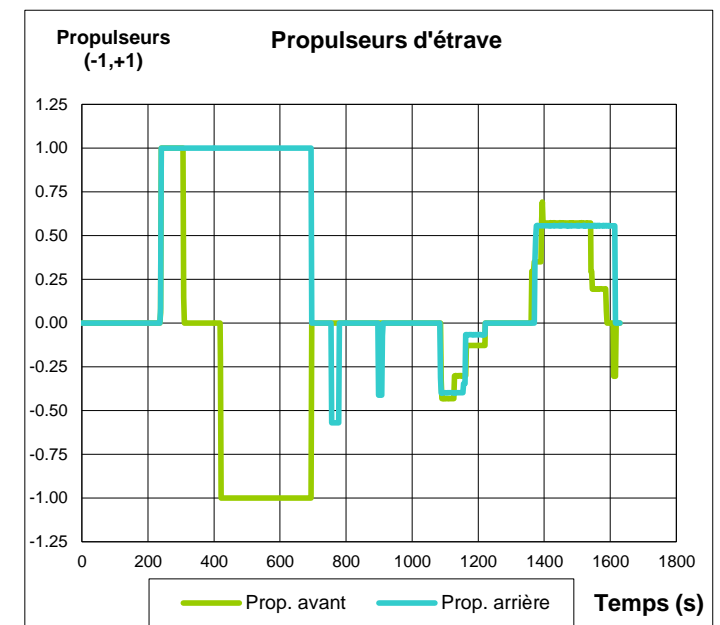
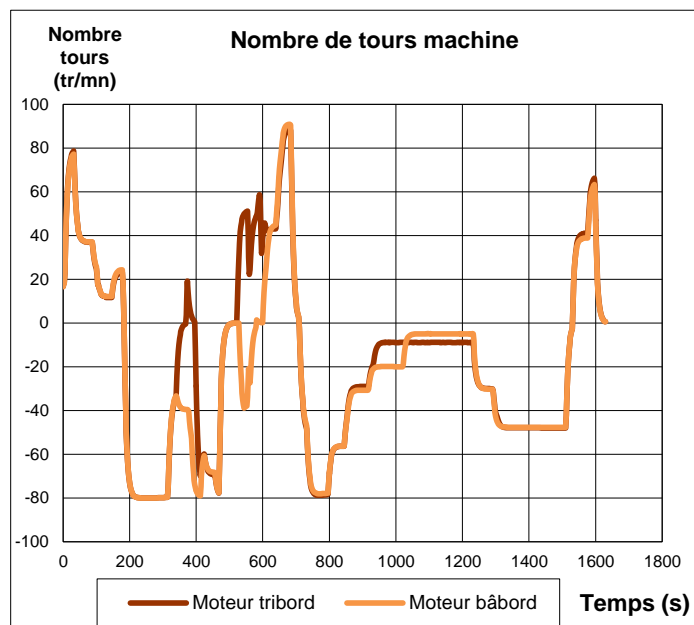
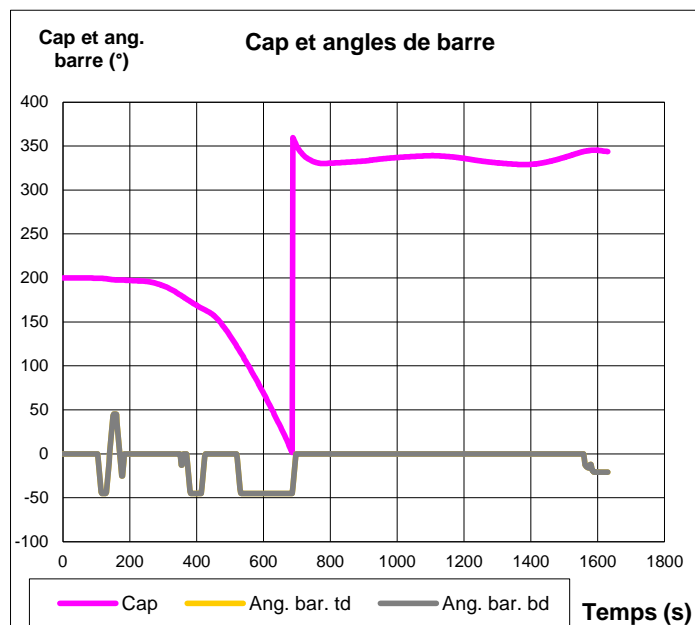
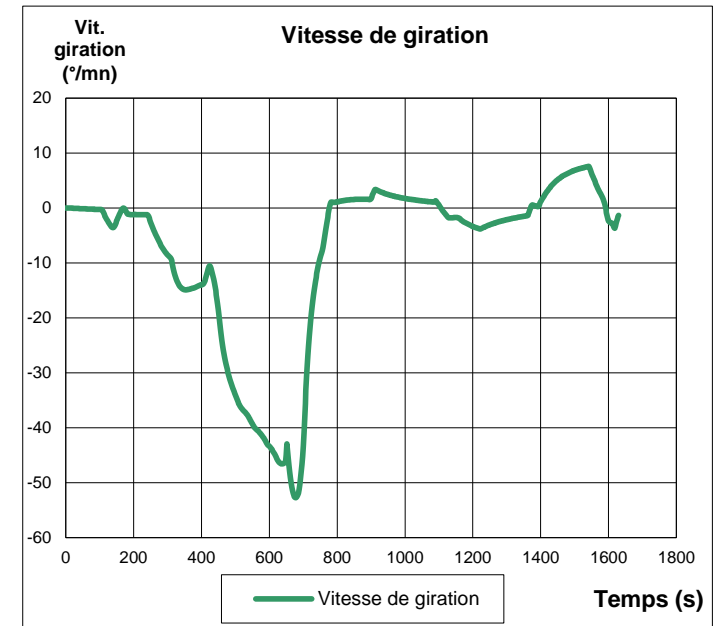
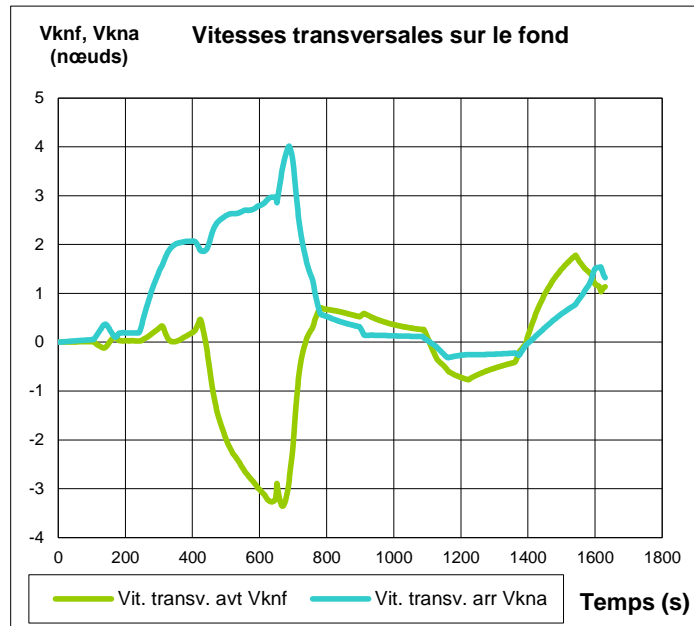
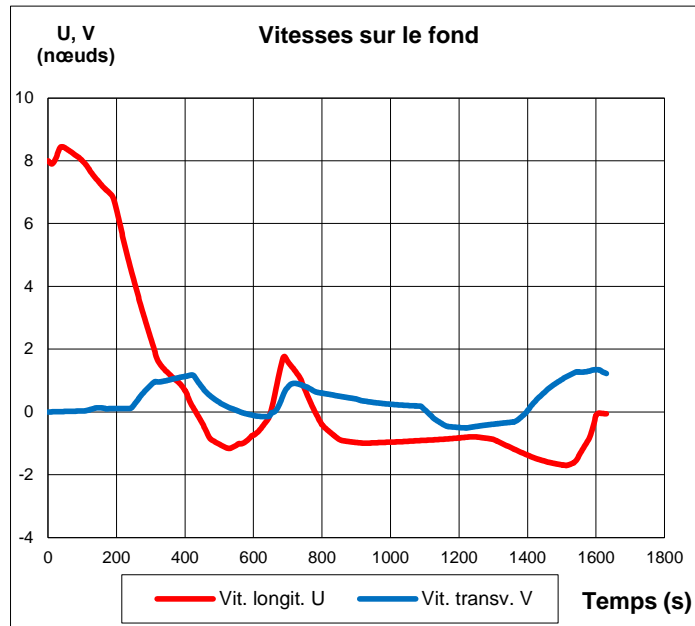






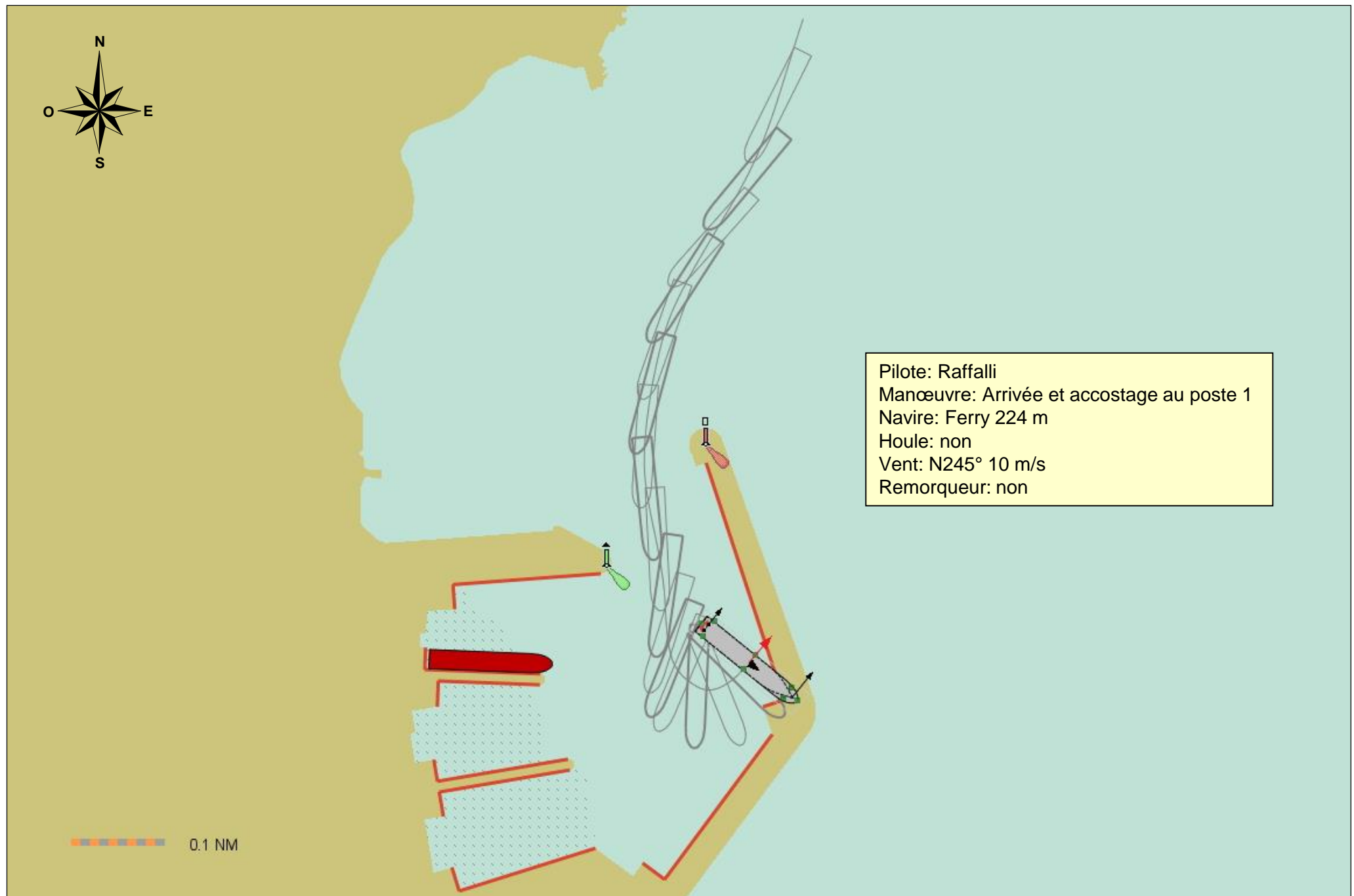






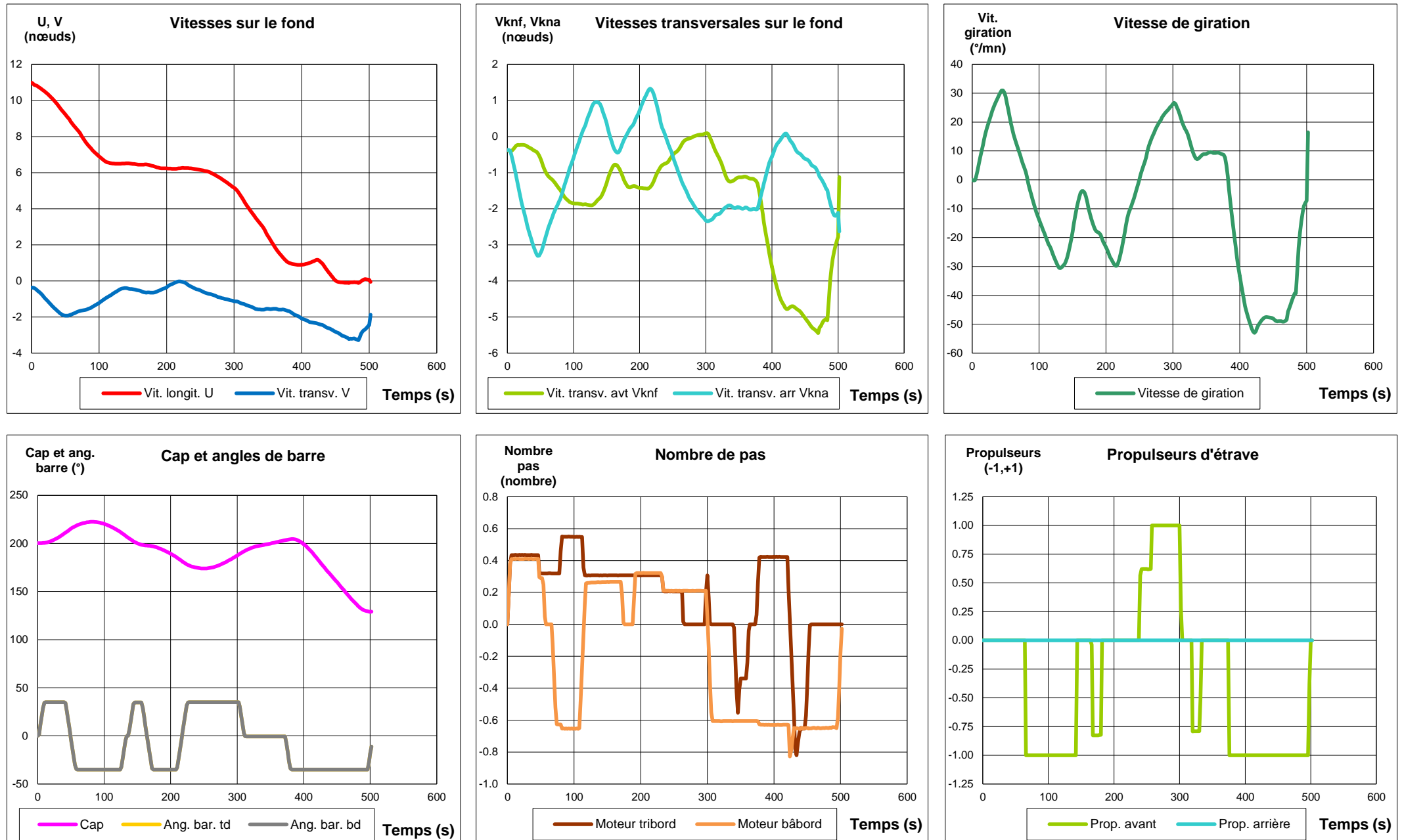


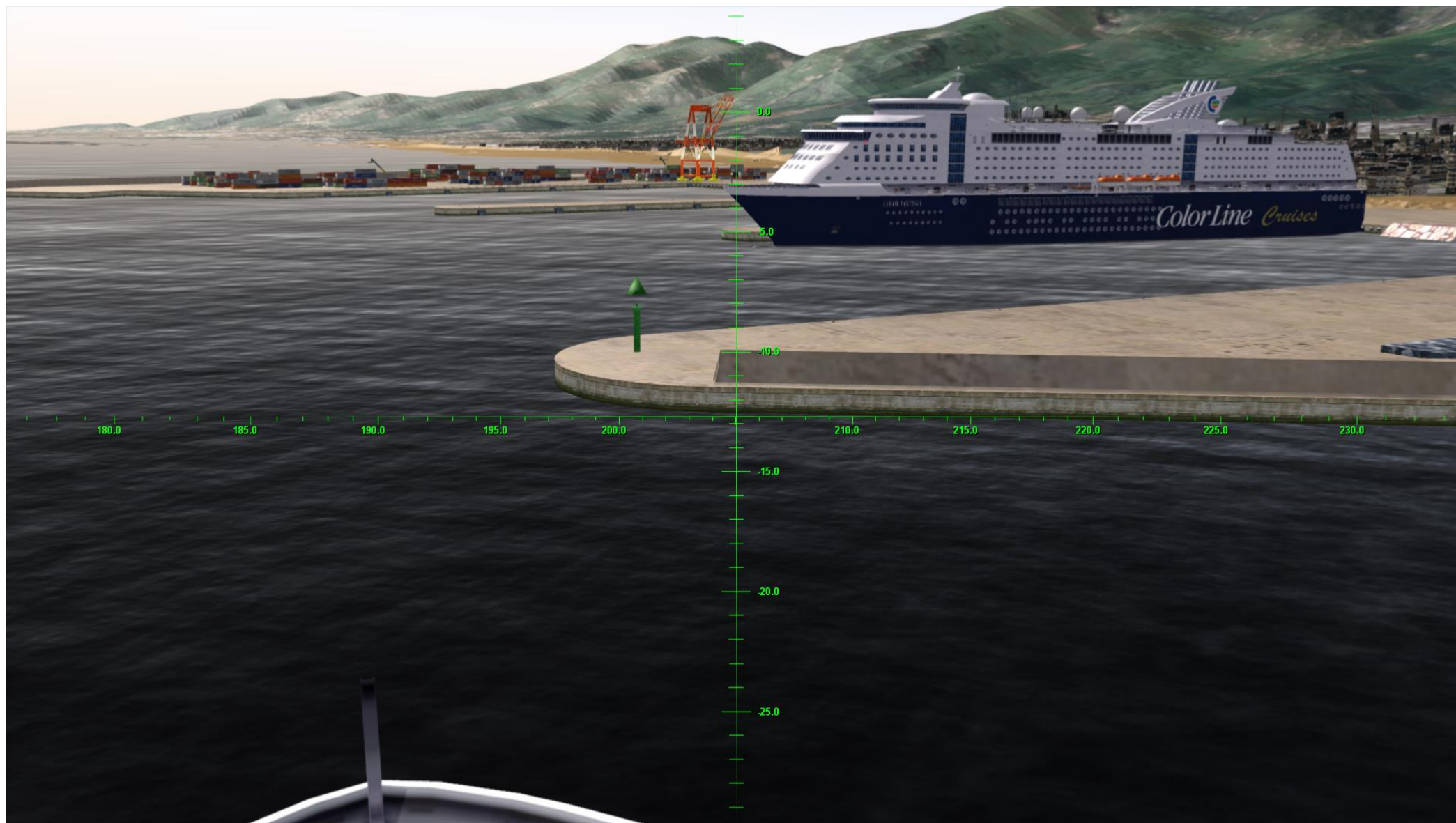


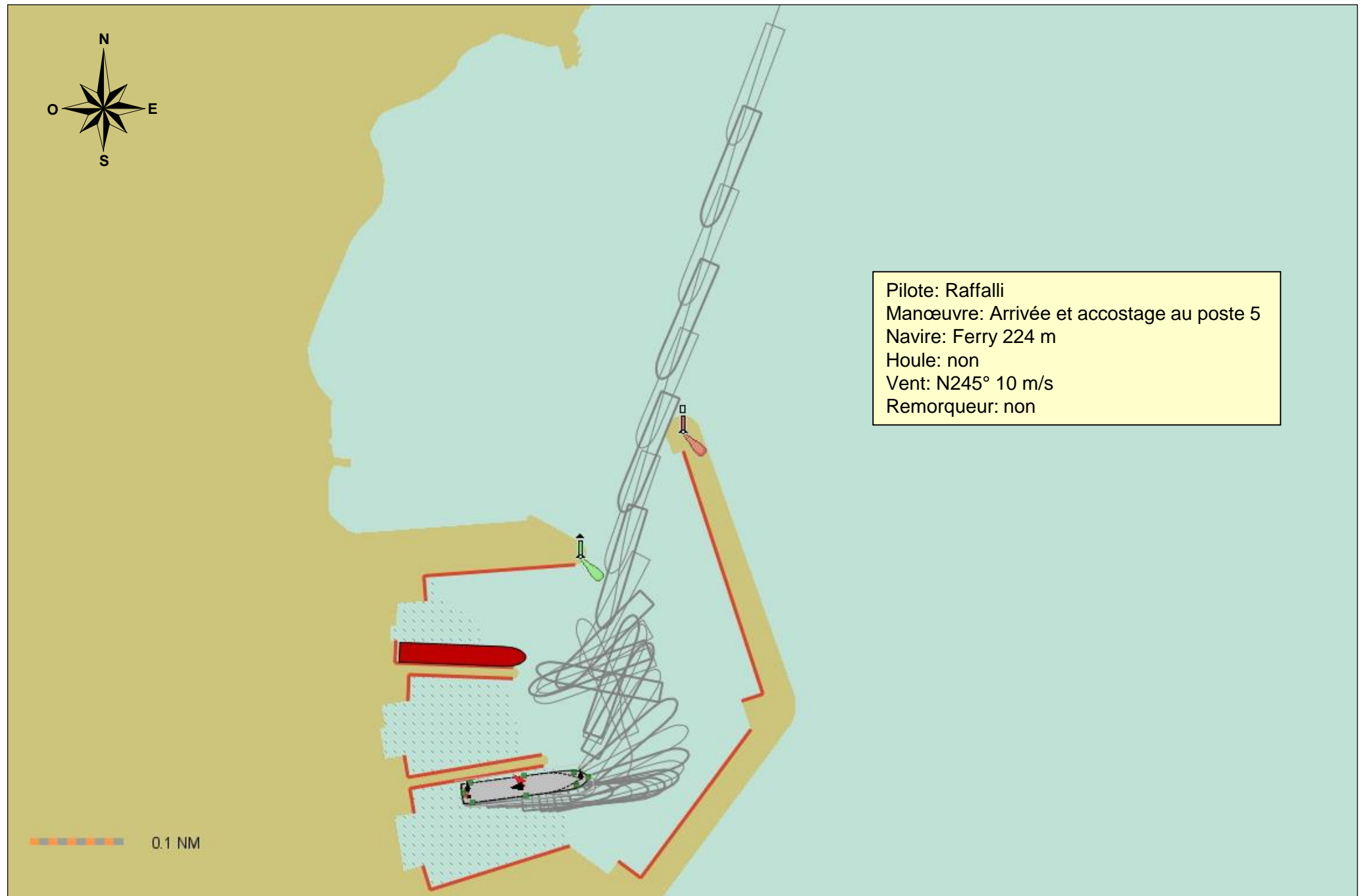




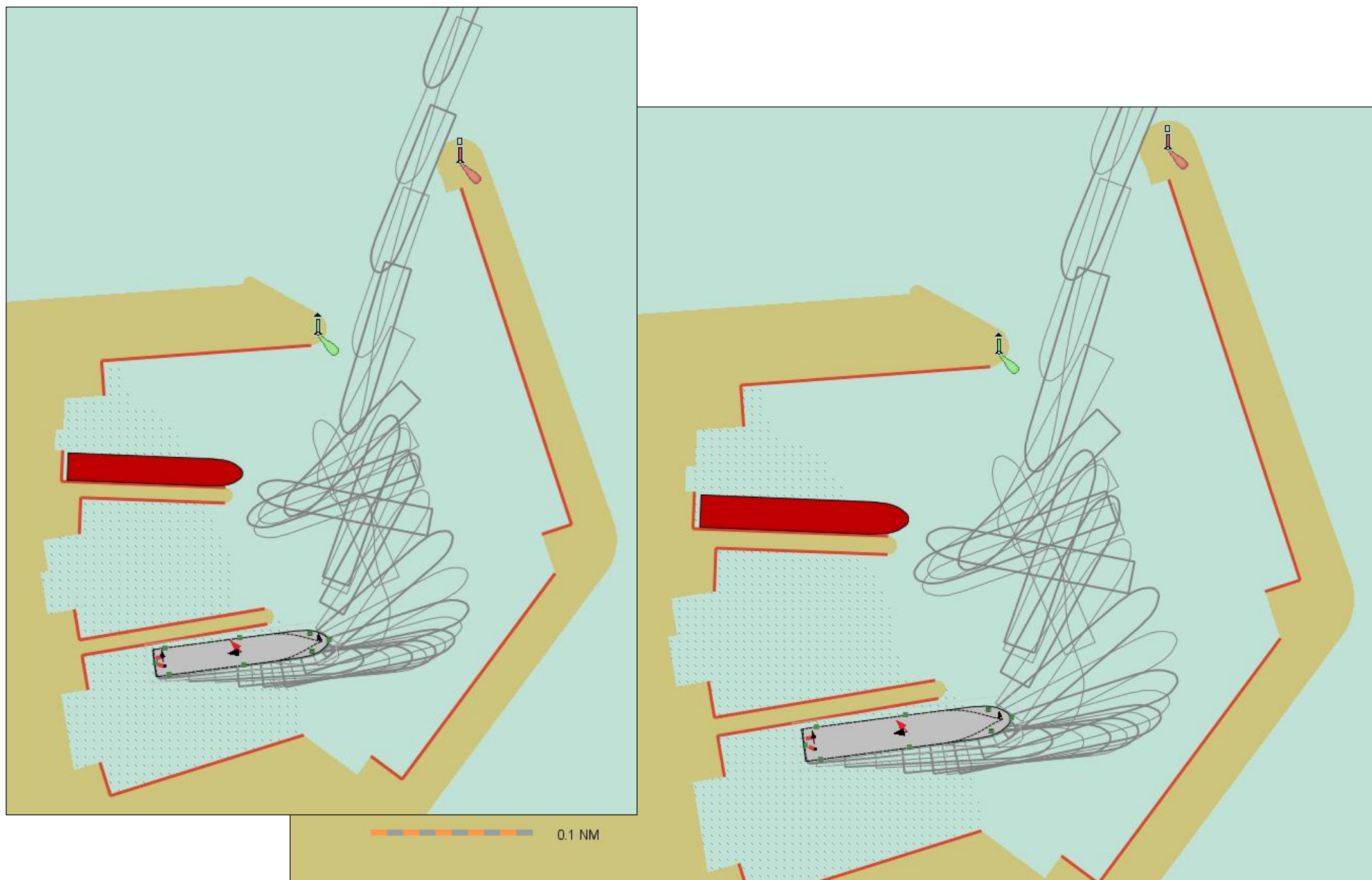


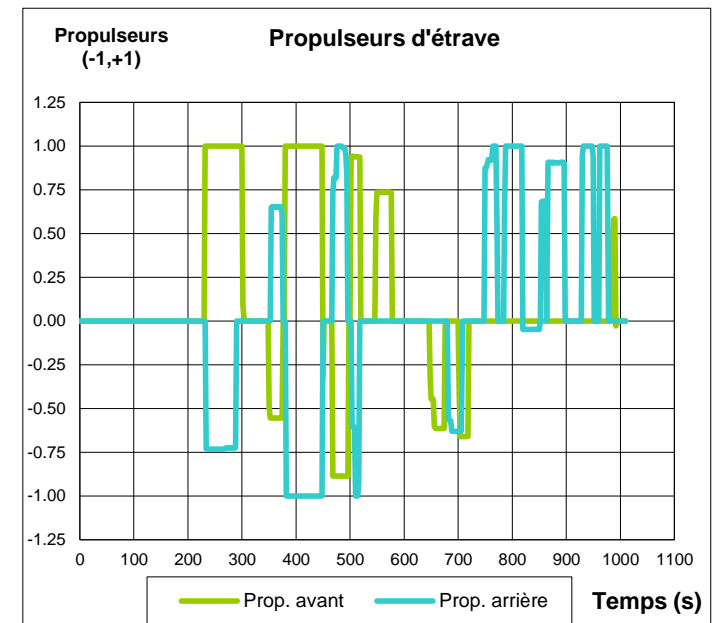
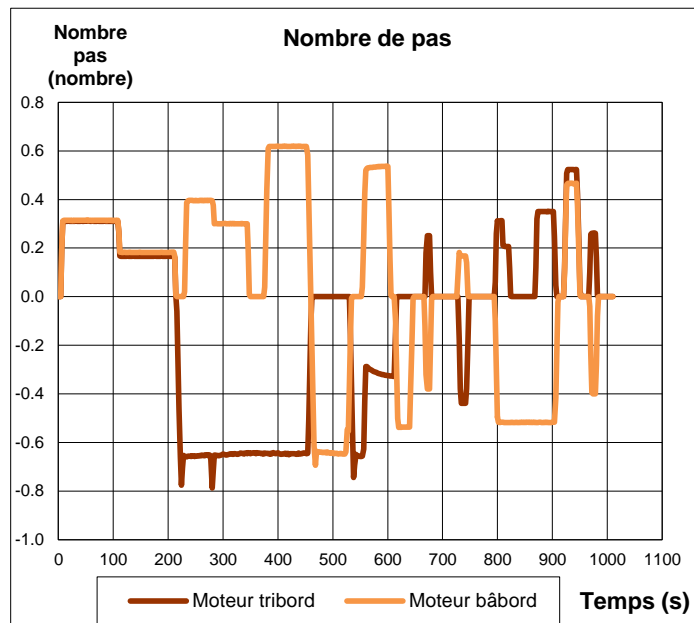
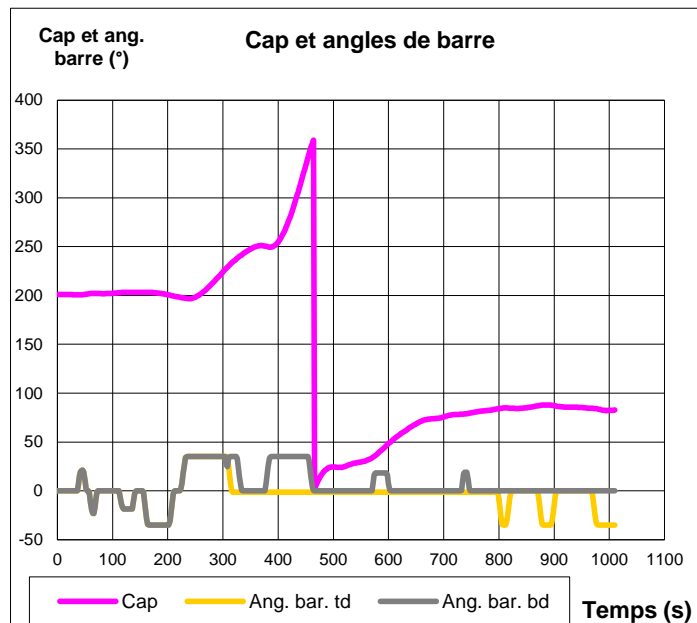
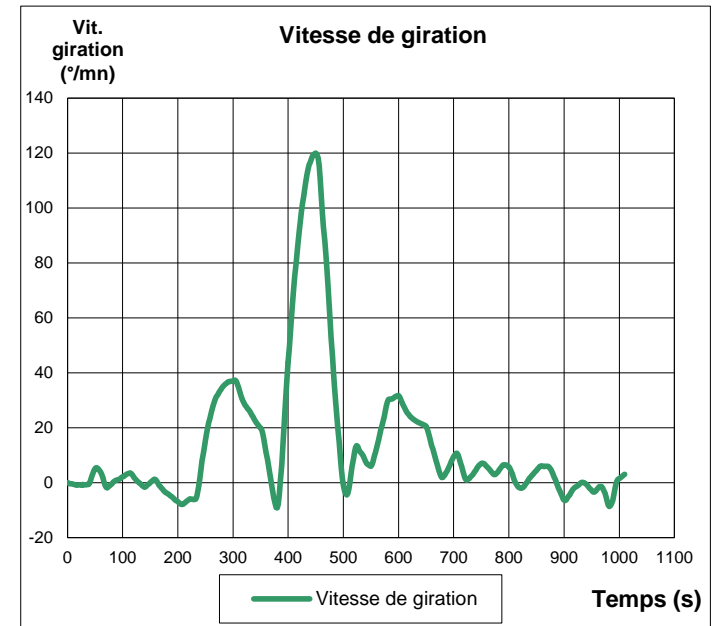
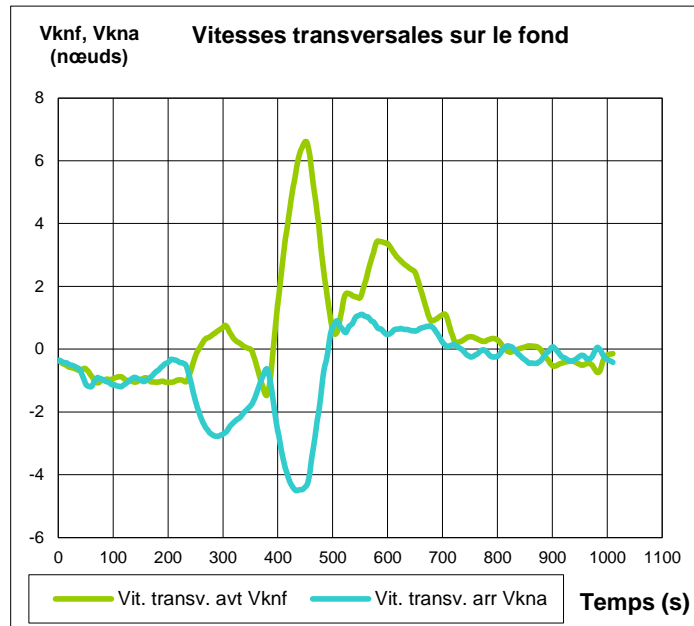
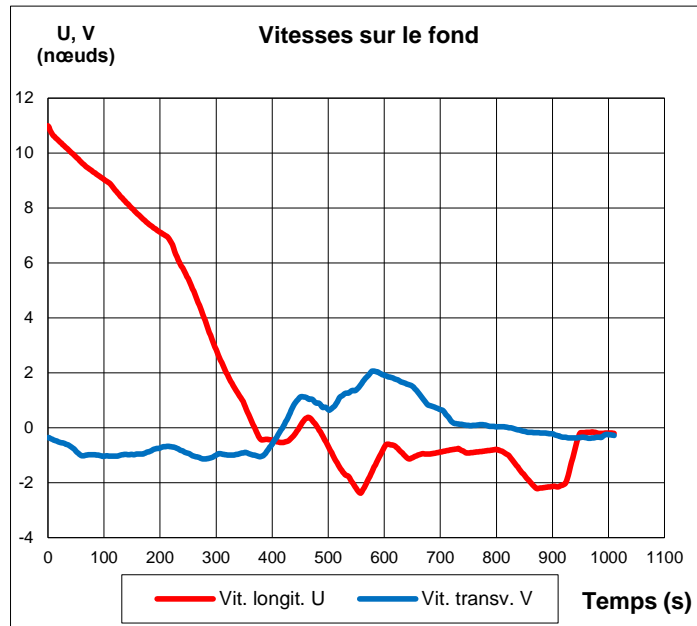




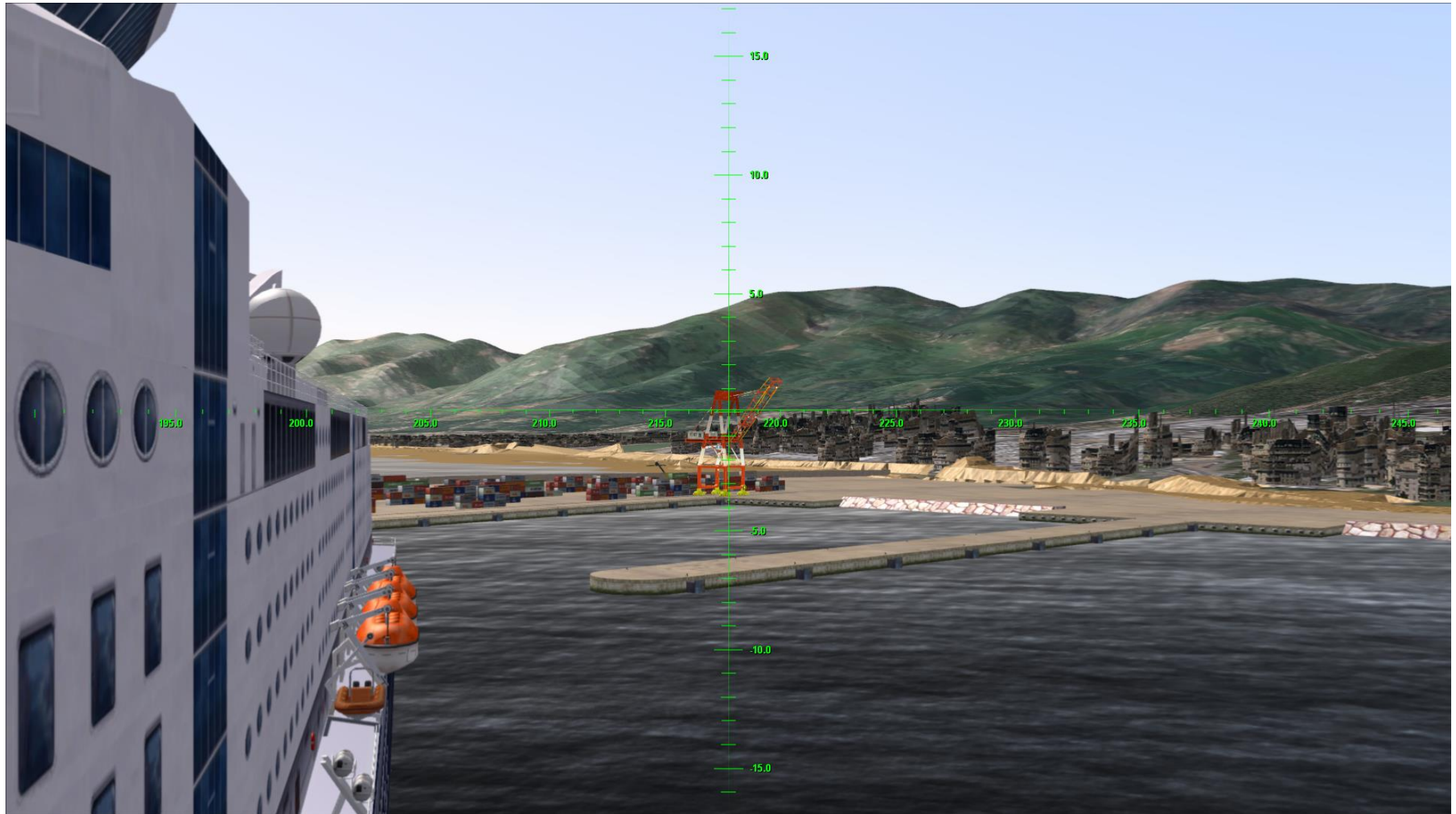


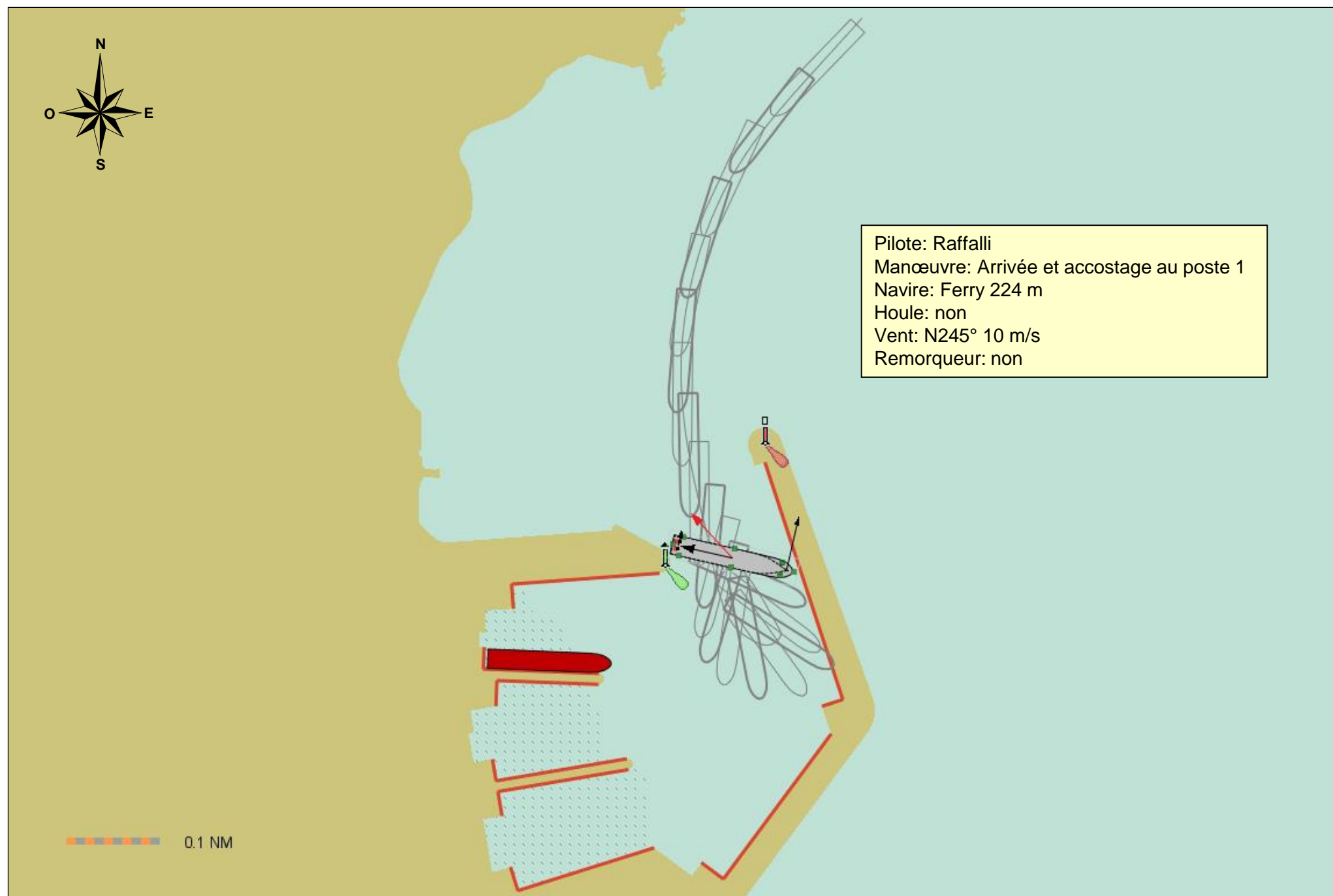


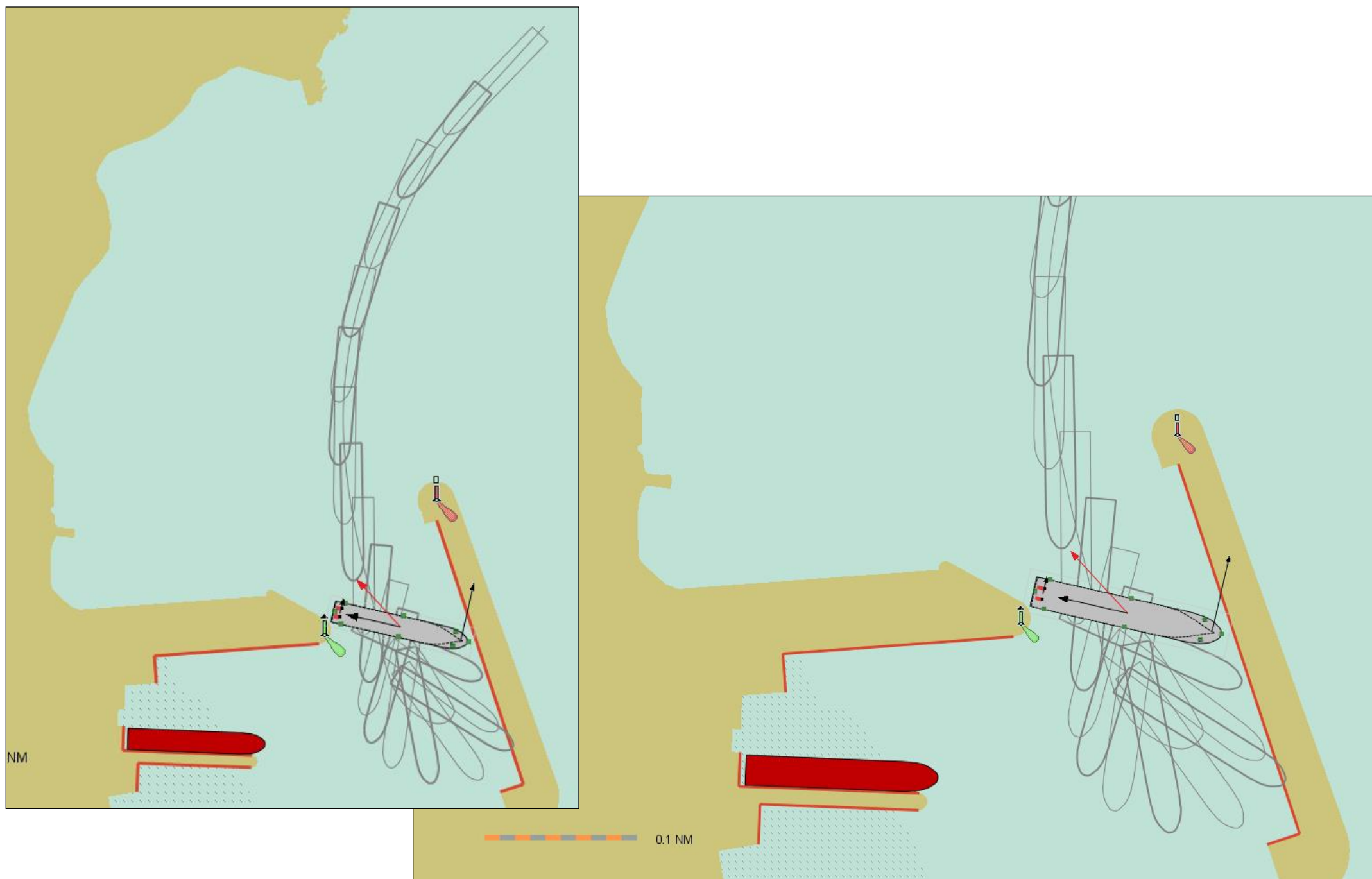


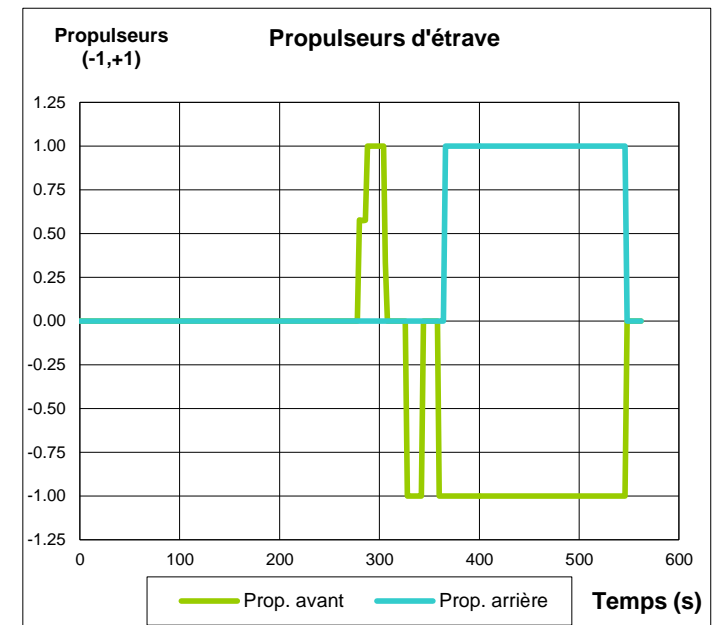
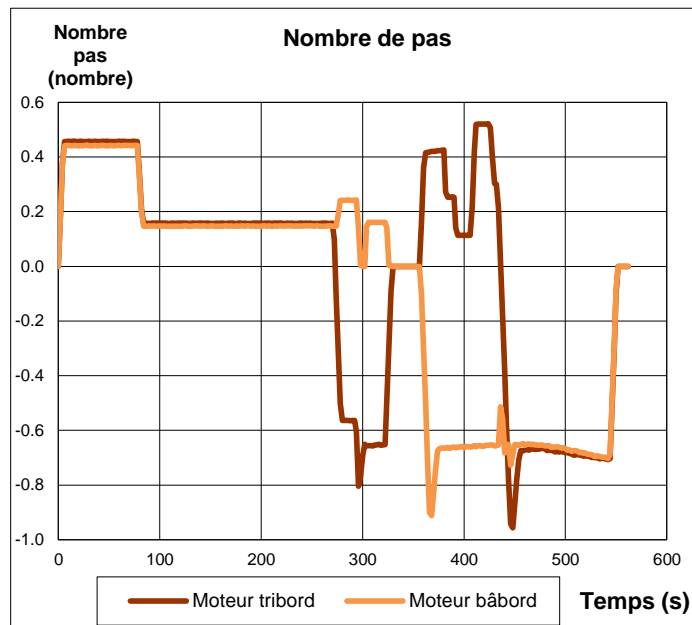
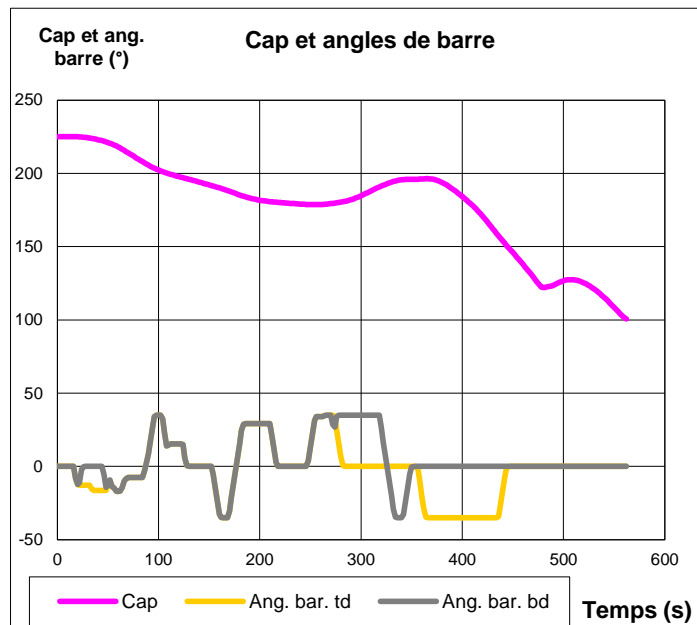
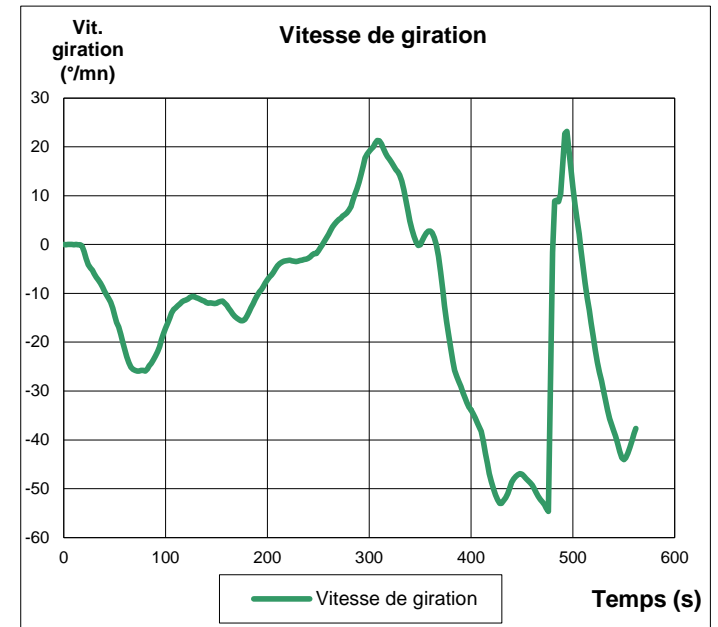
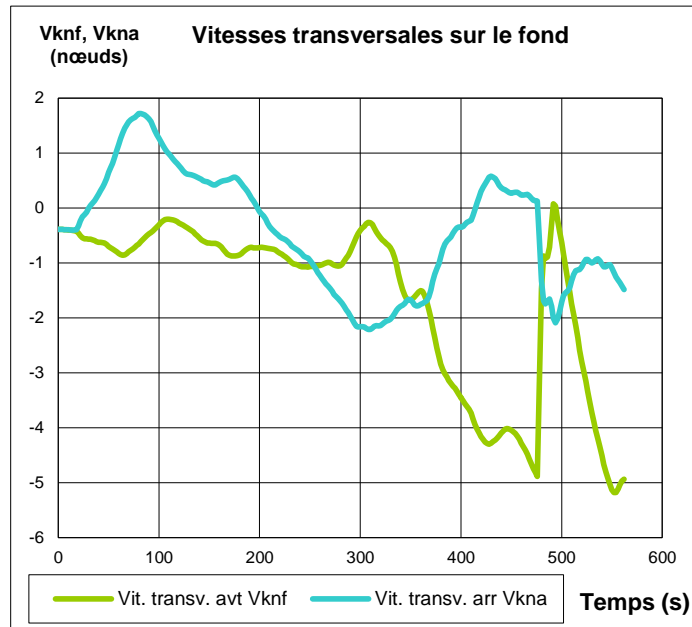
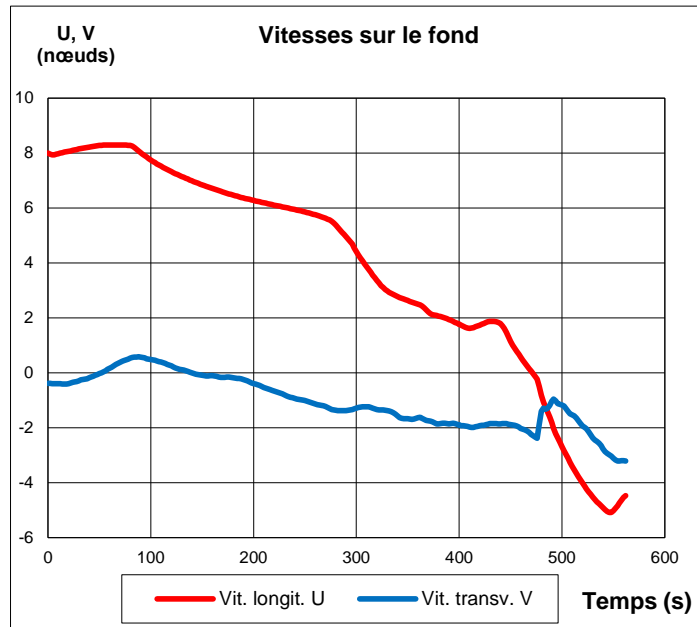






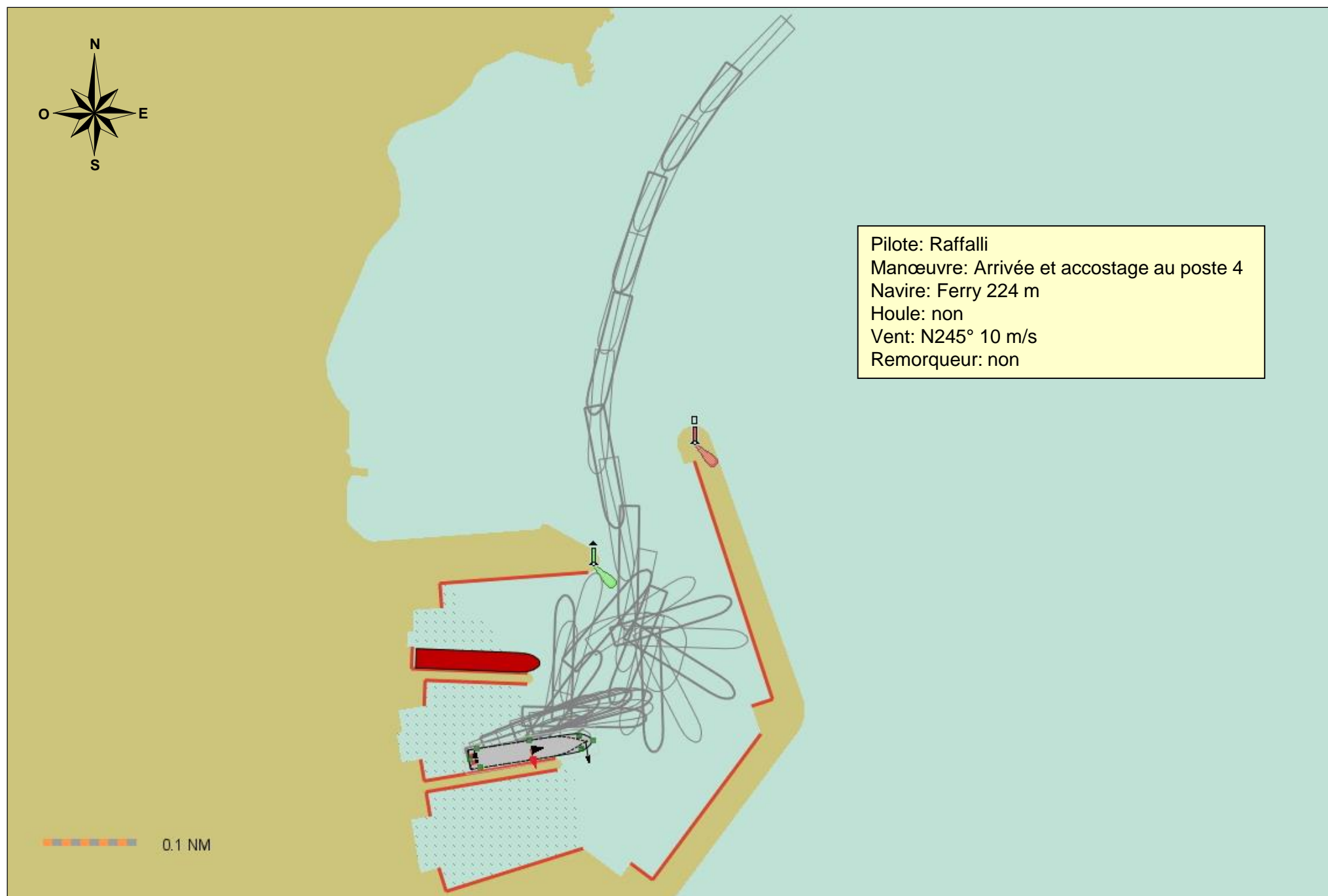




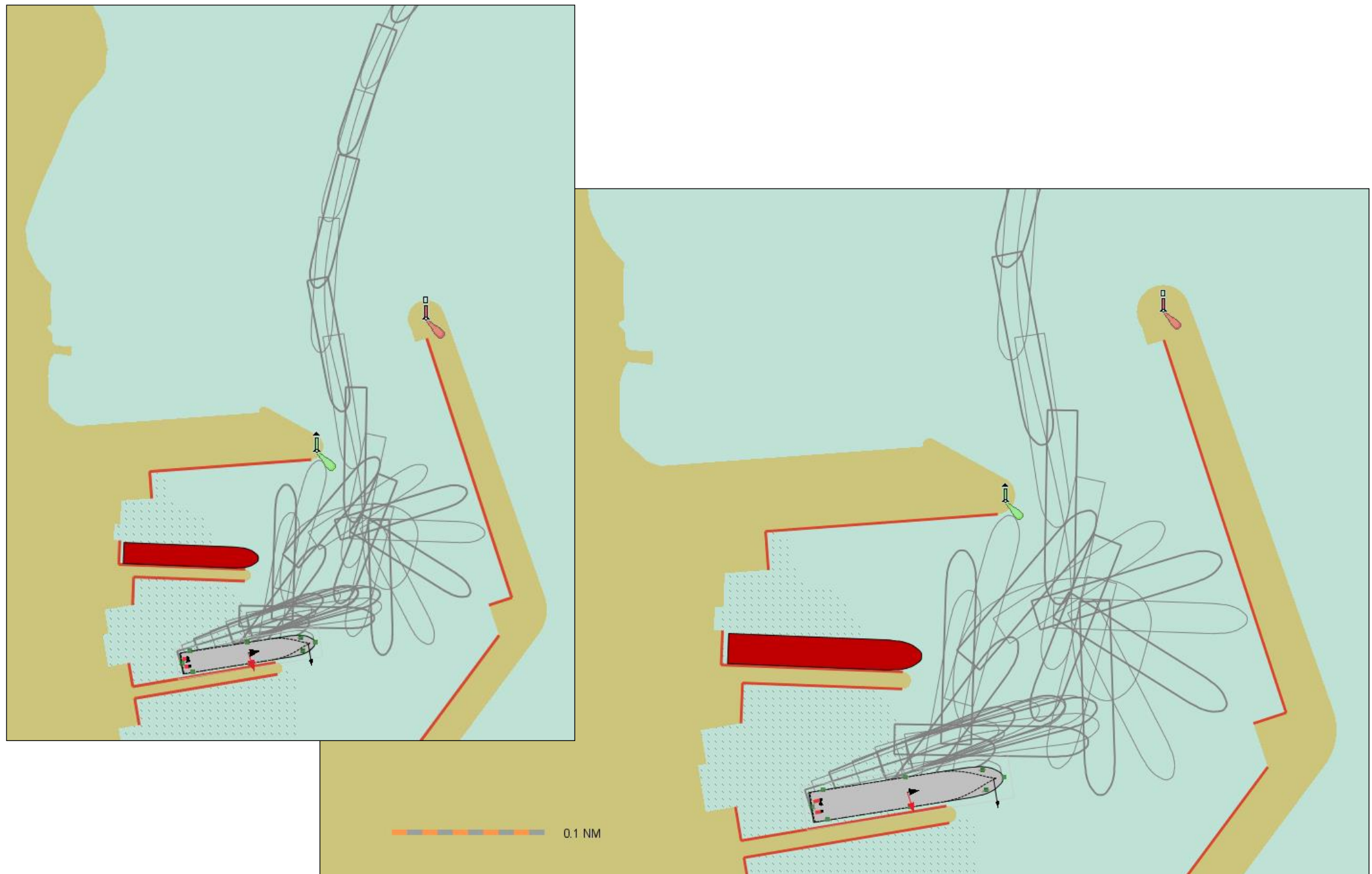


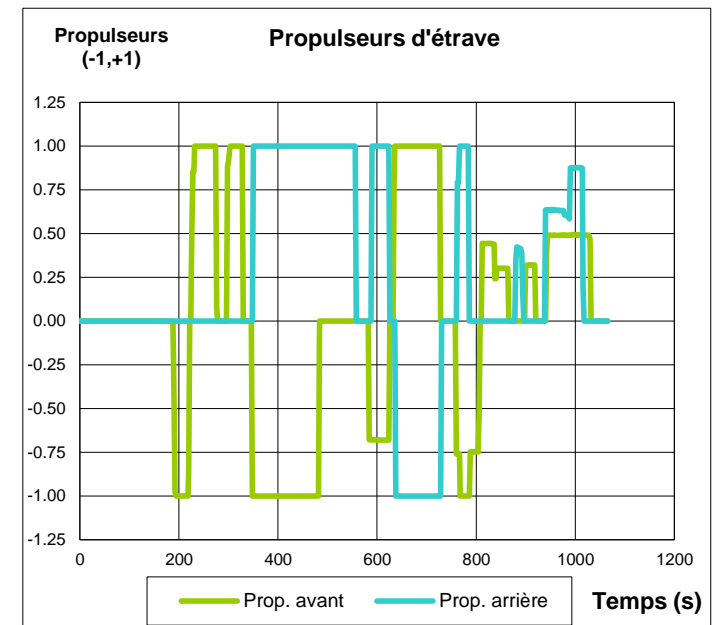
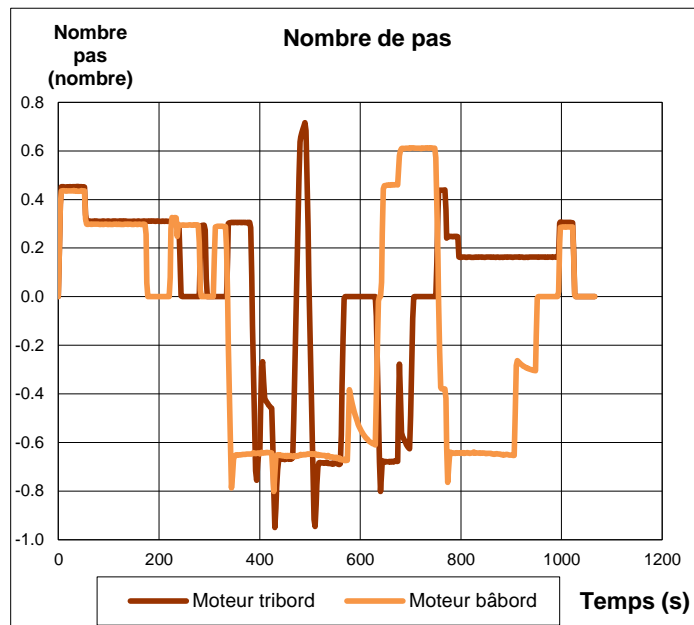
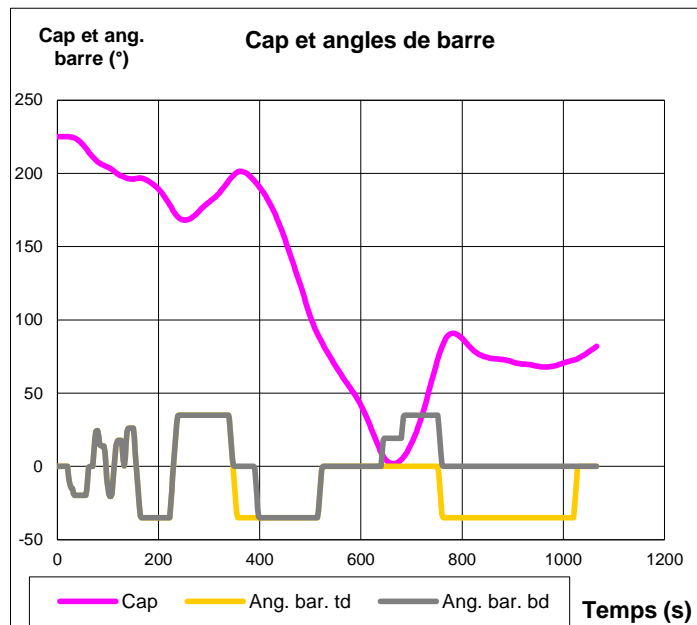
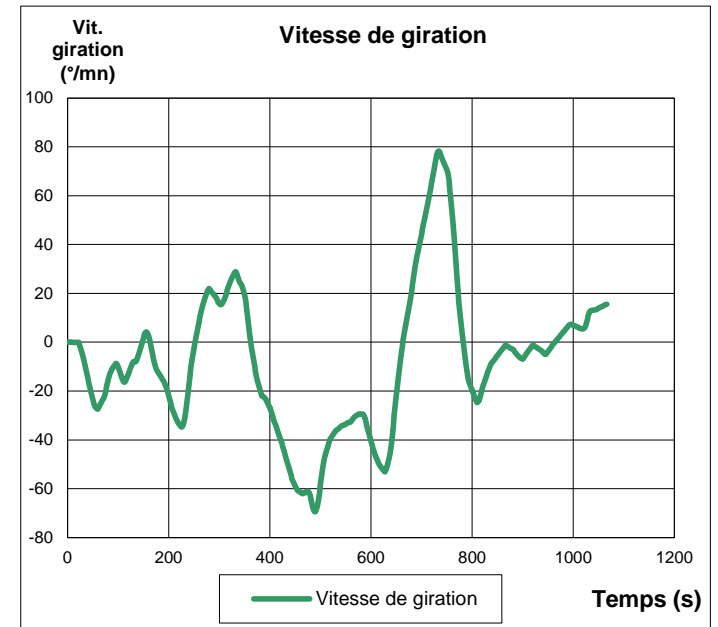
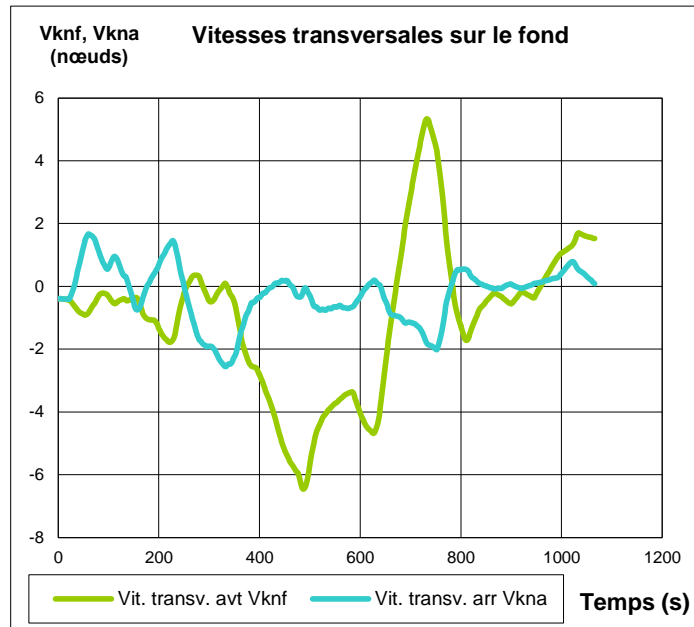
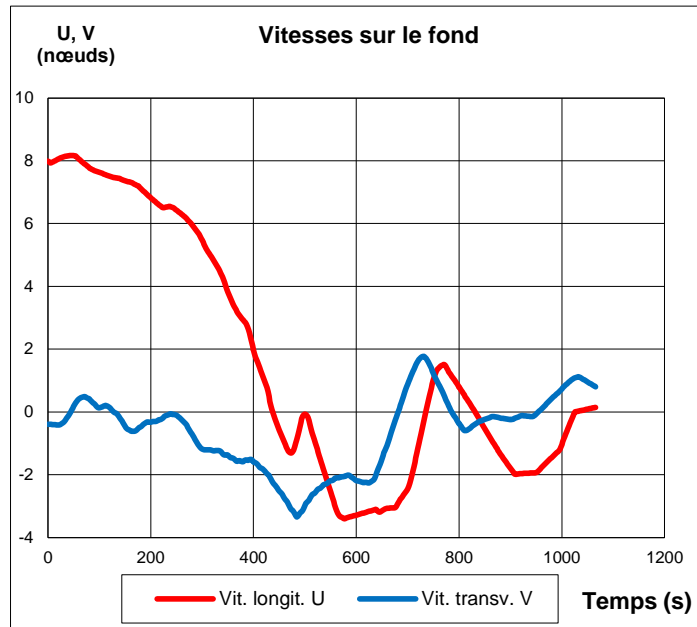




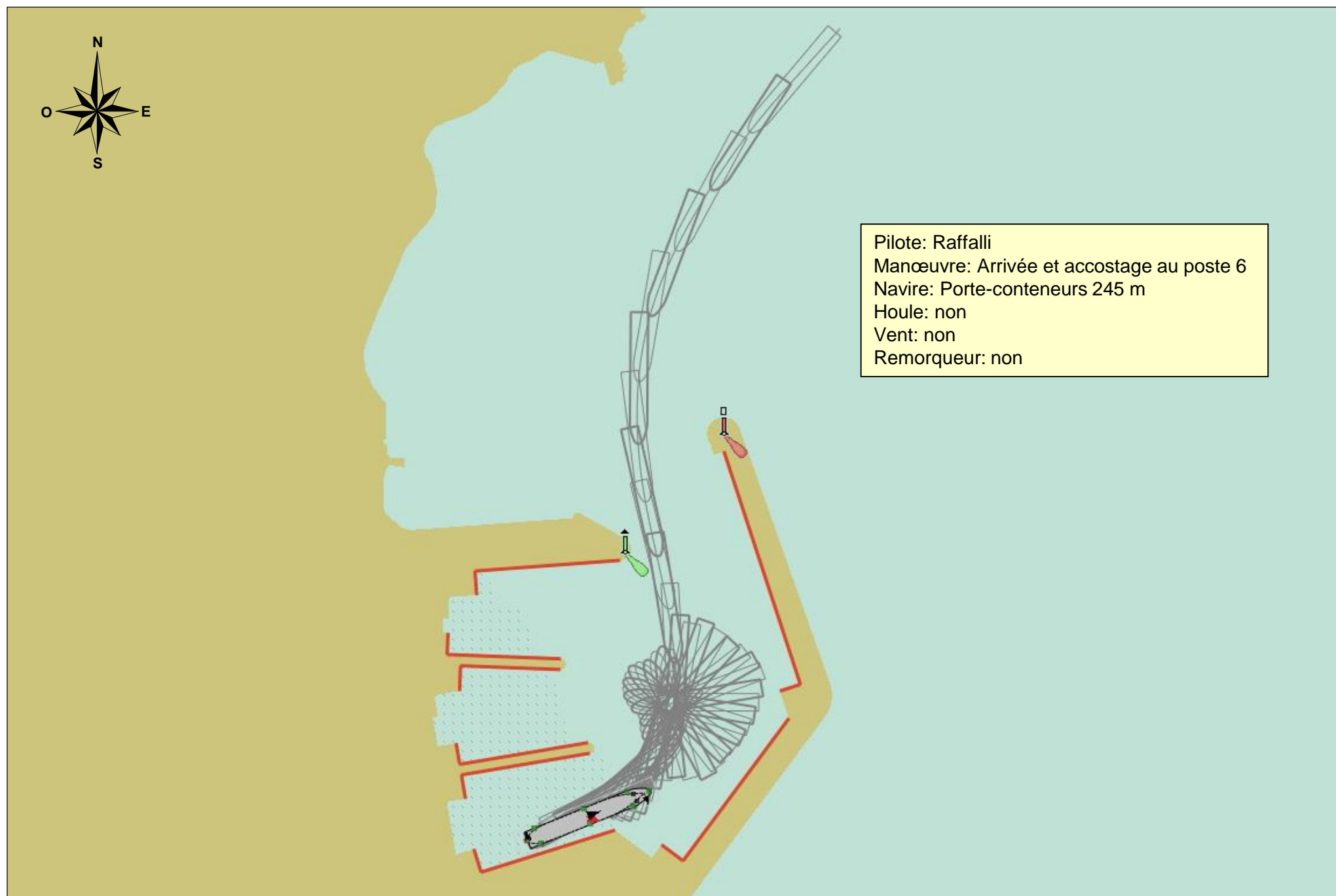




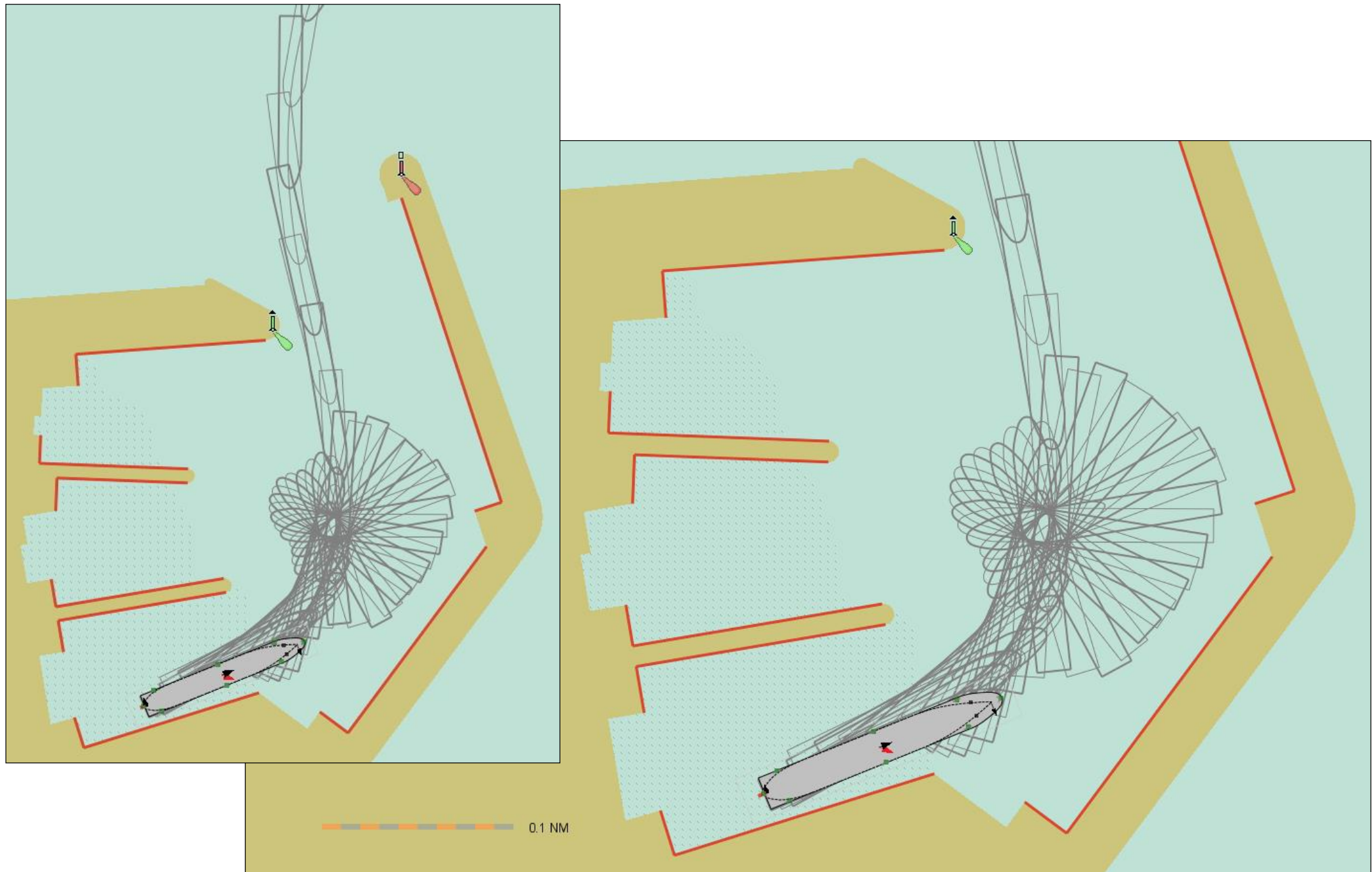


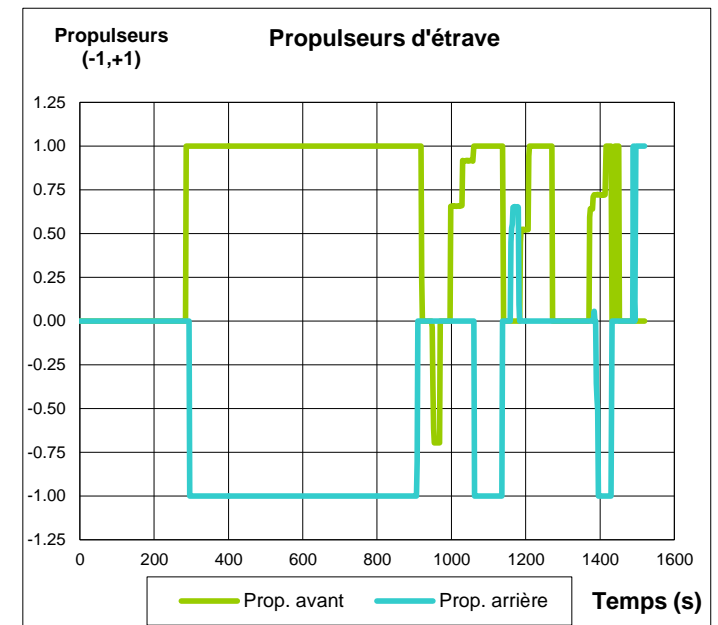
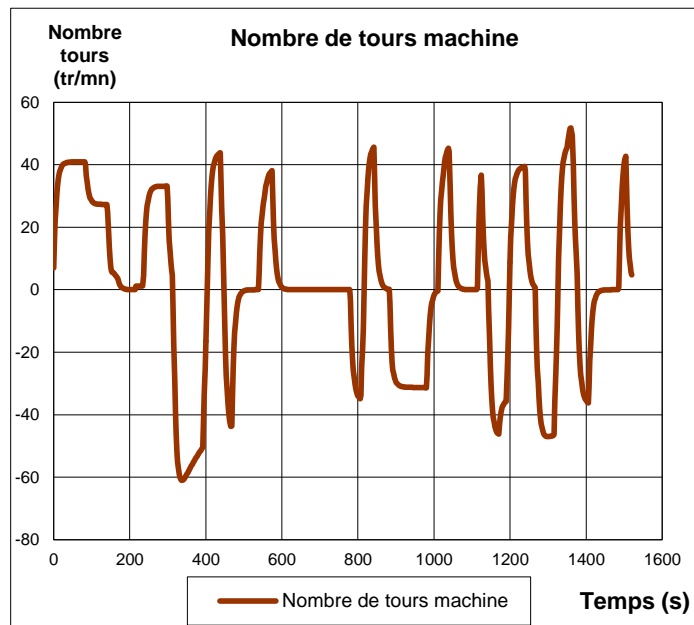
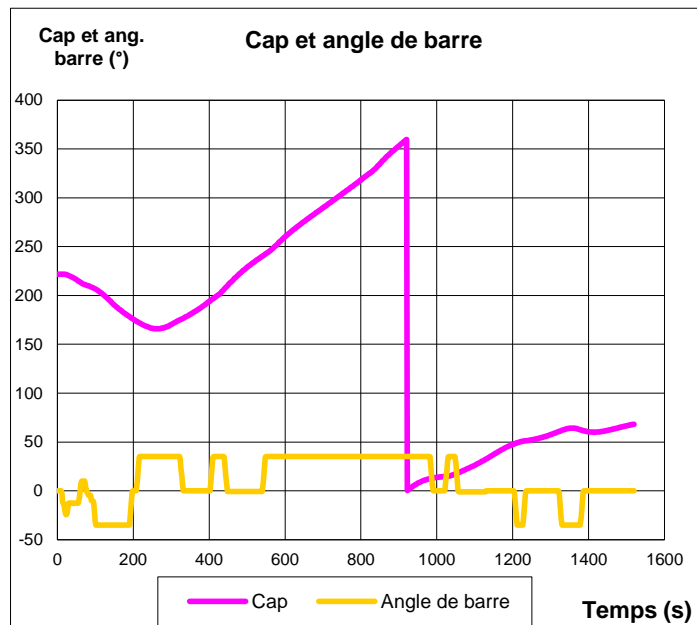
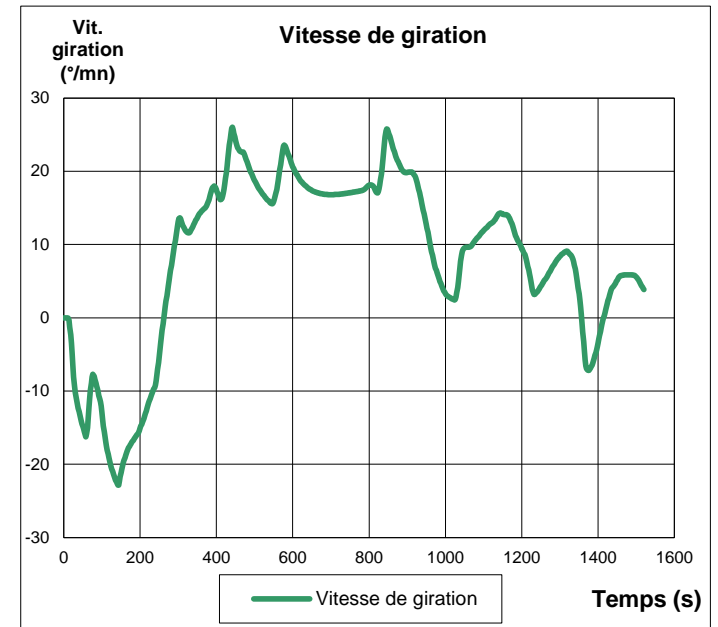
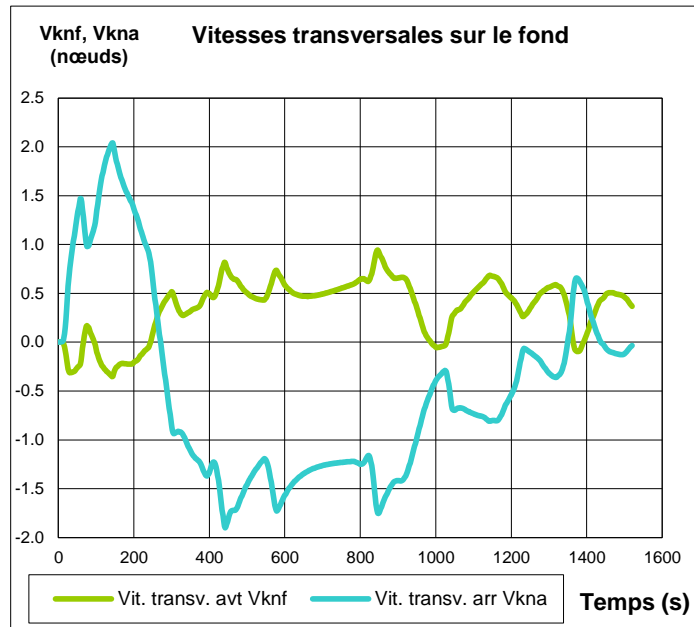
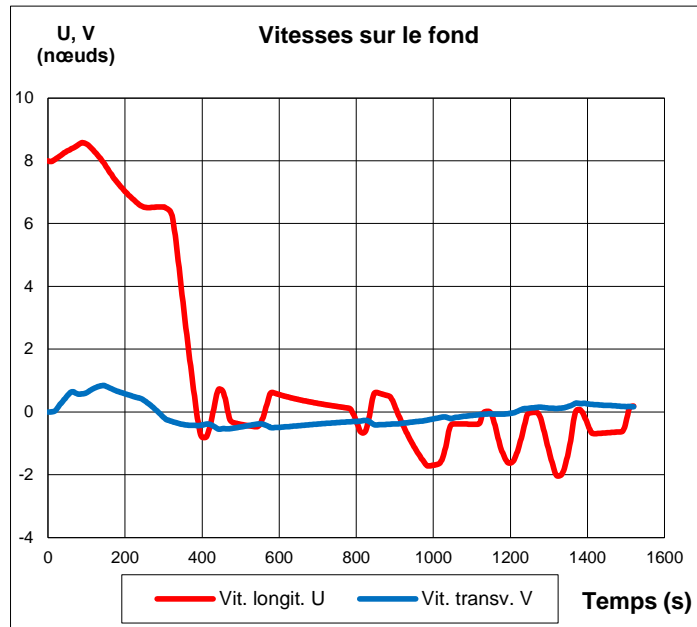




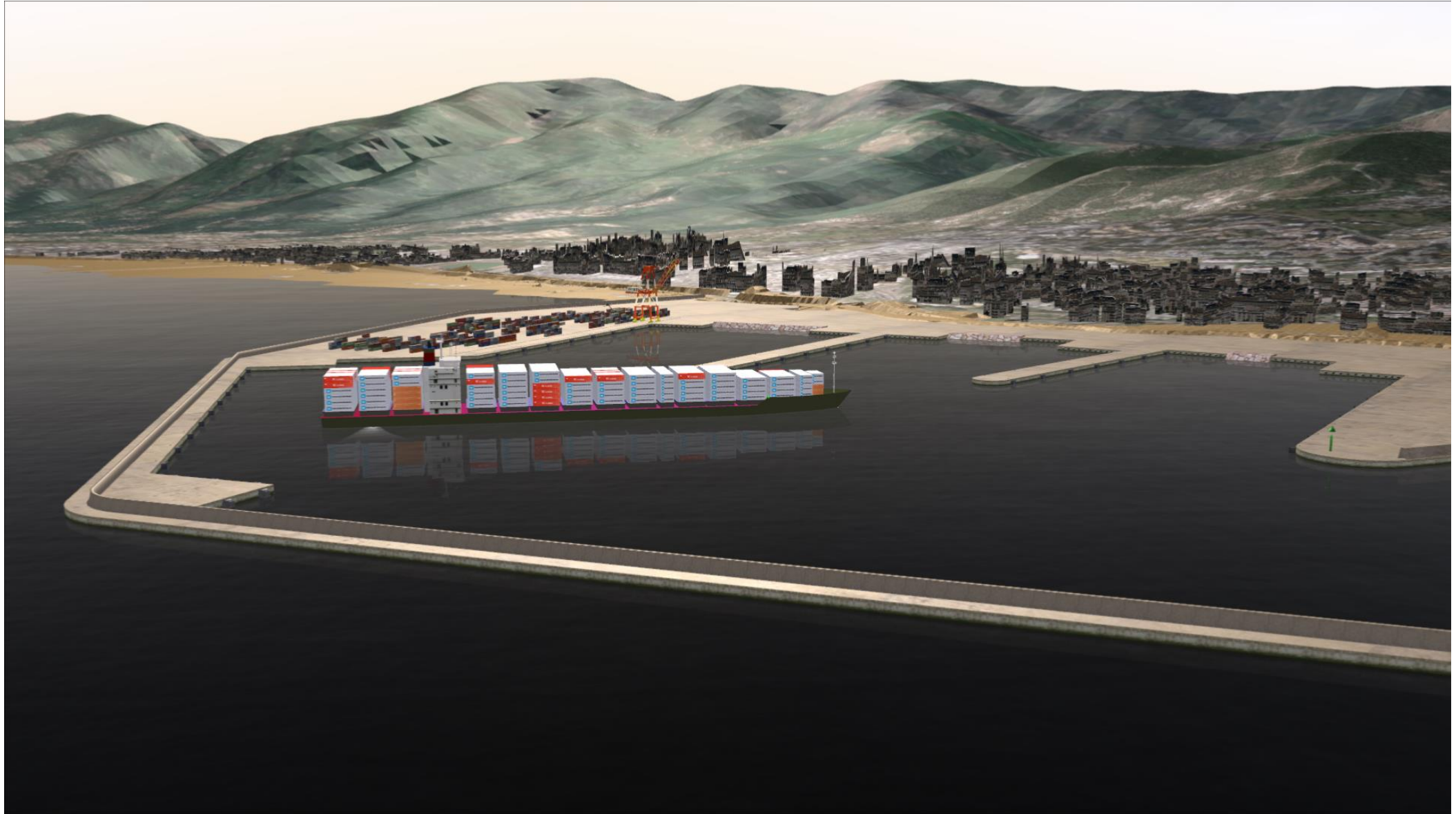


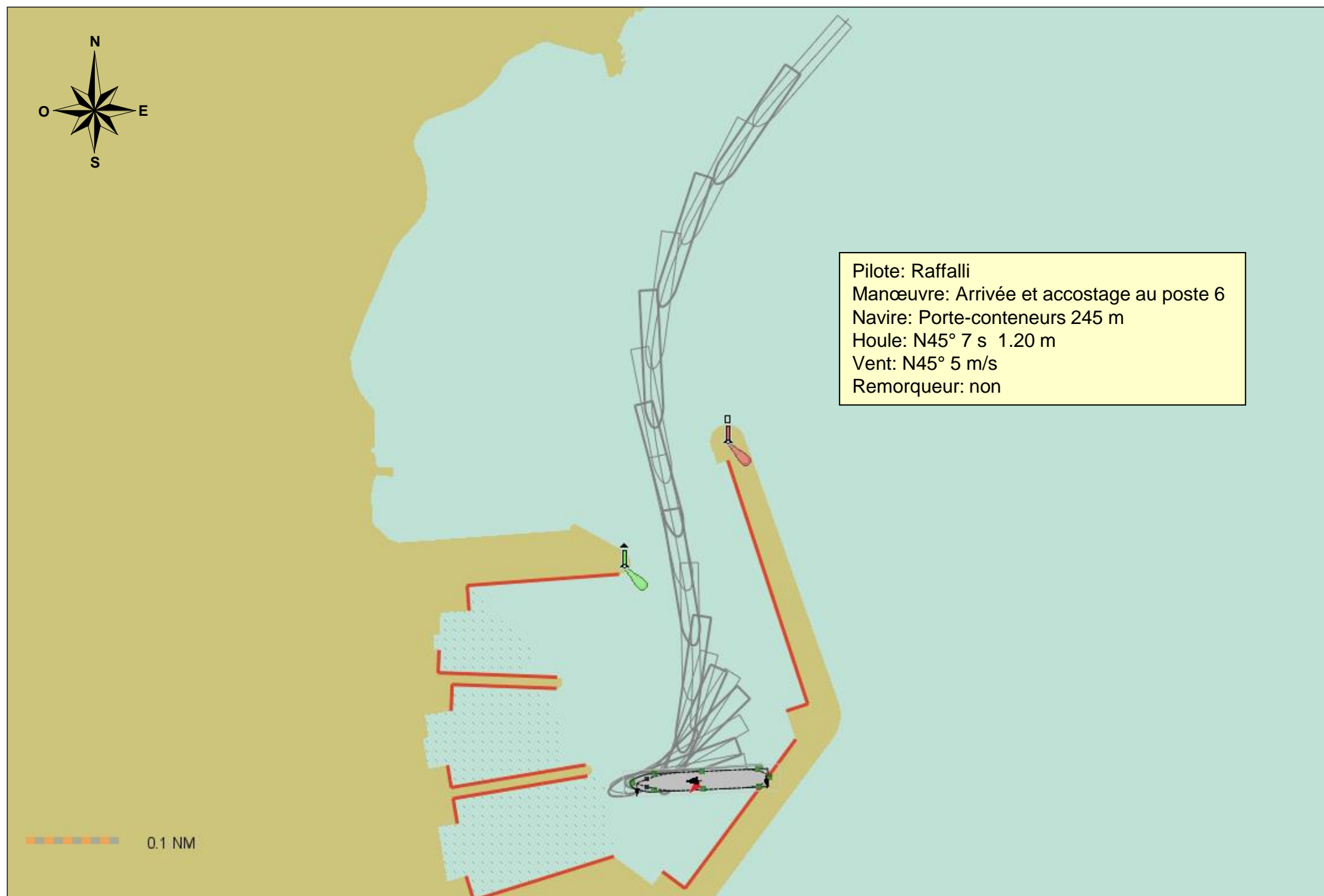


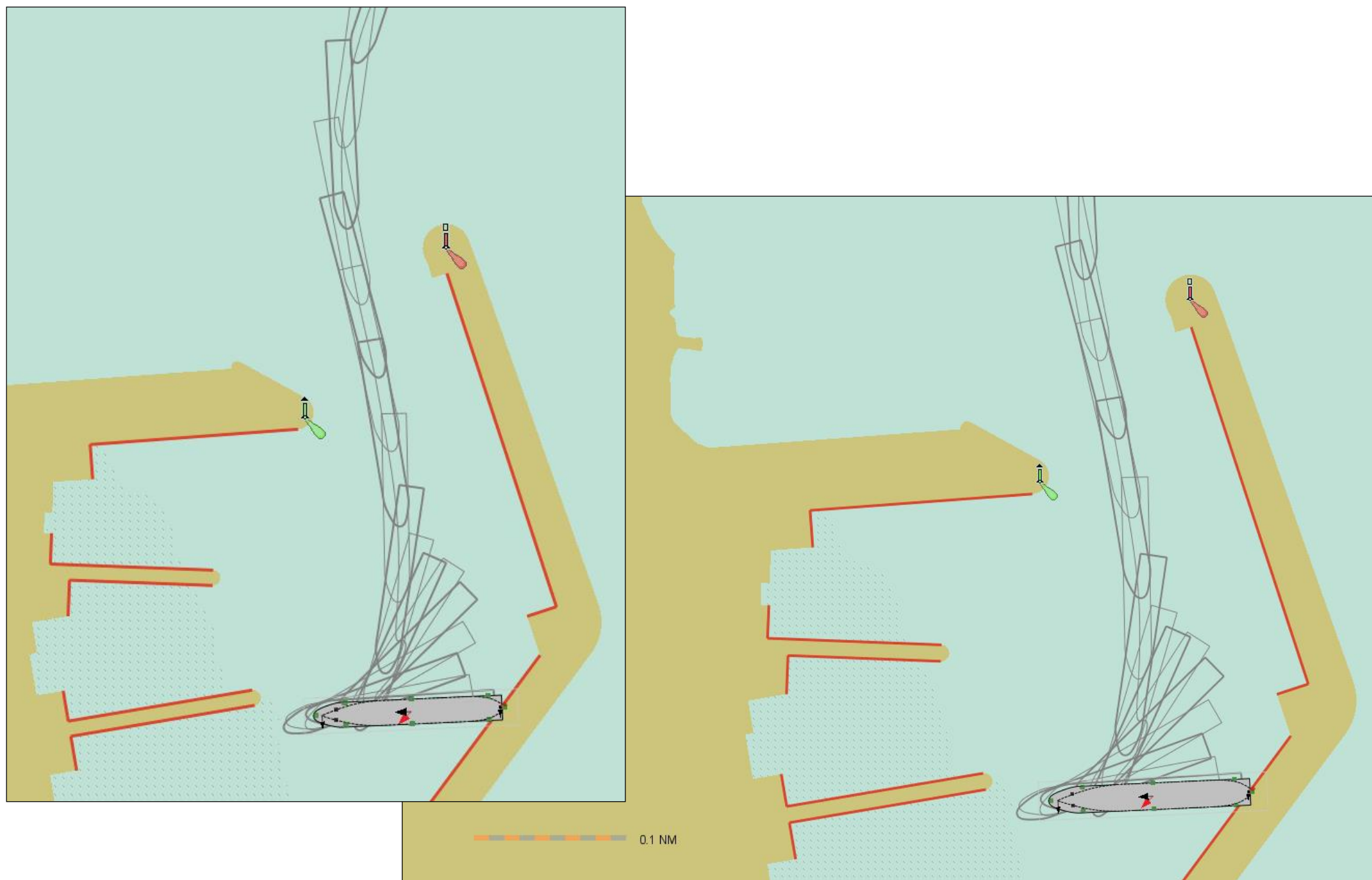


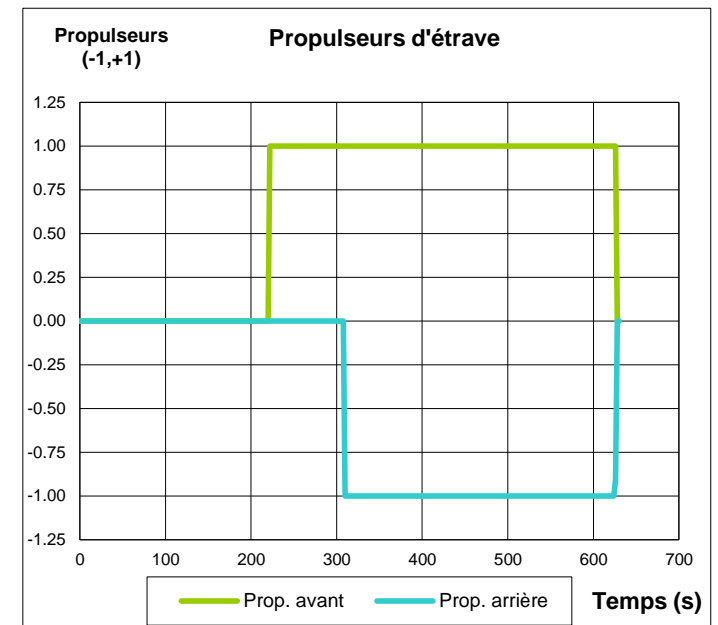
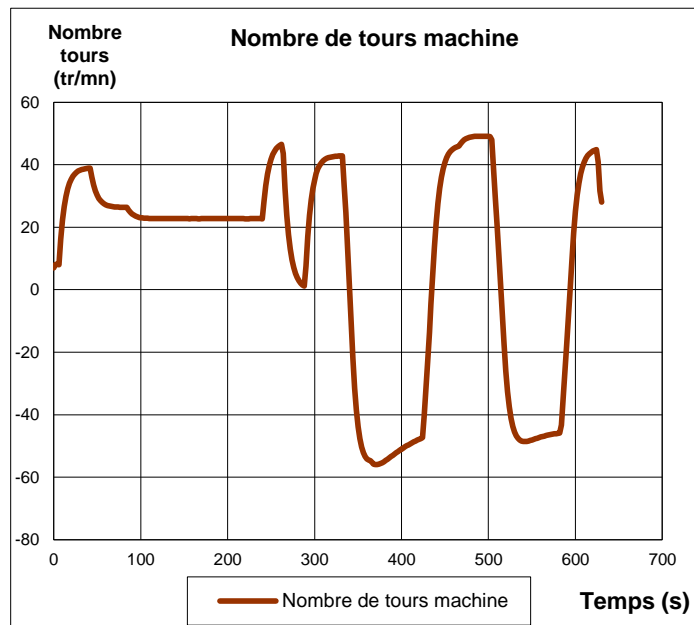
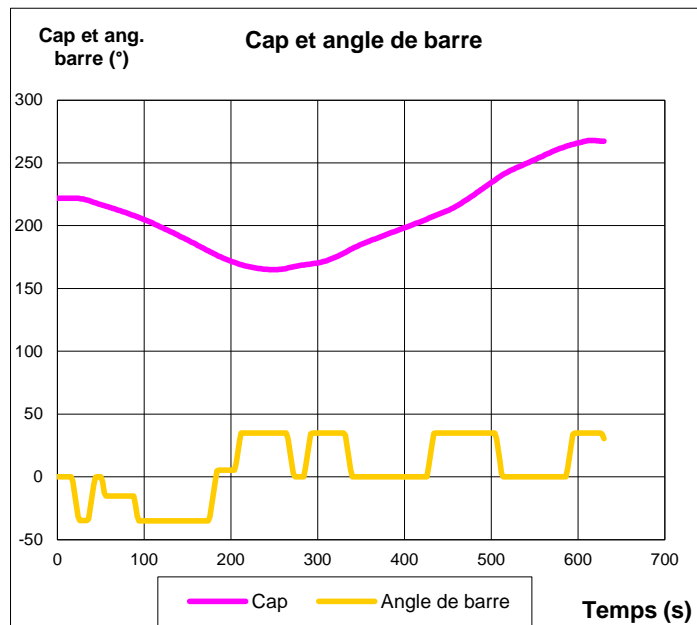
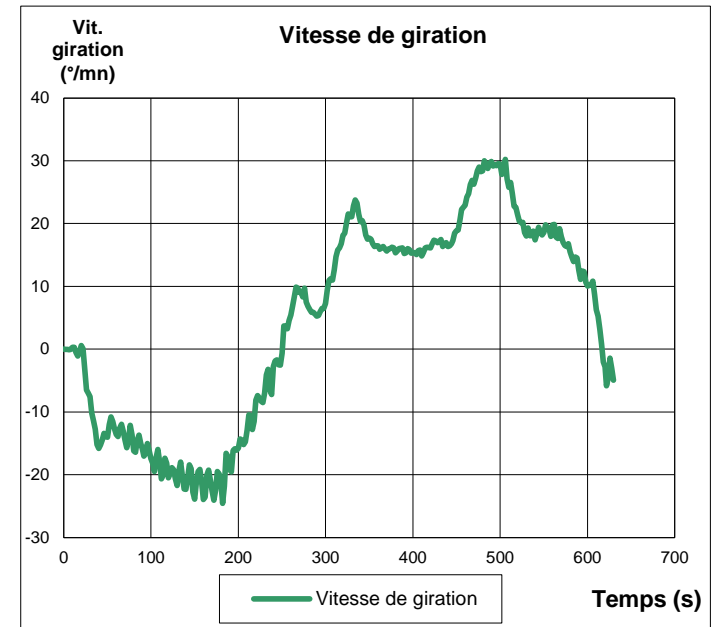
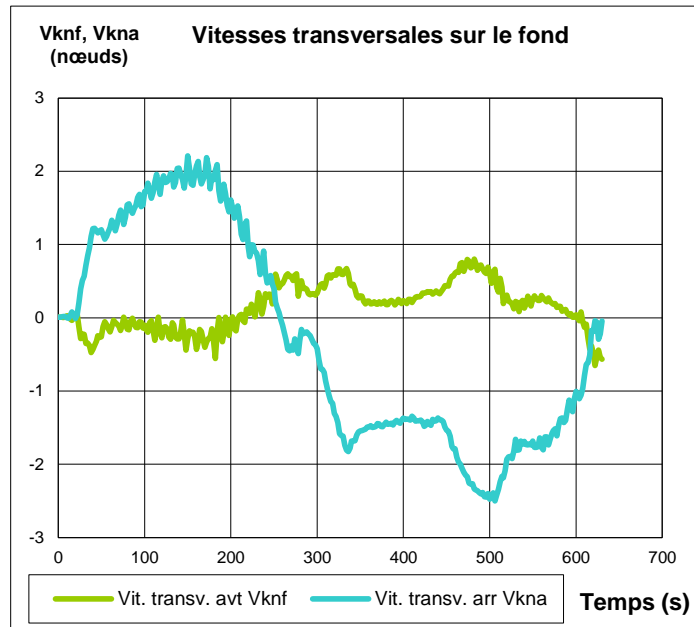
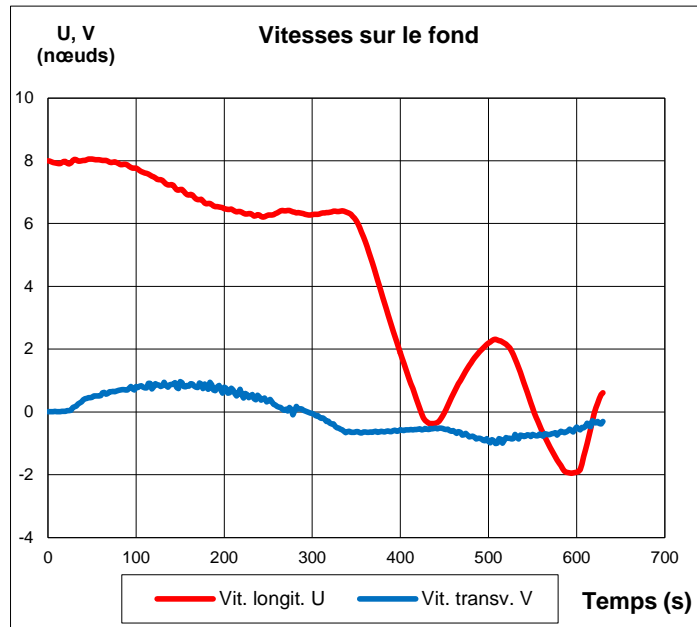




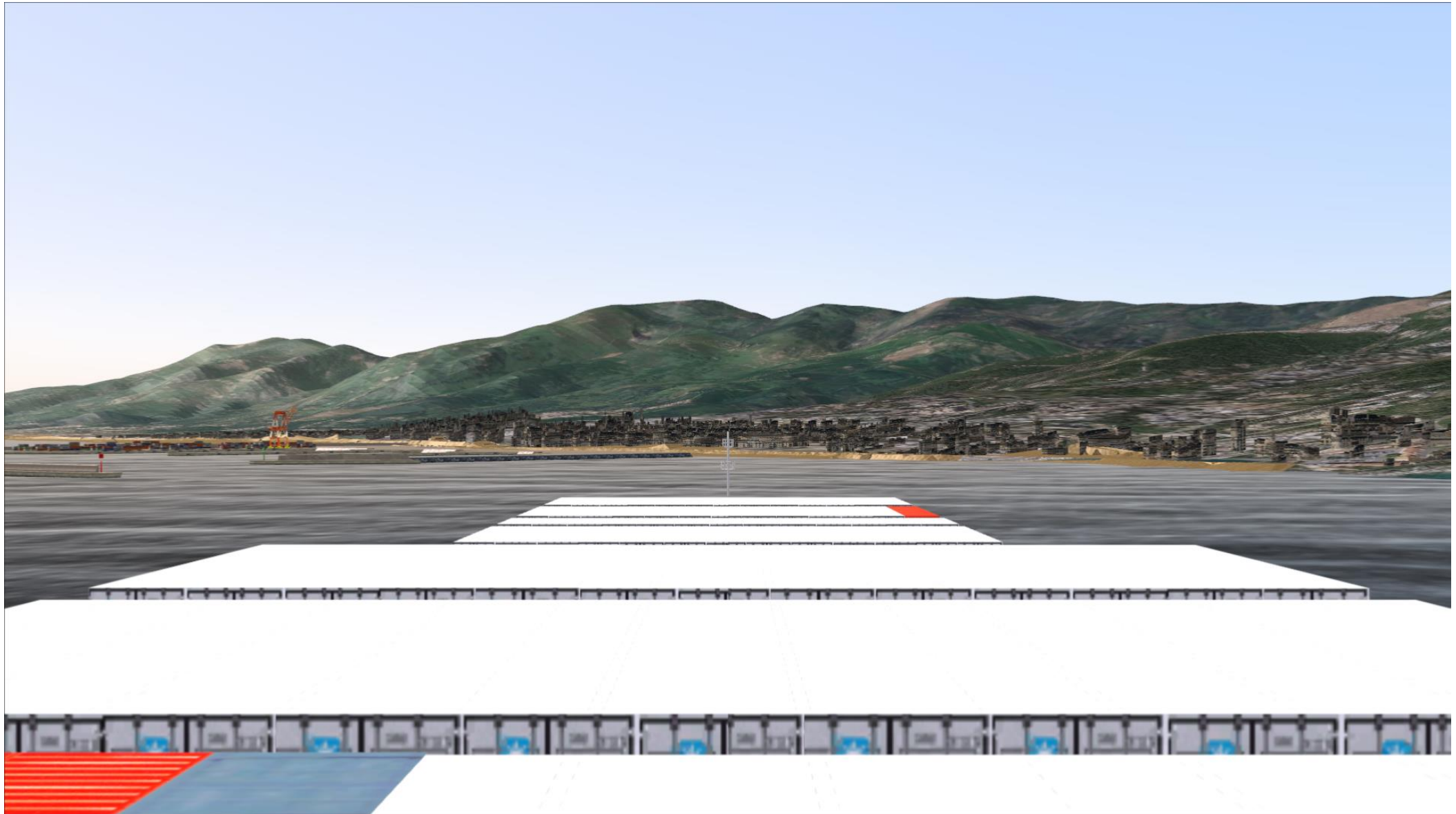


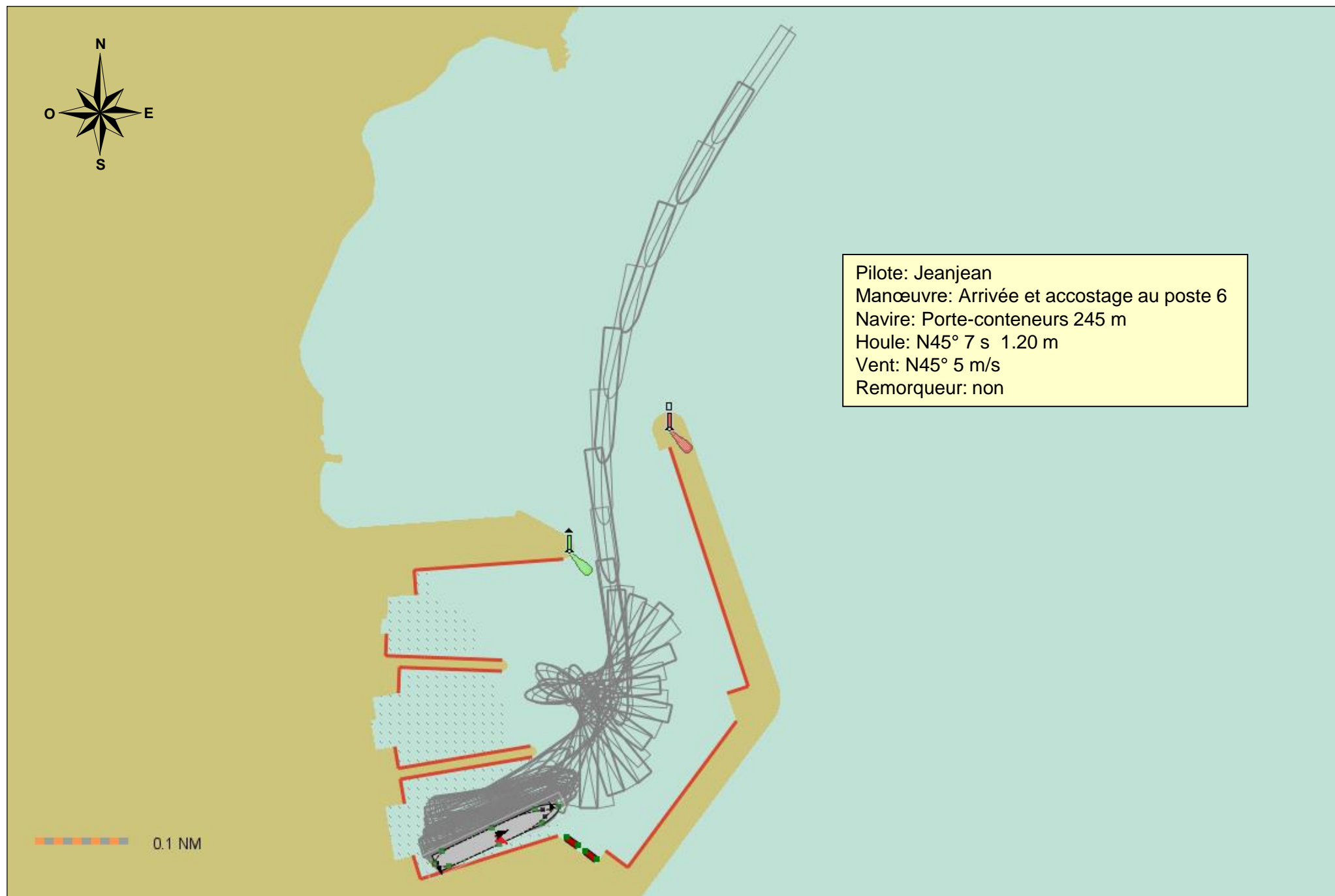




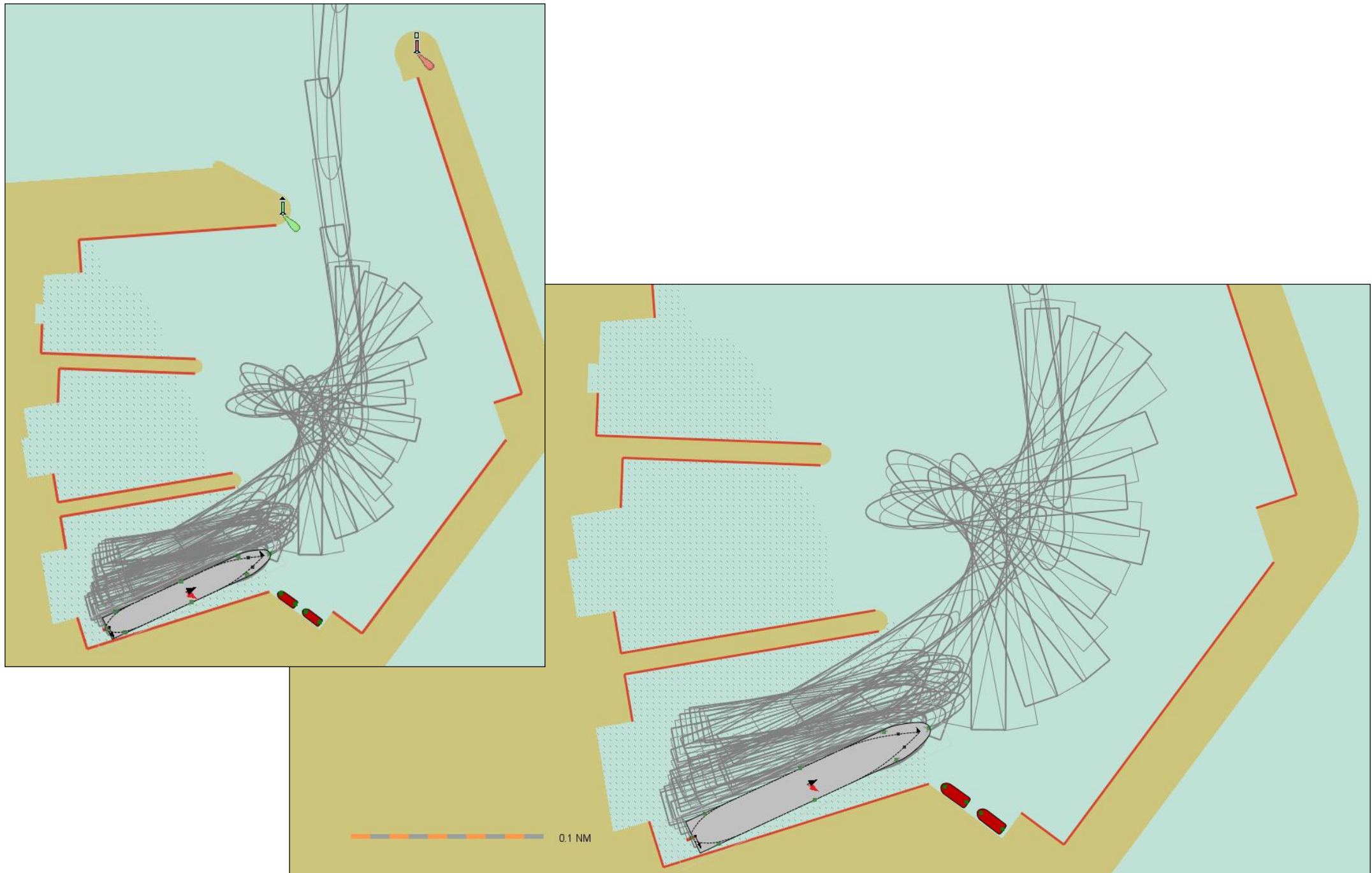


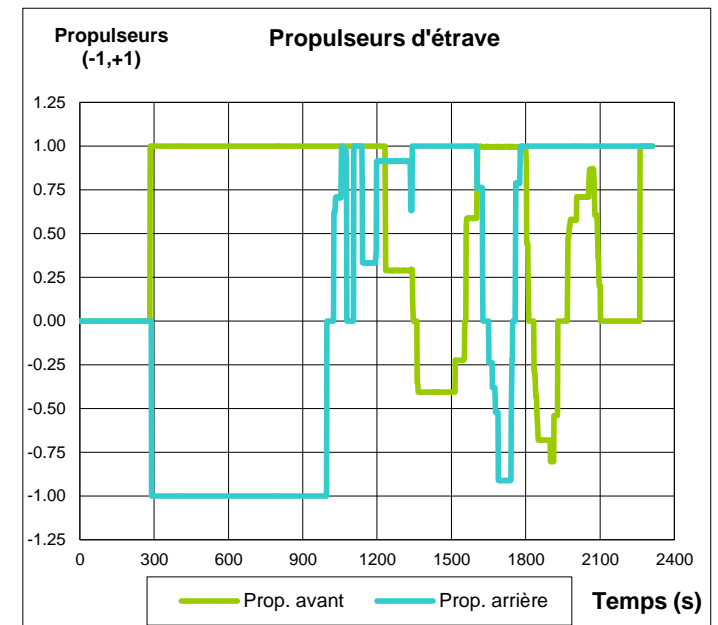
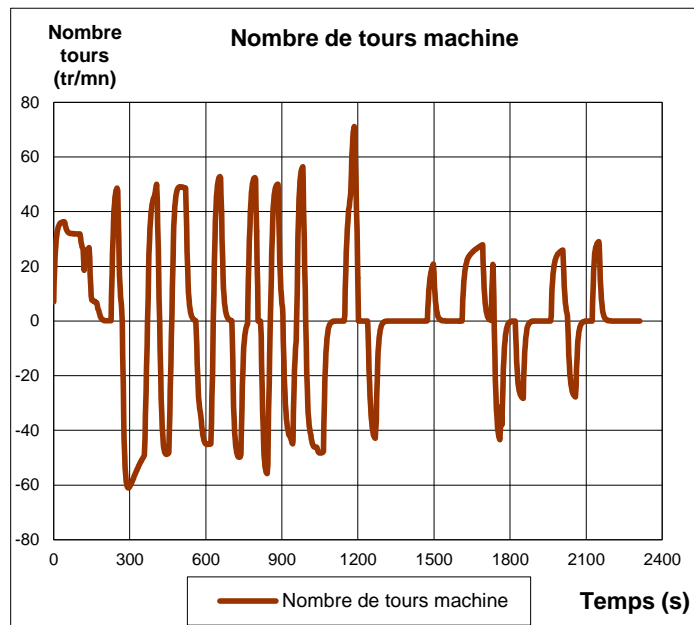
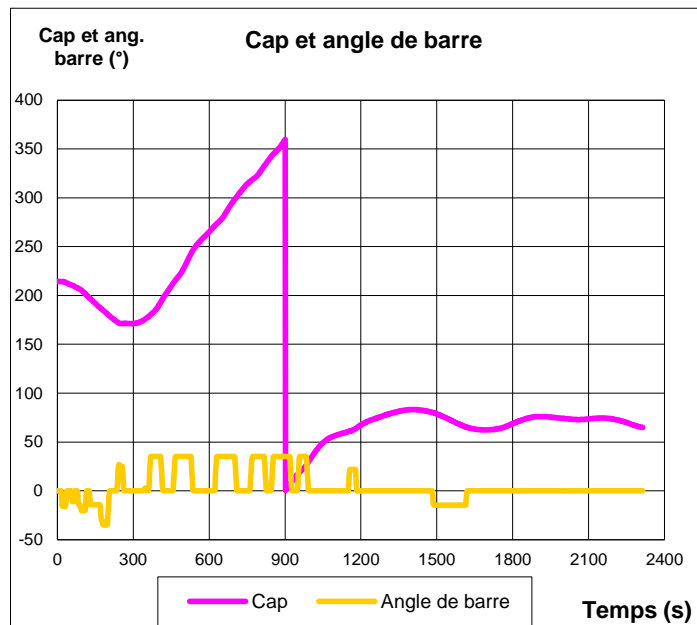
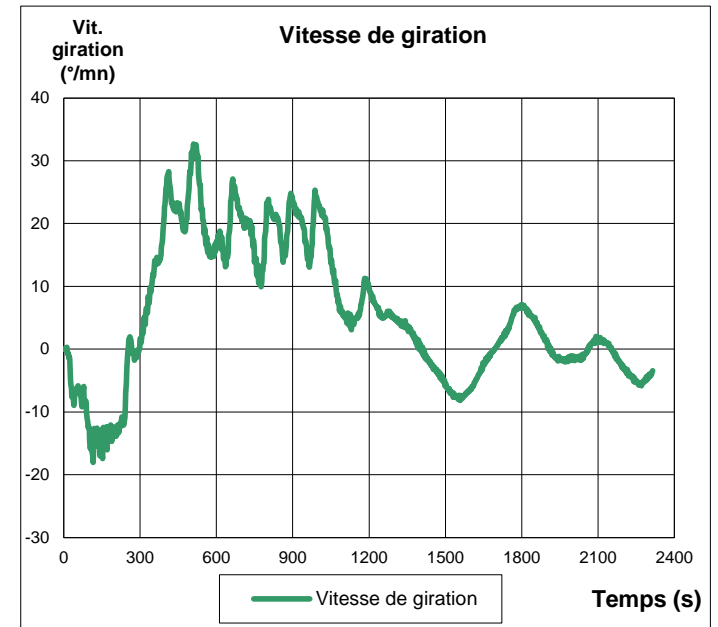
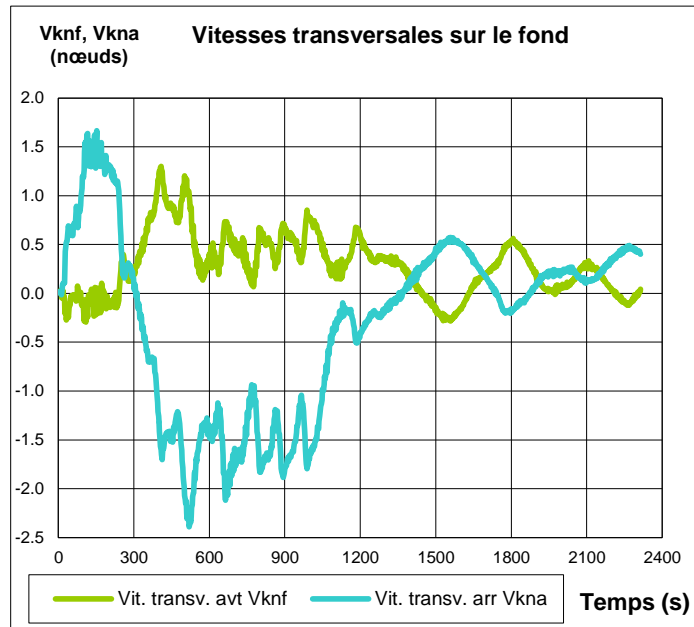
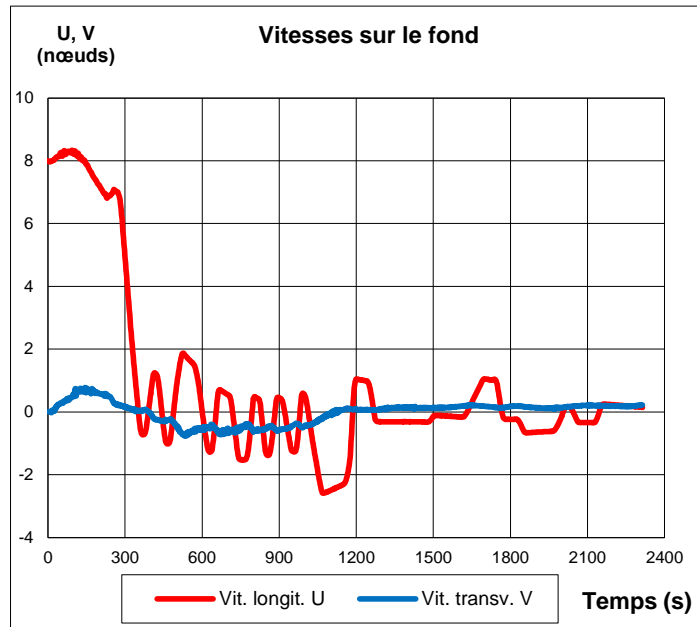


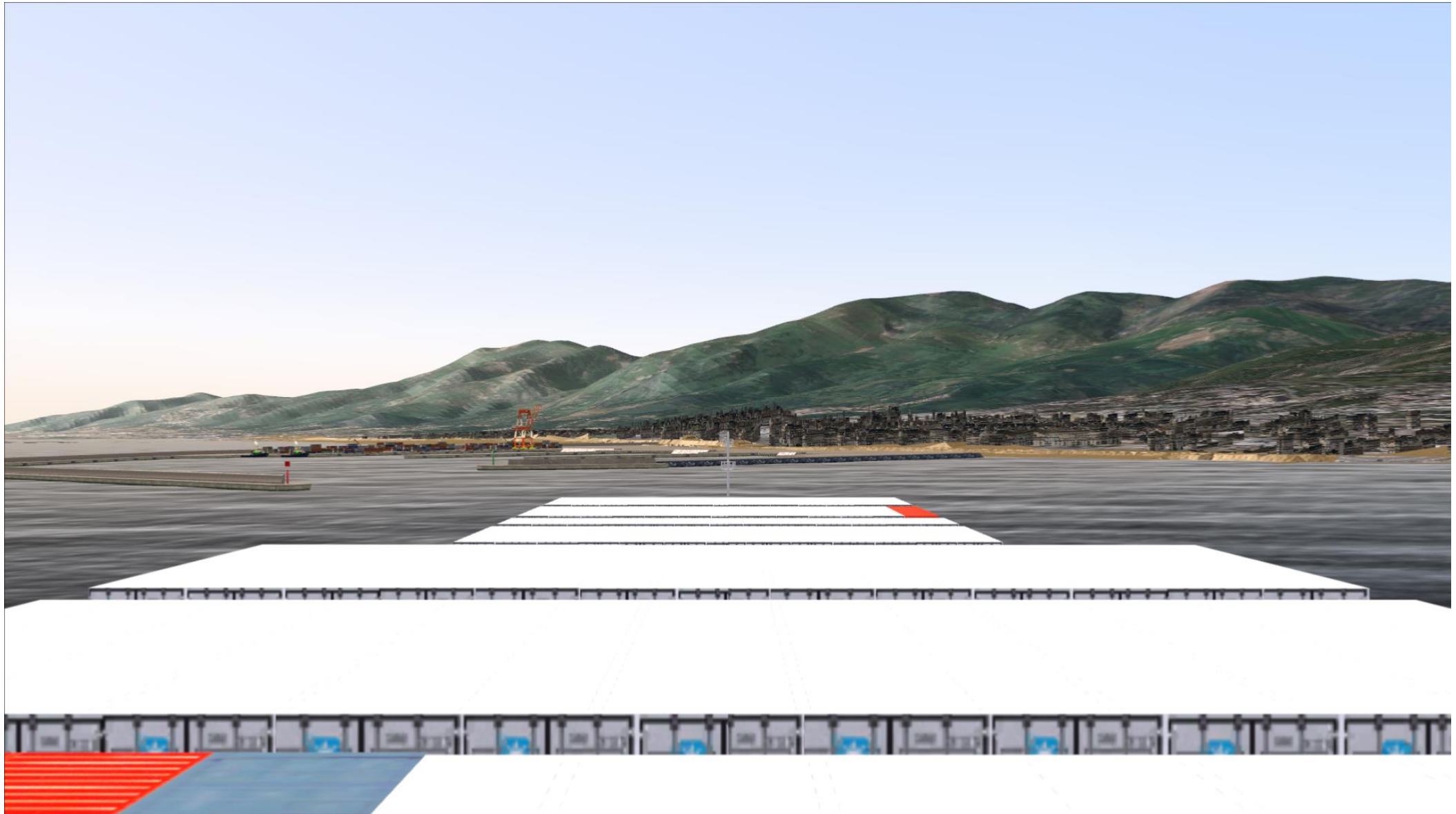












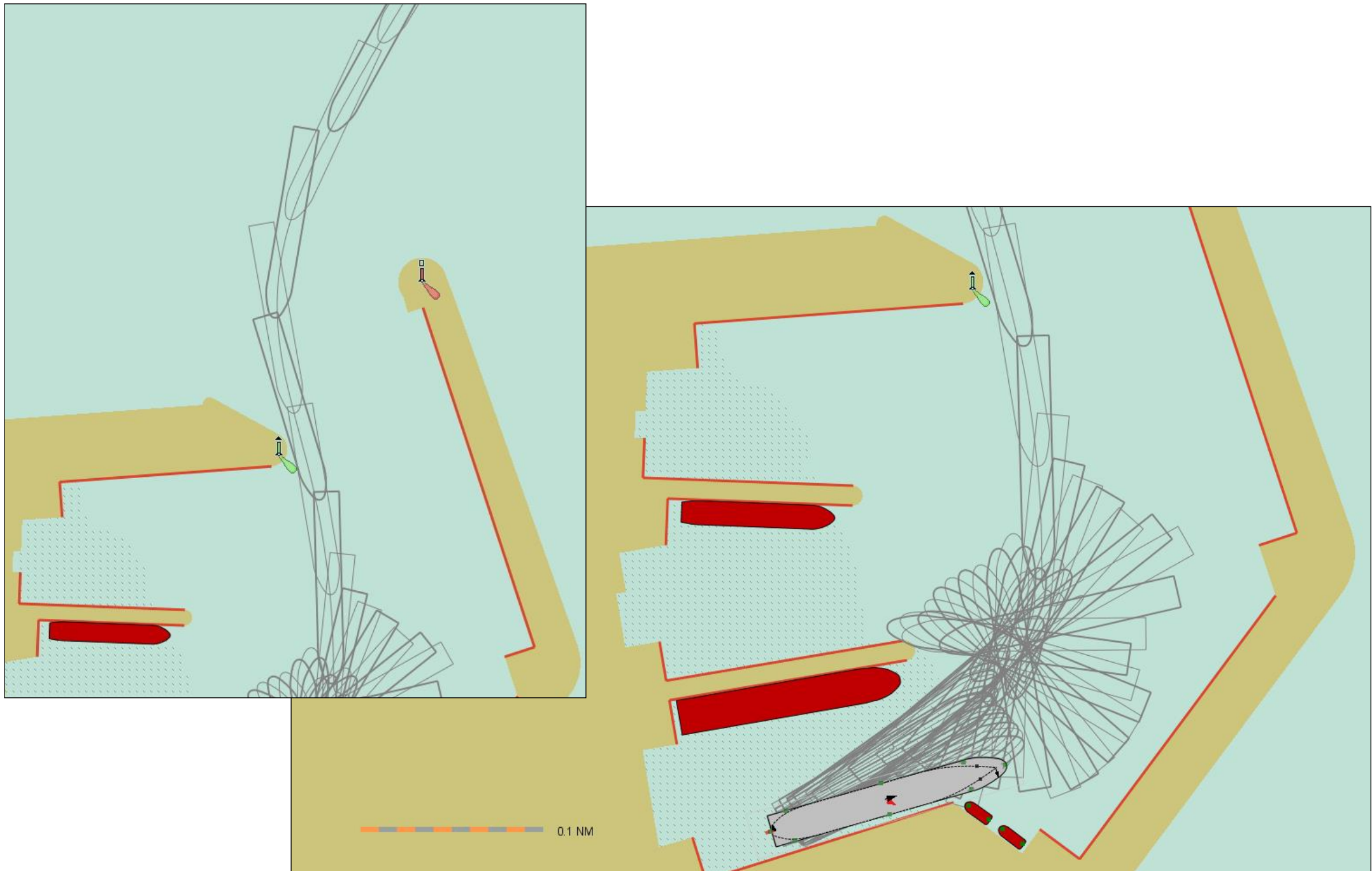
---

## **SIMULATIONS DE NAVIGATION**

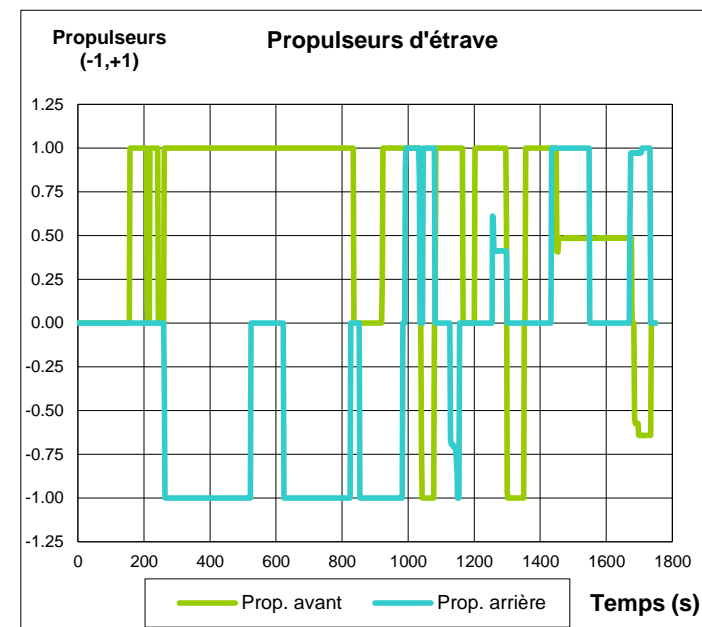
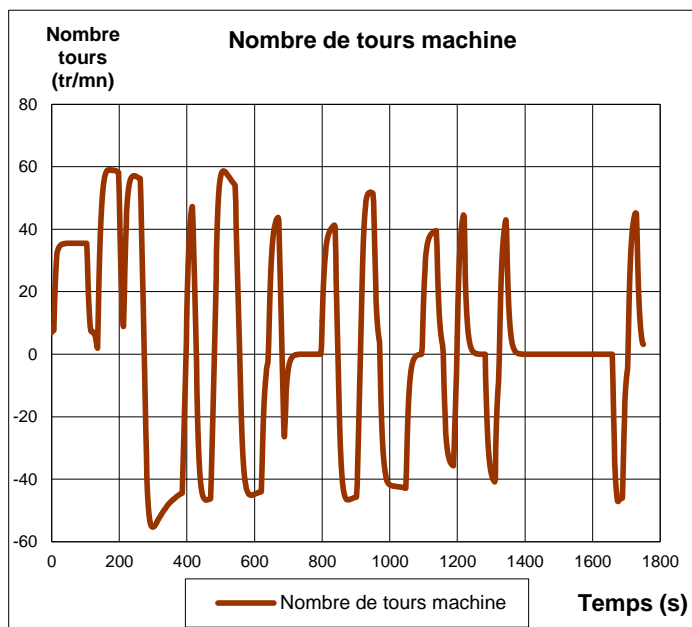
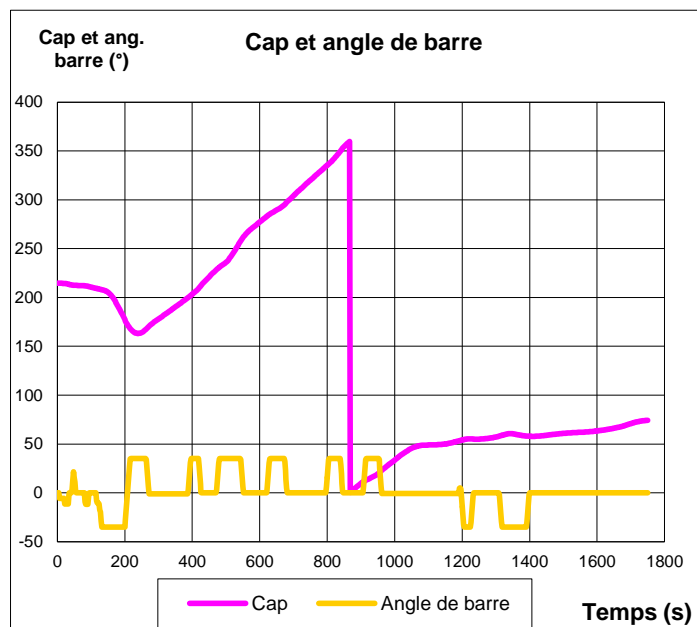
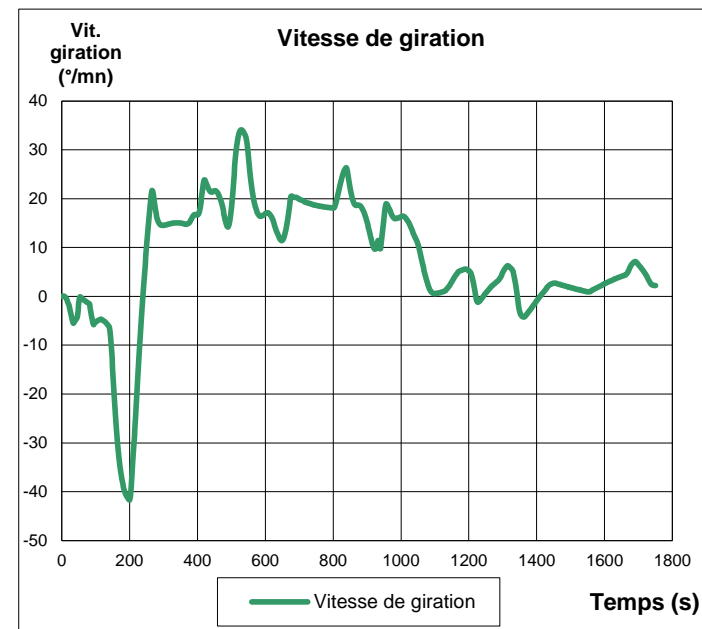
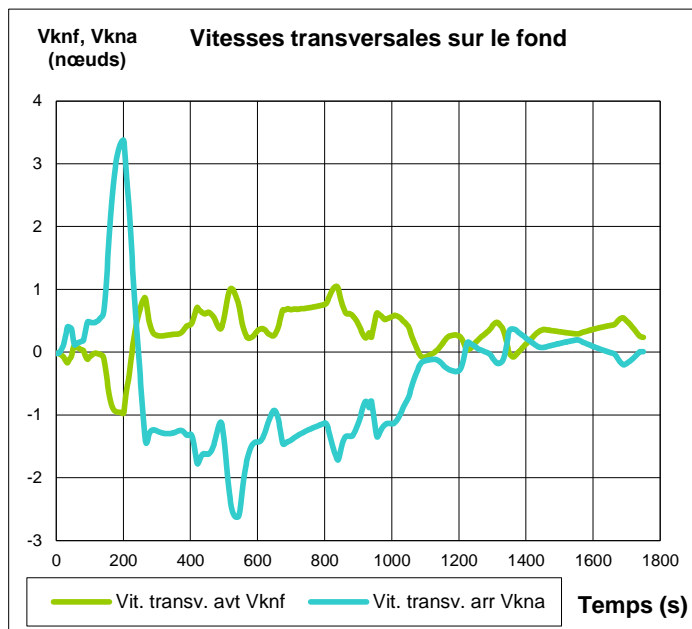
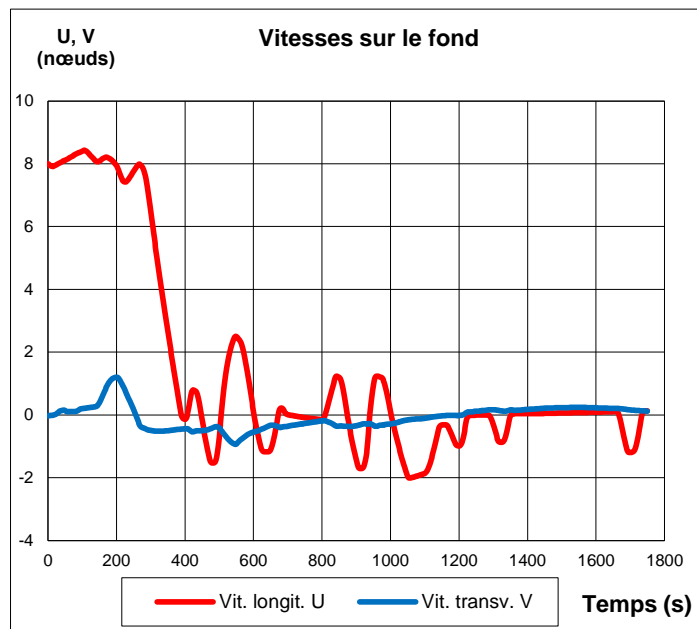
### **ESSAIS 11 - 20**

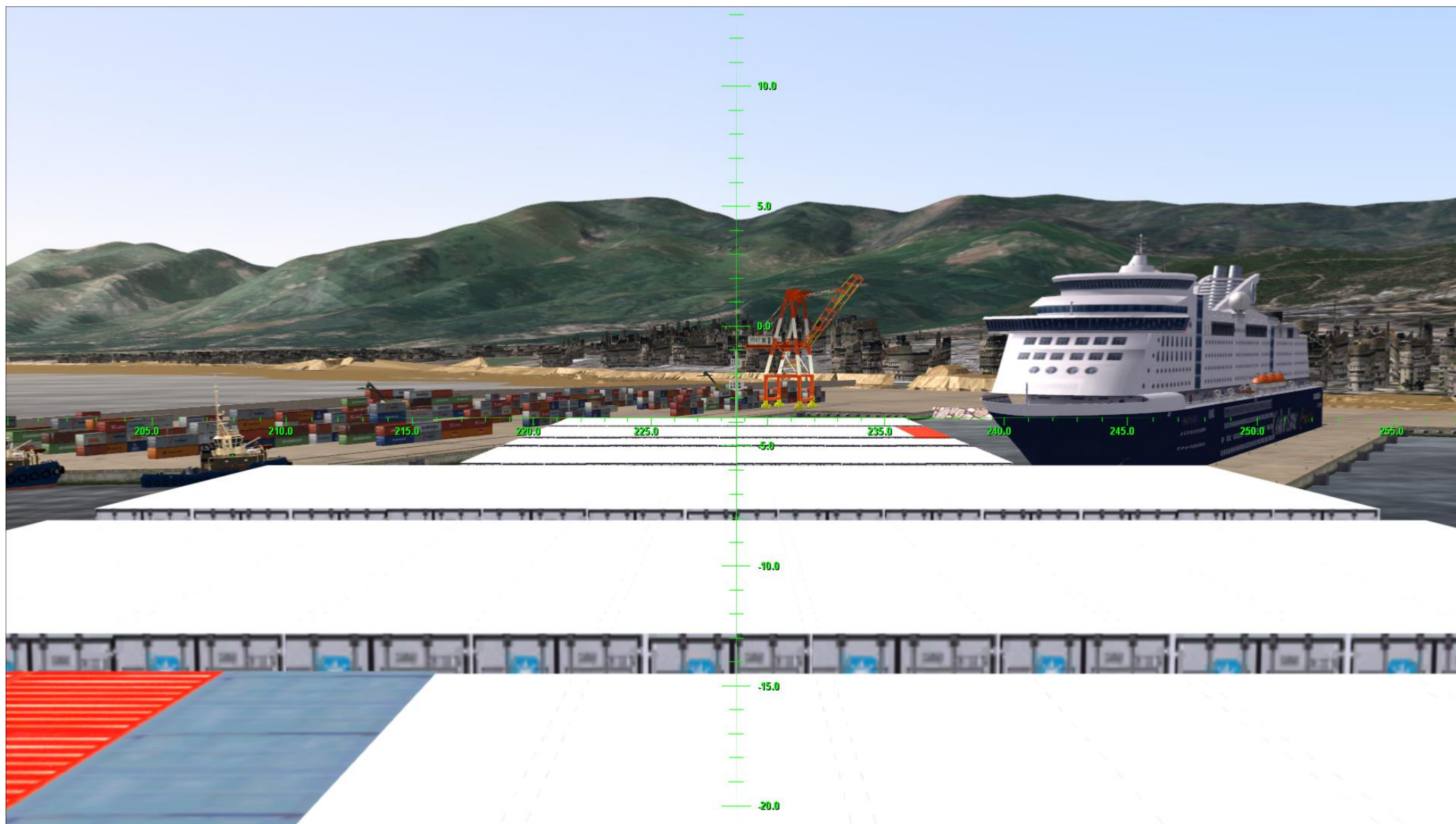


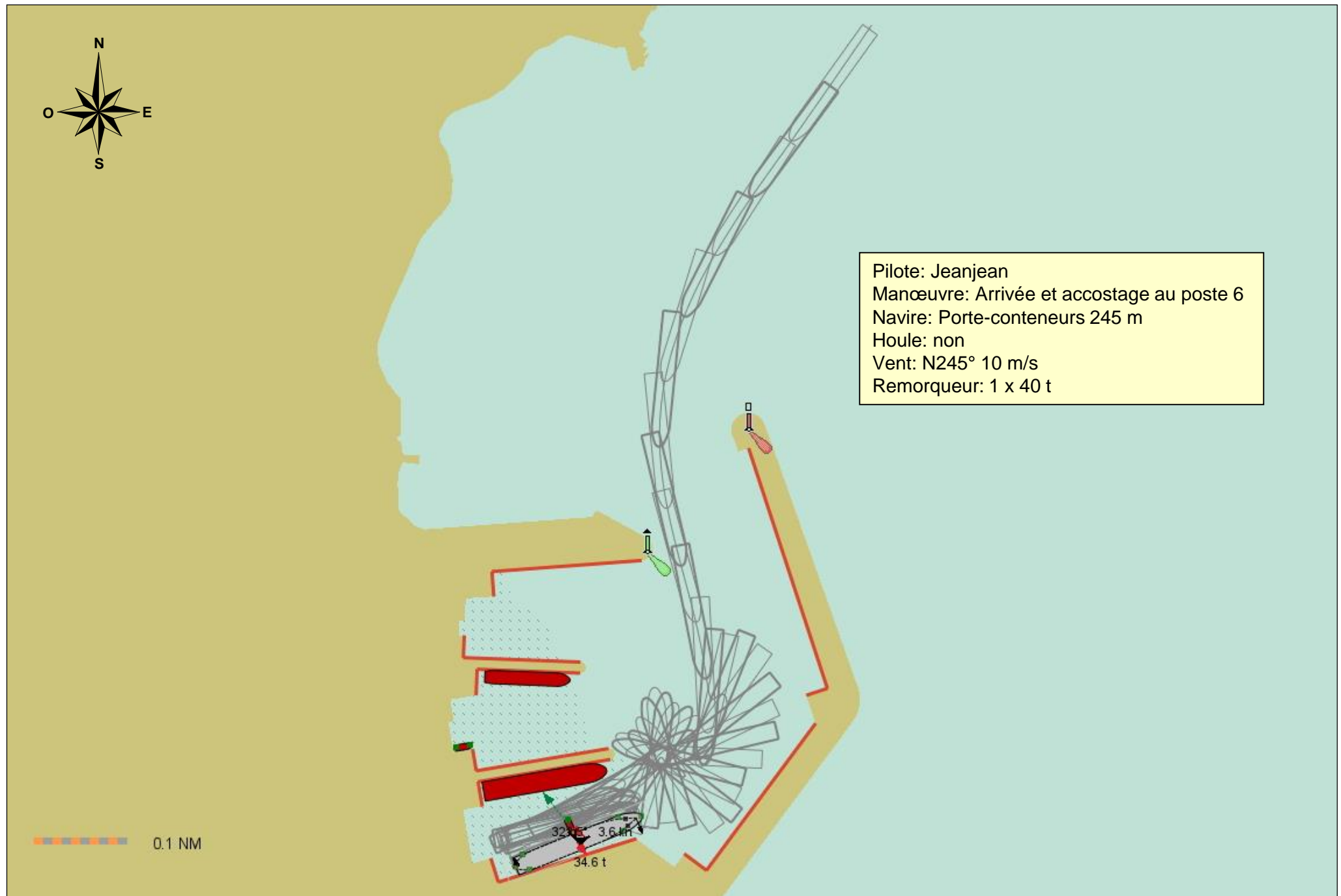


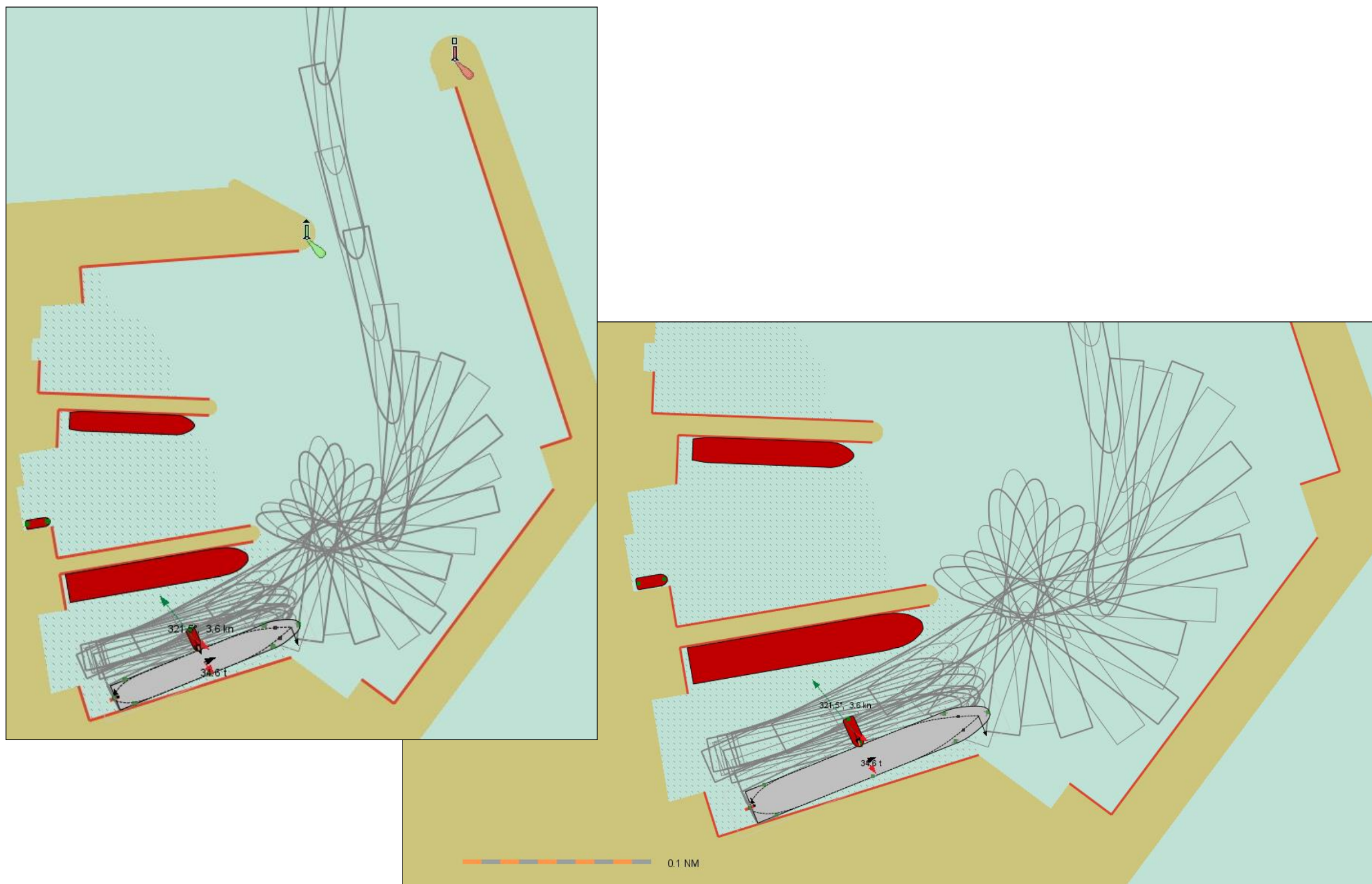




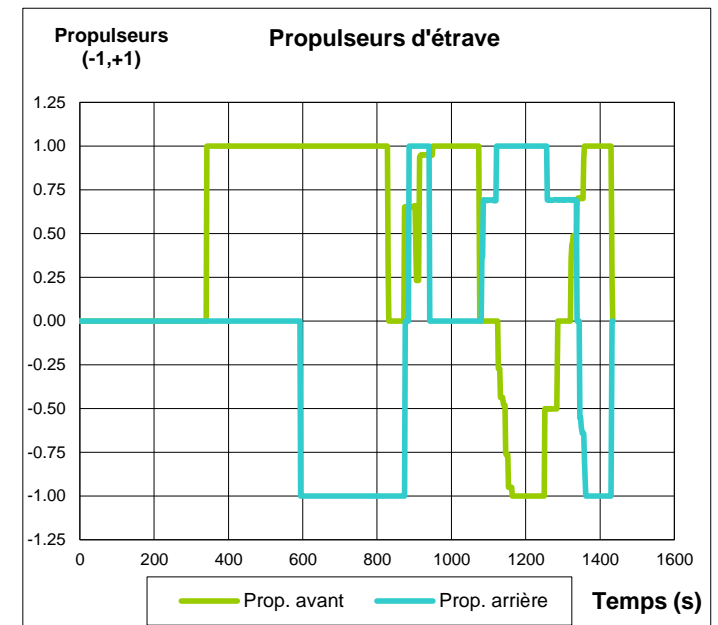
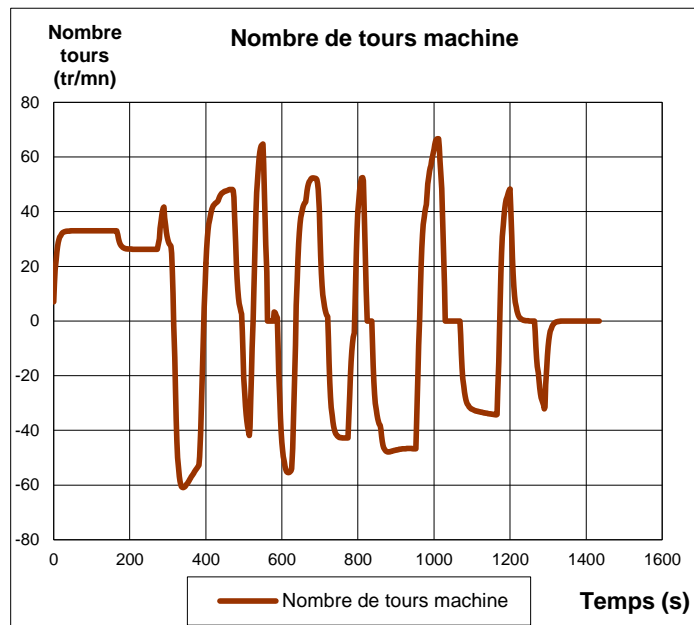
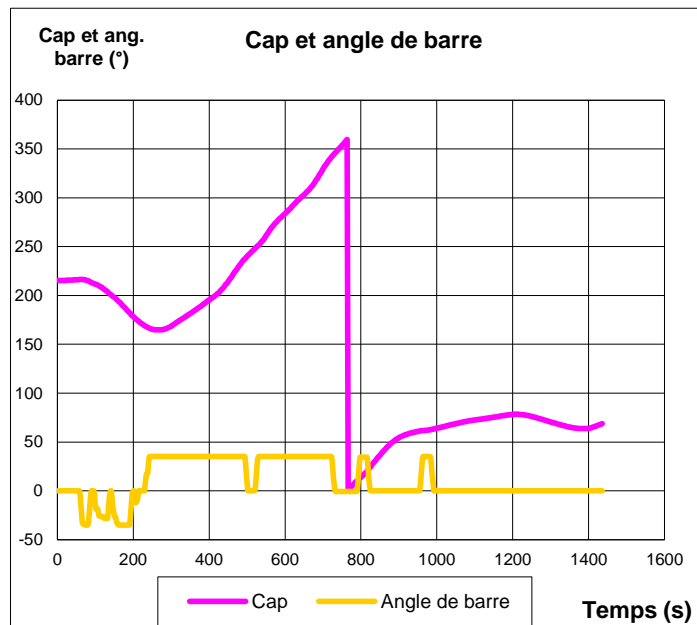
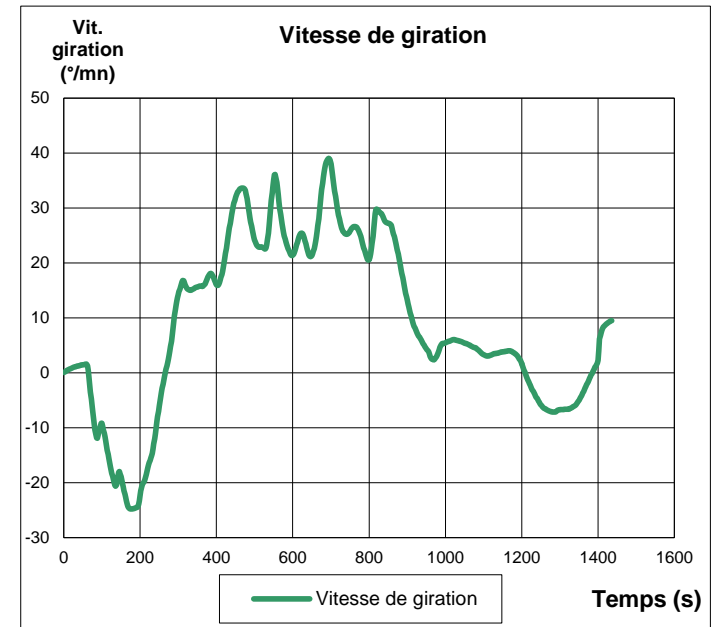
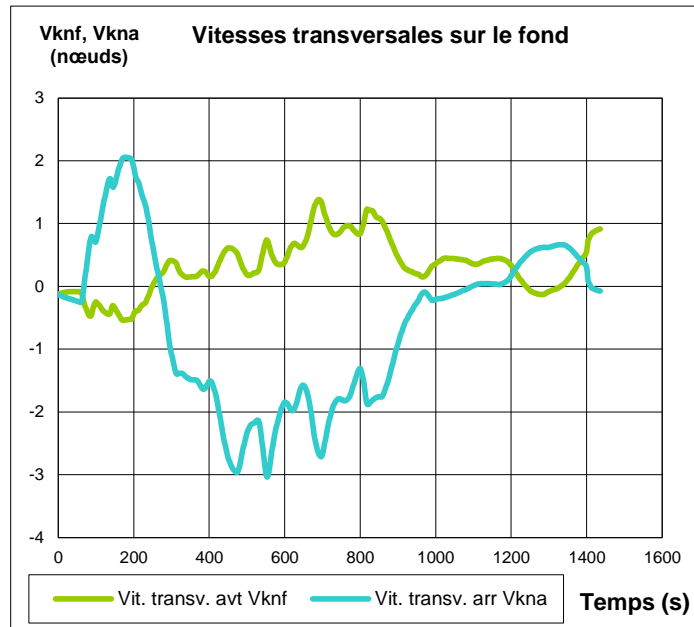
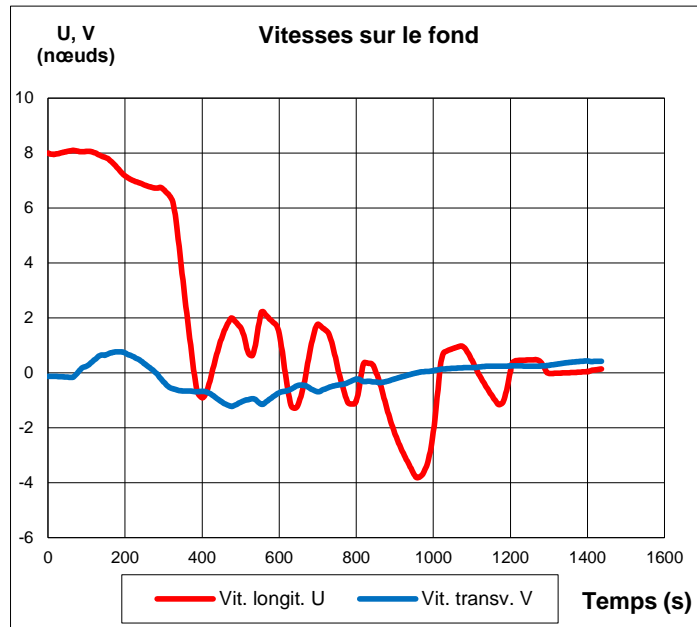


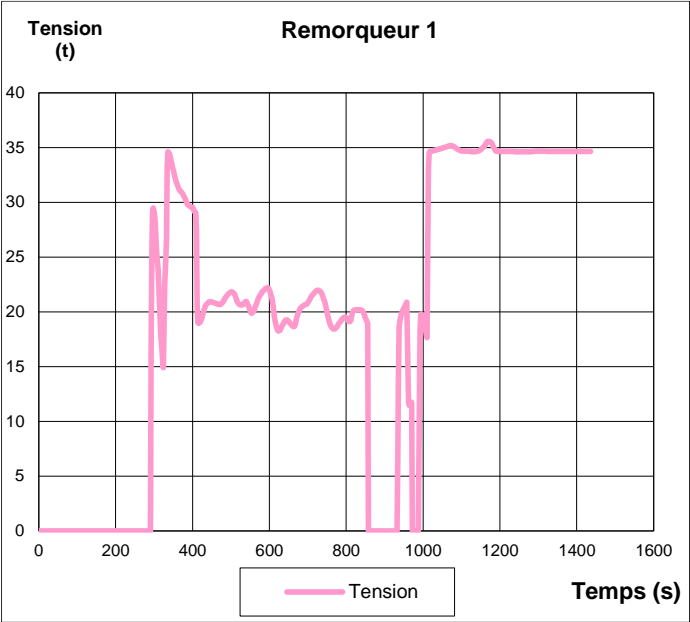






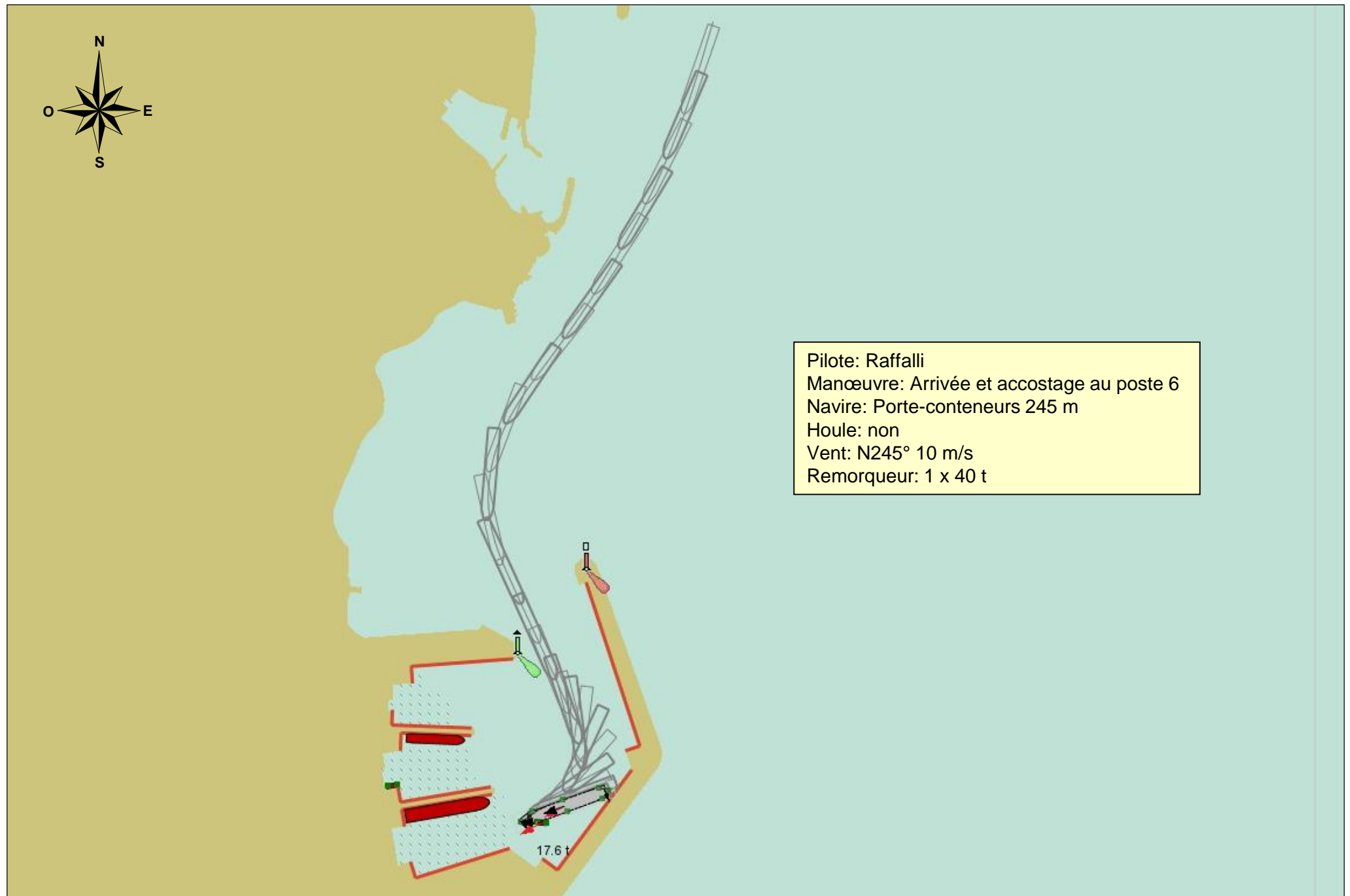


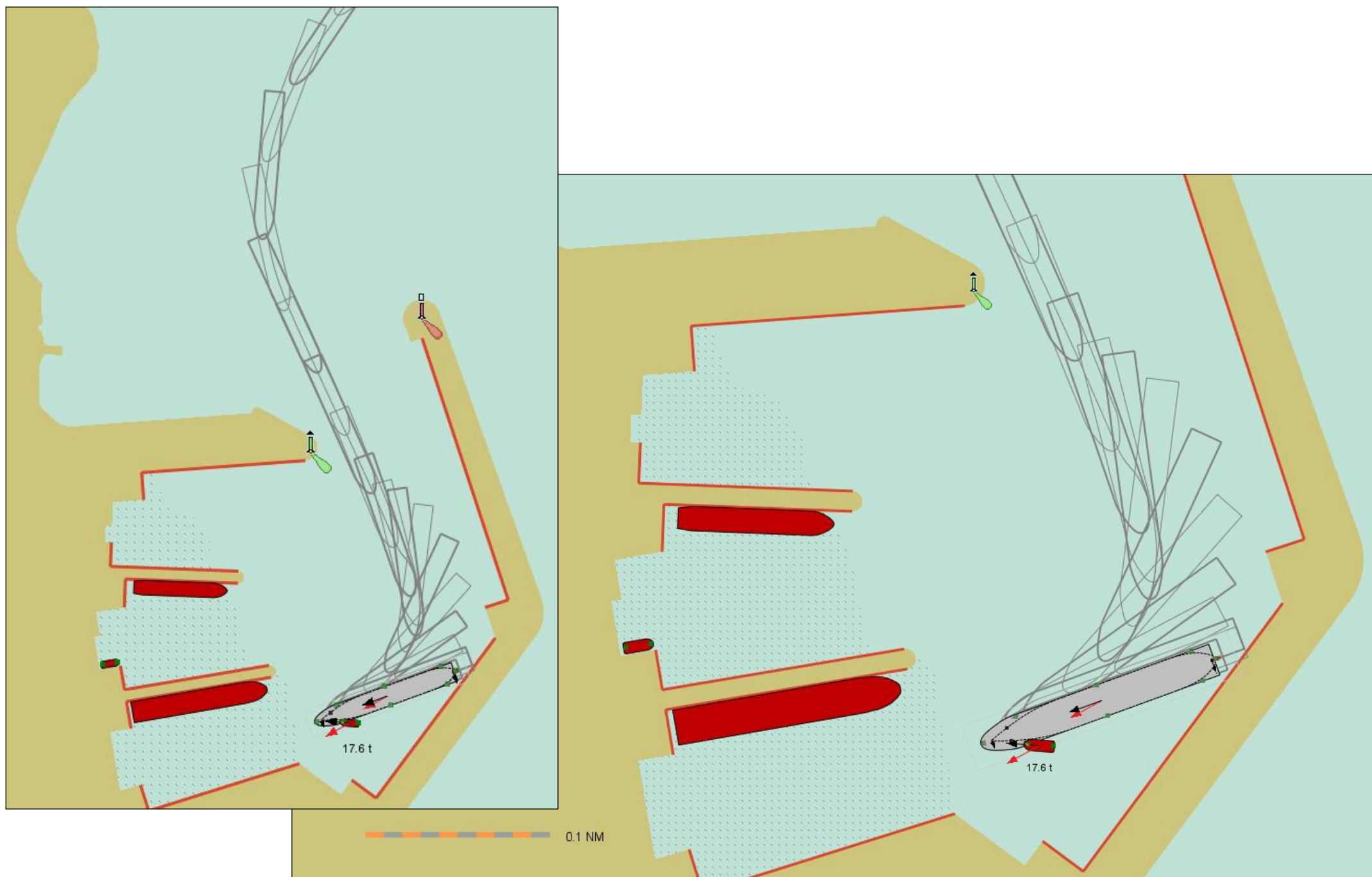


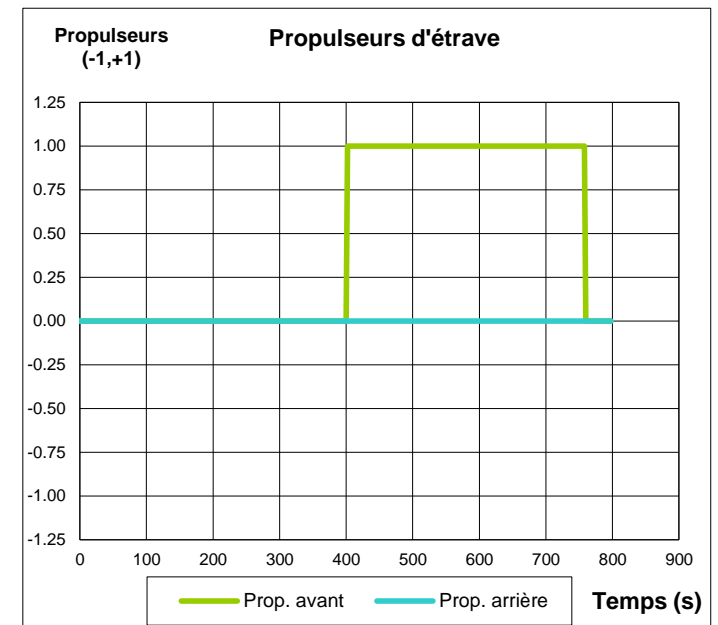
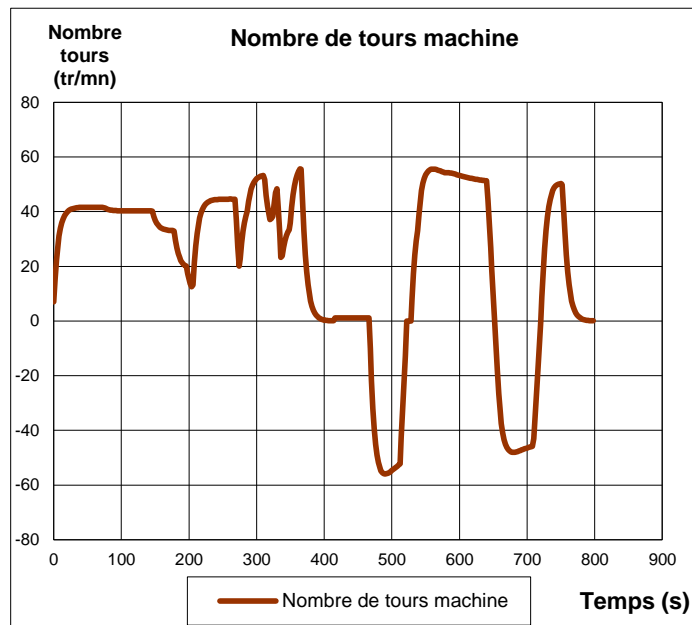
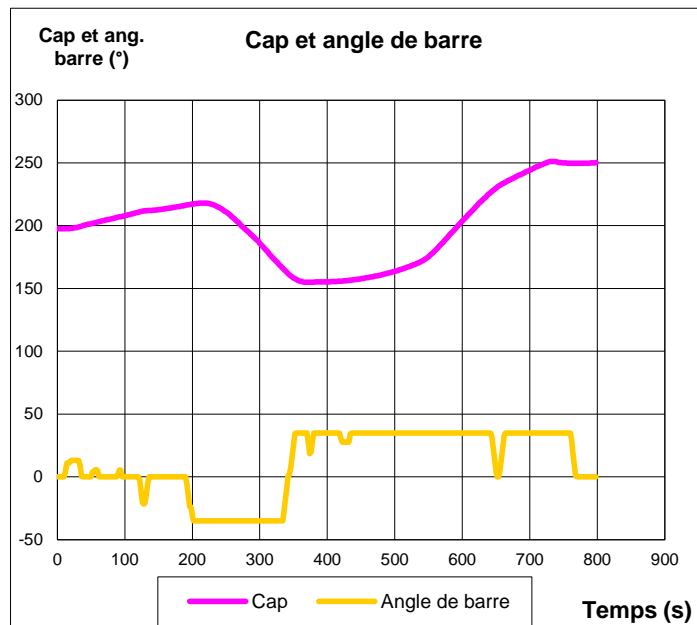
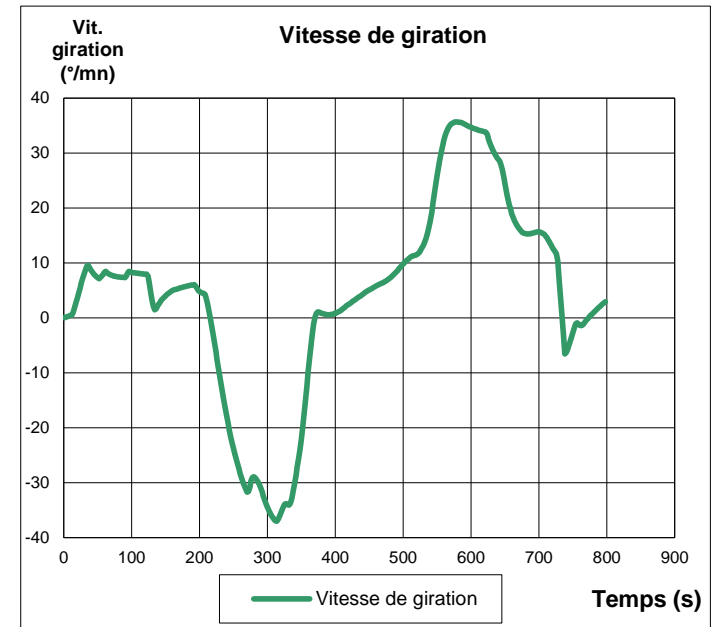
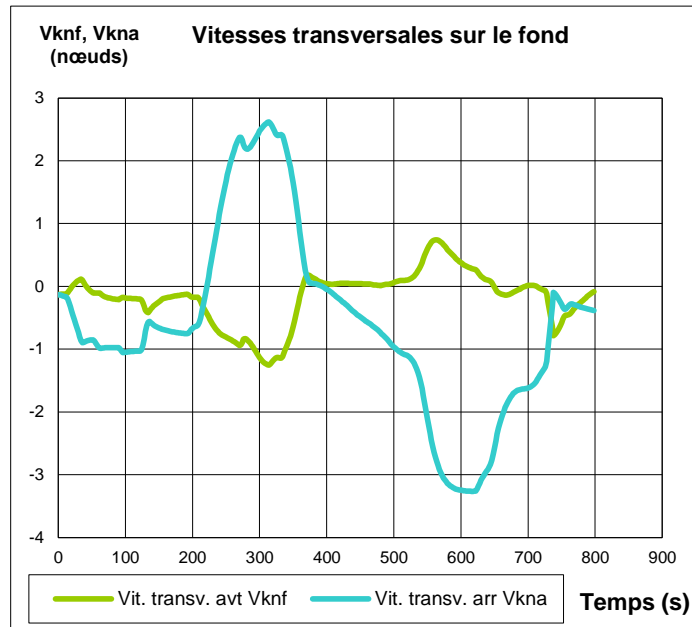
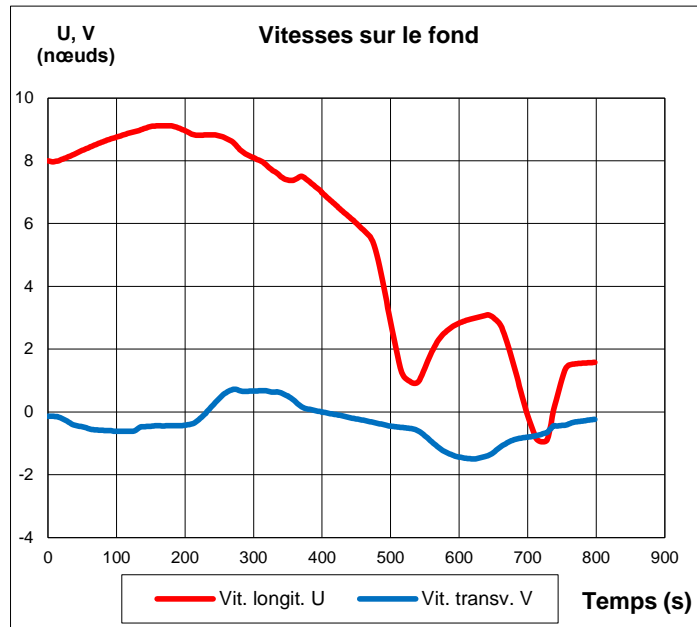


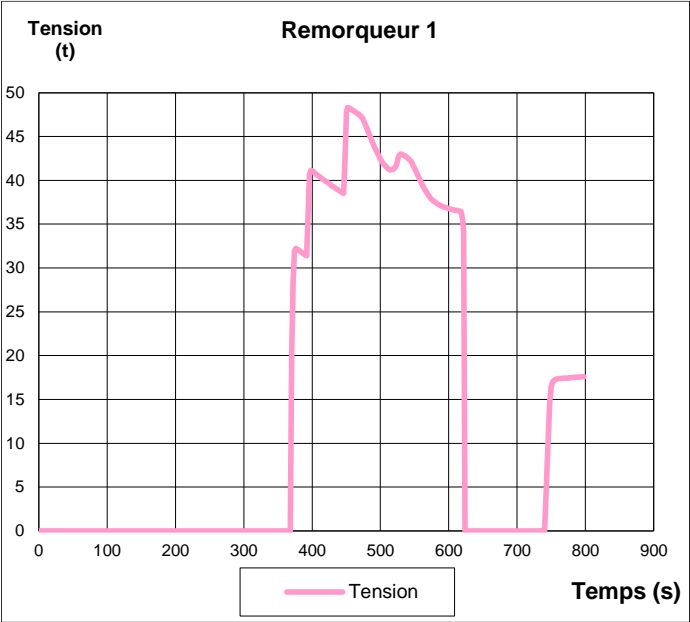




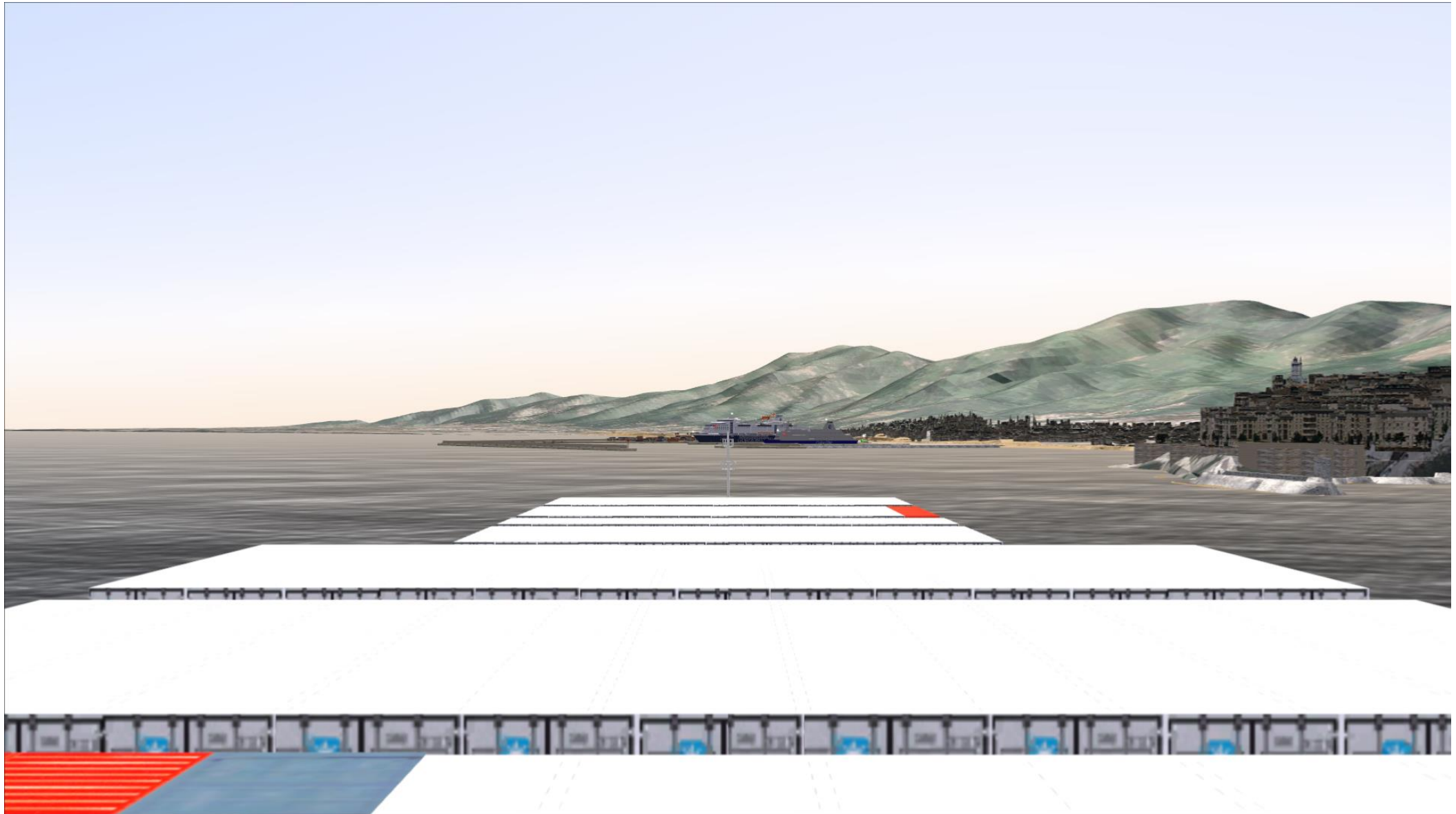






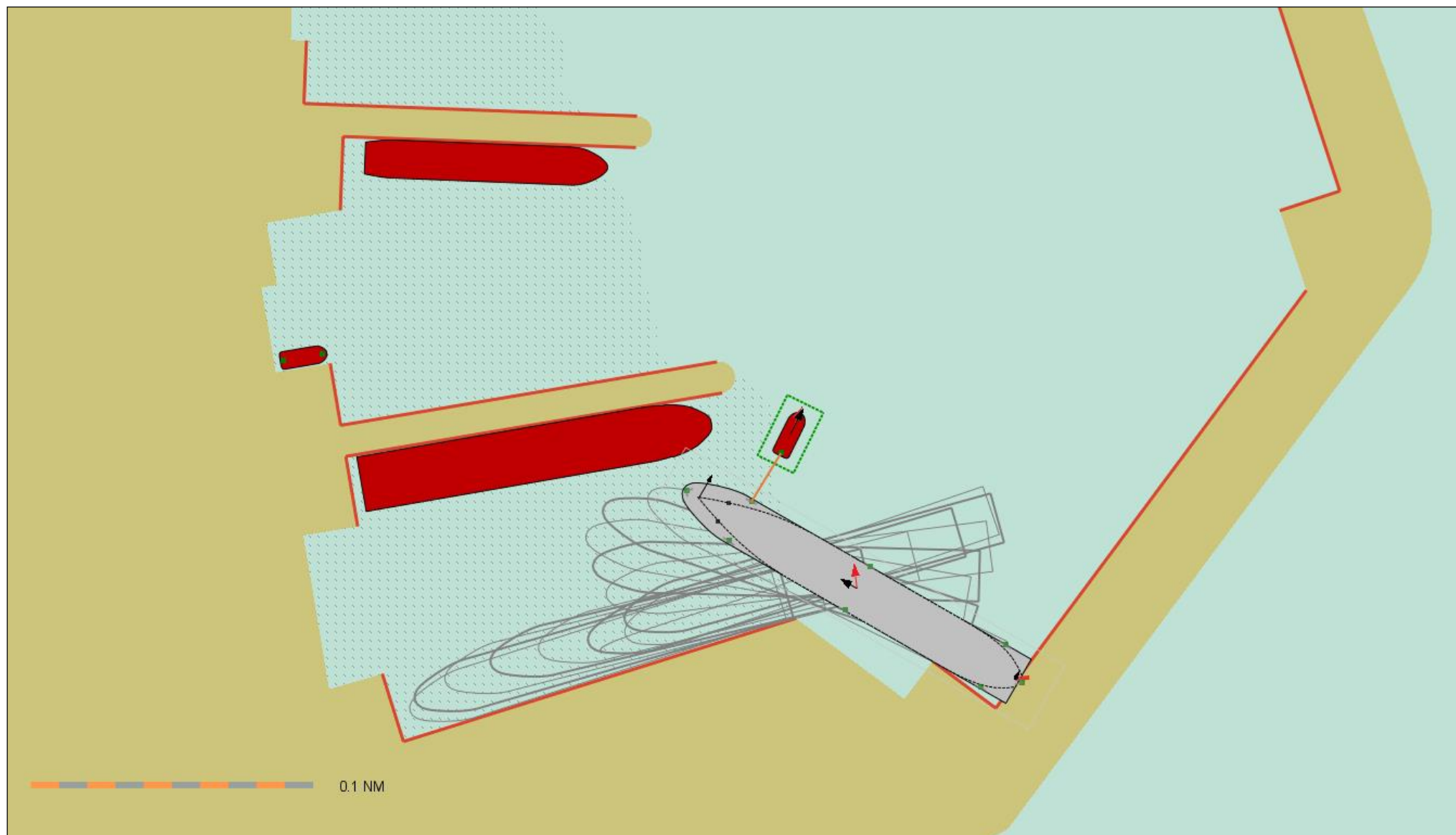


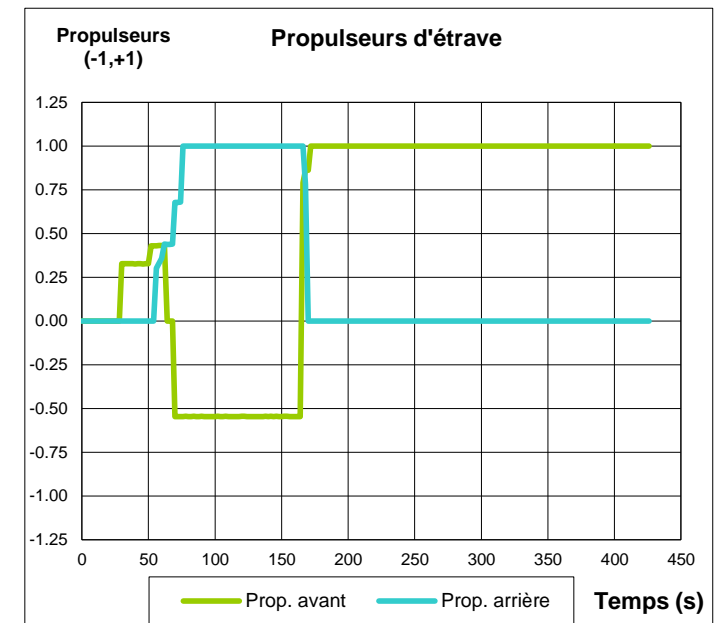
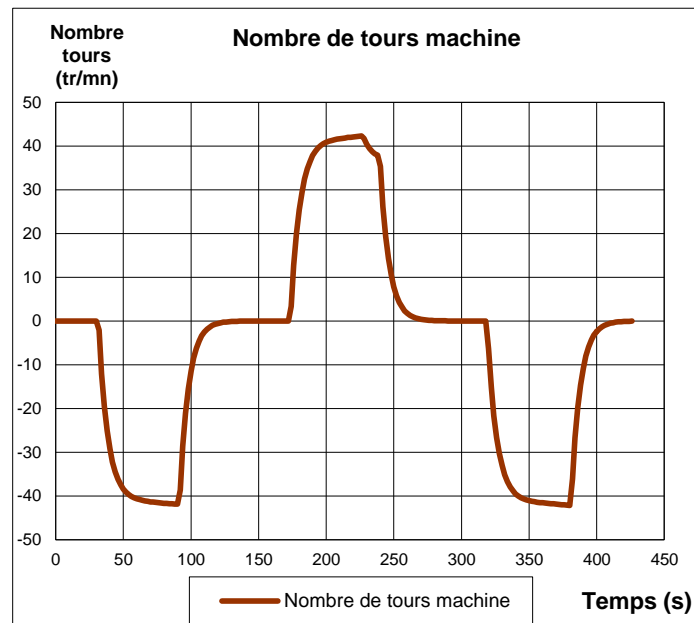
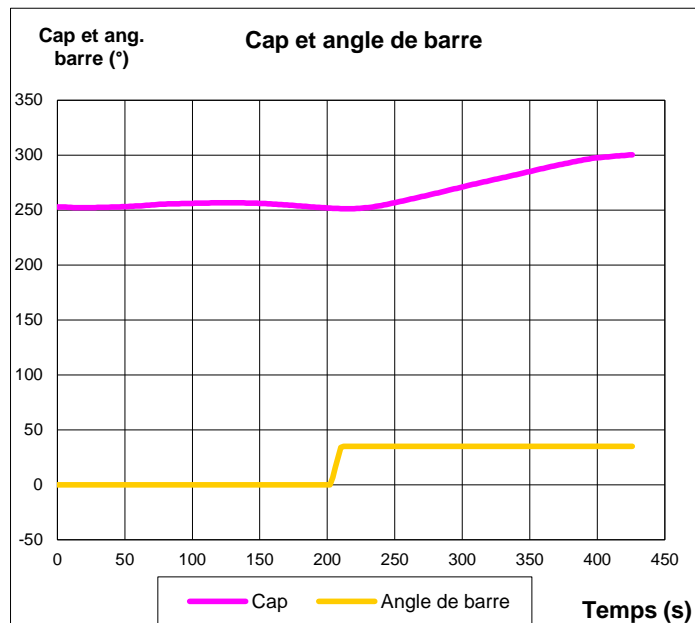
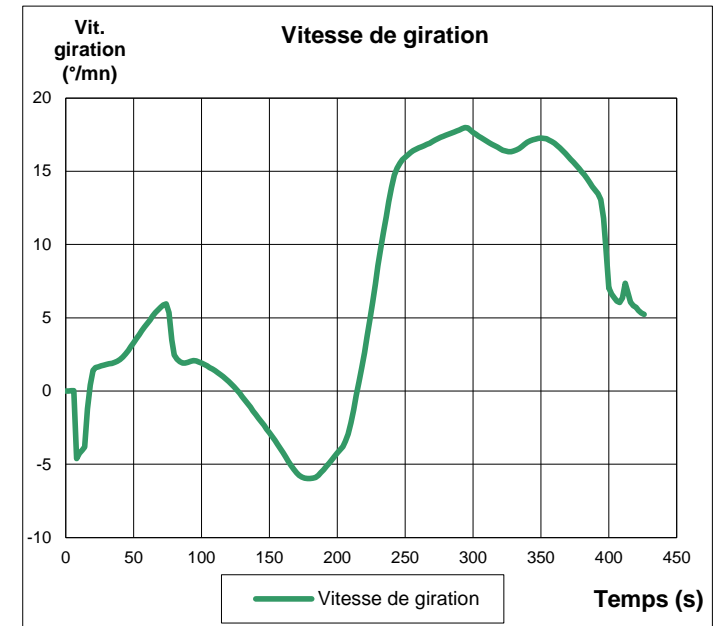
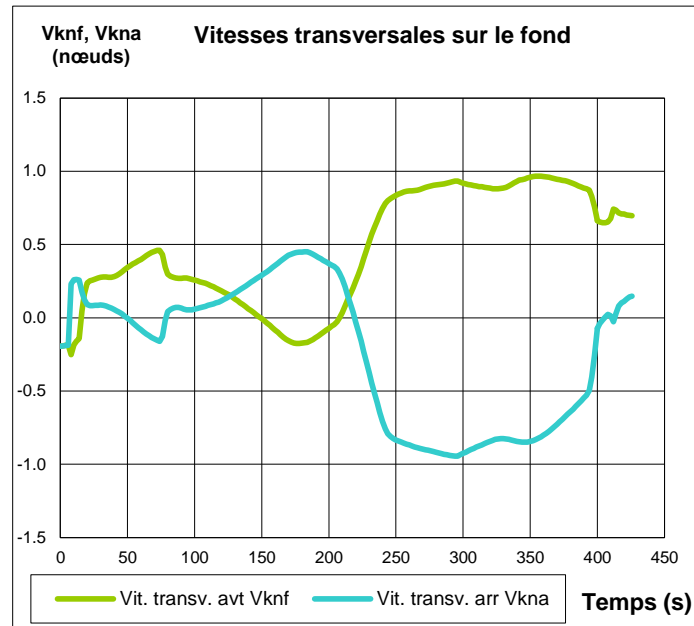
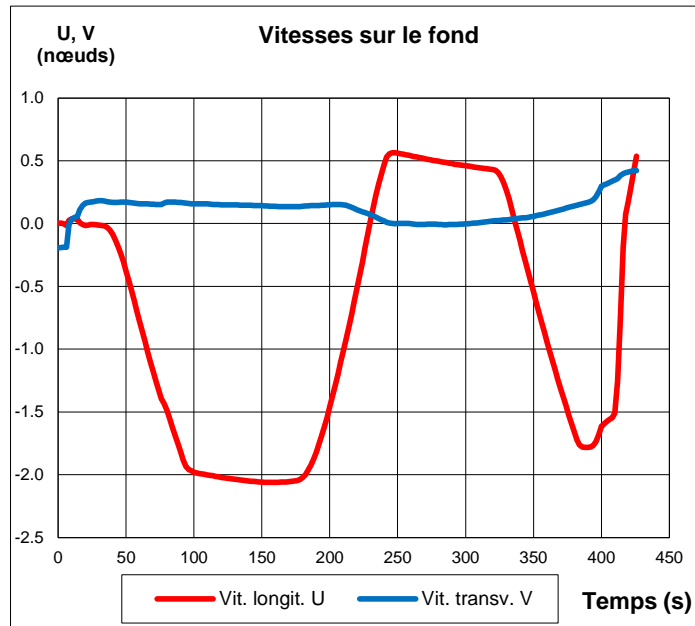


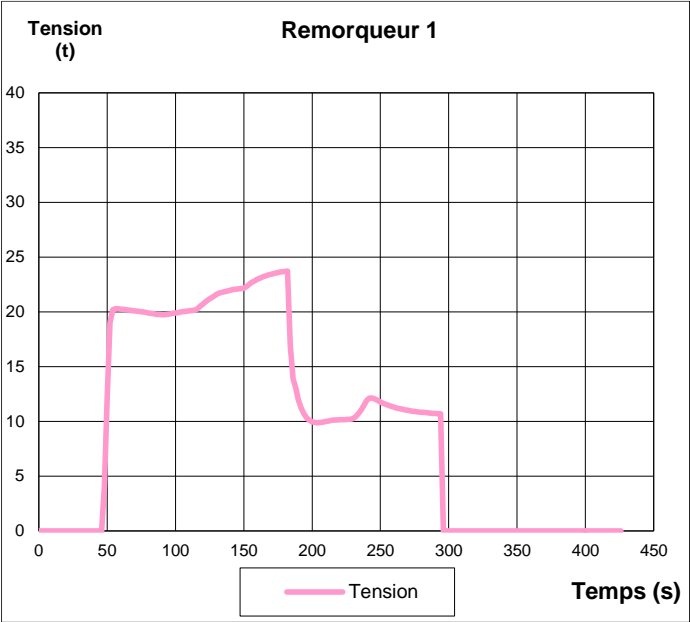


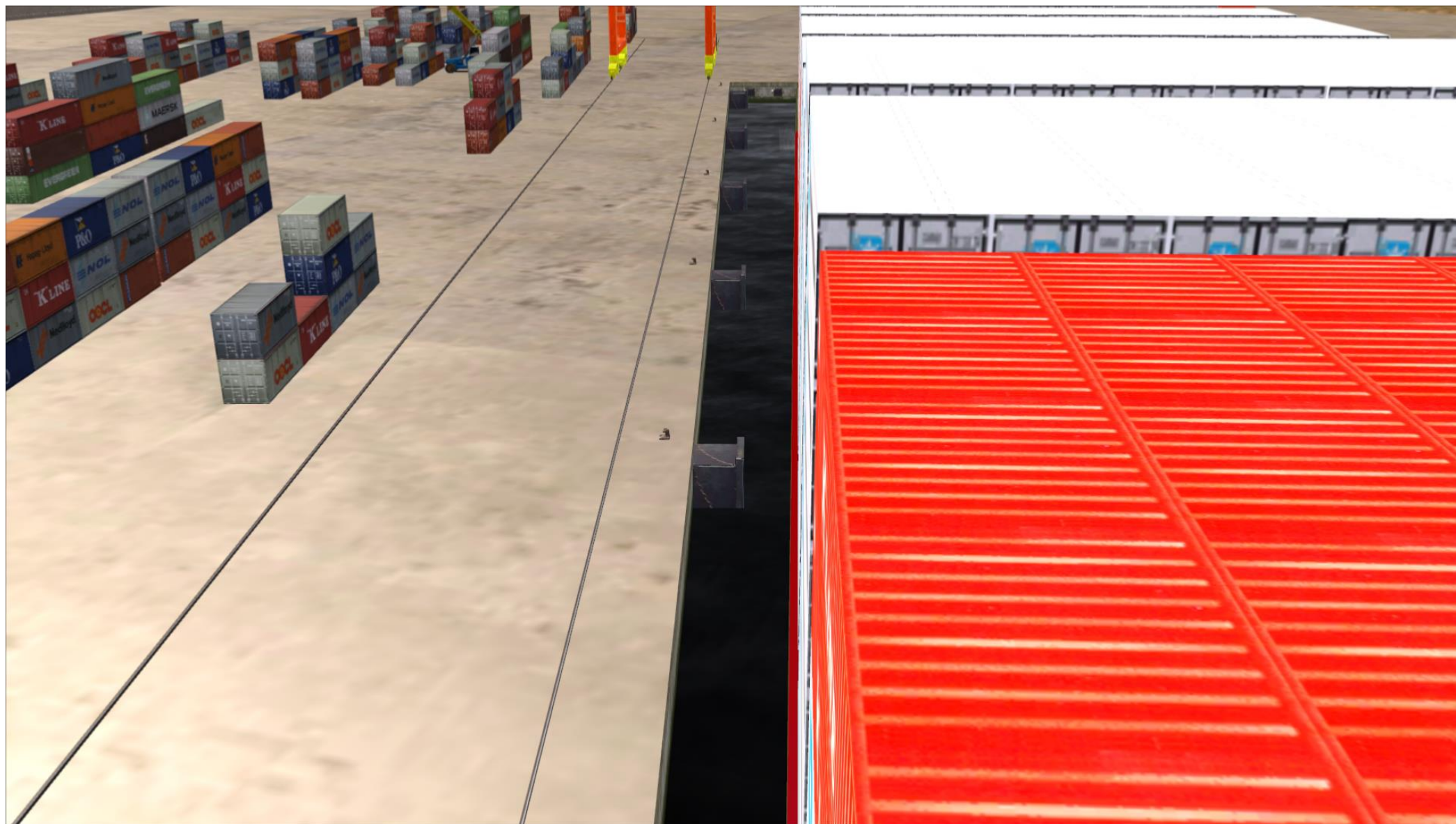








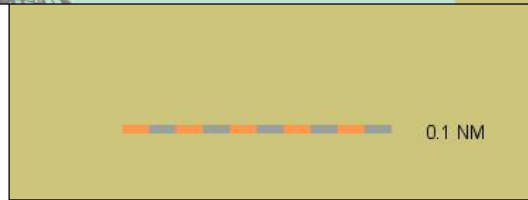


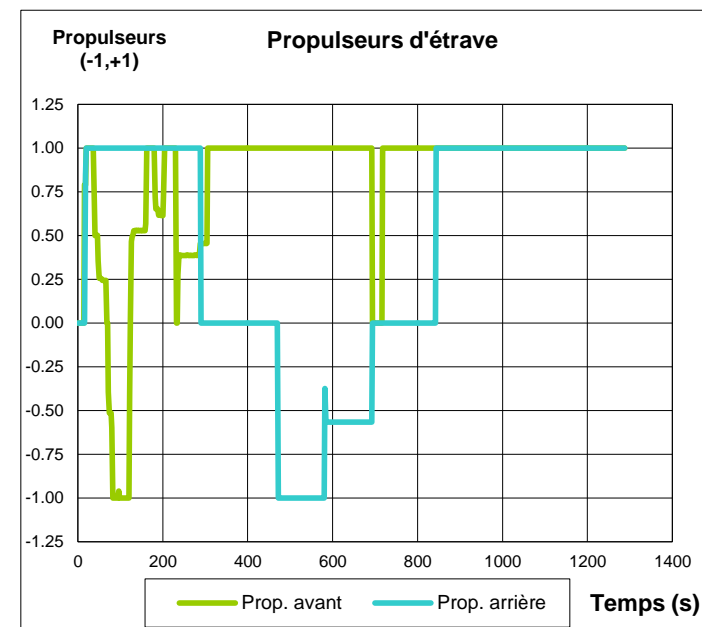
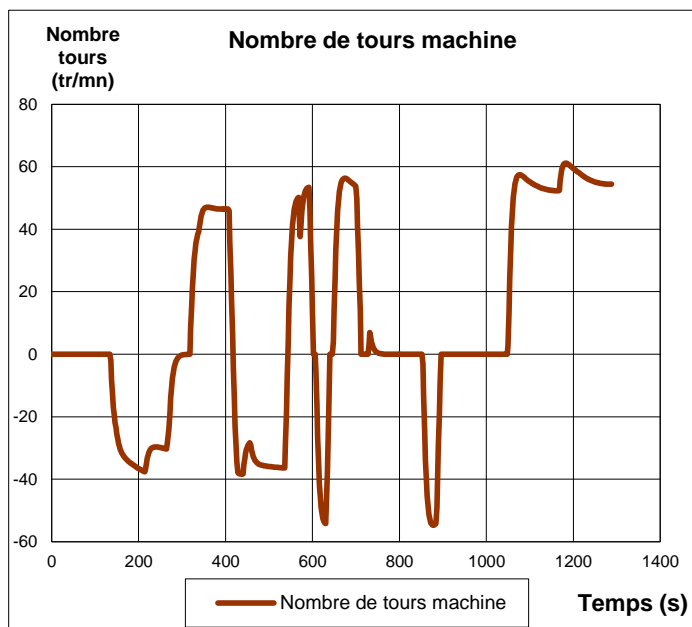
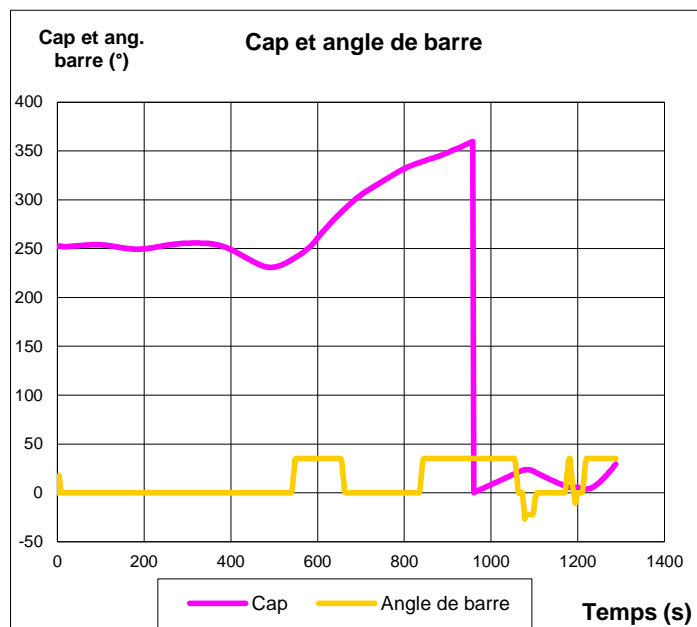
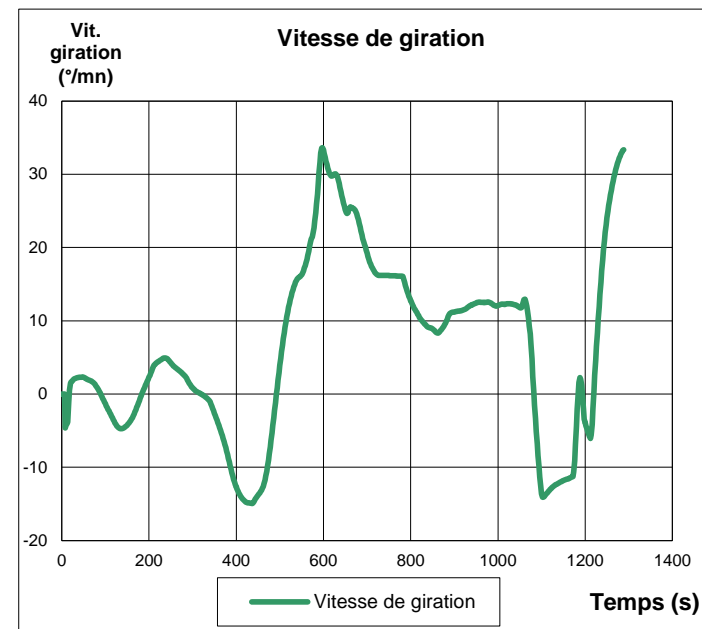
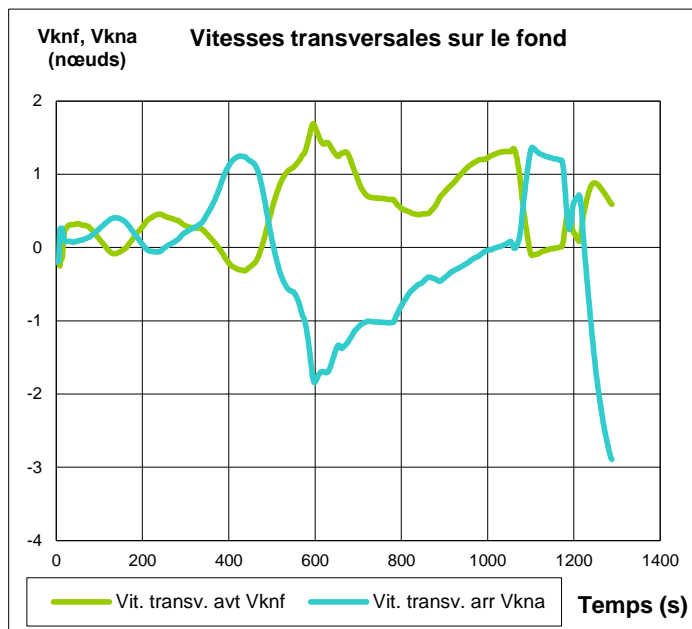
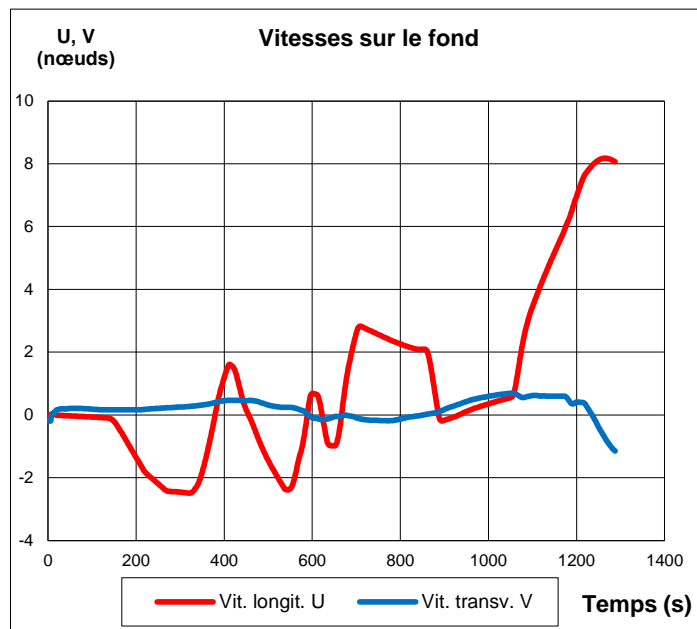


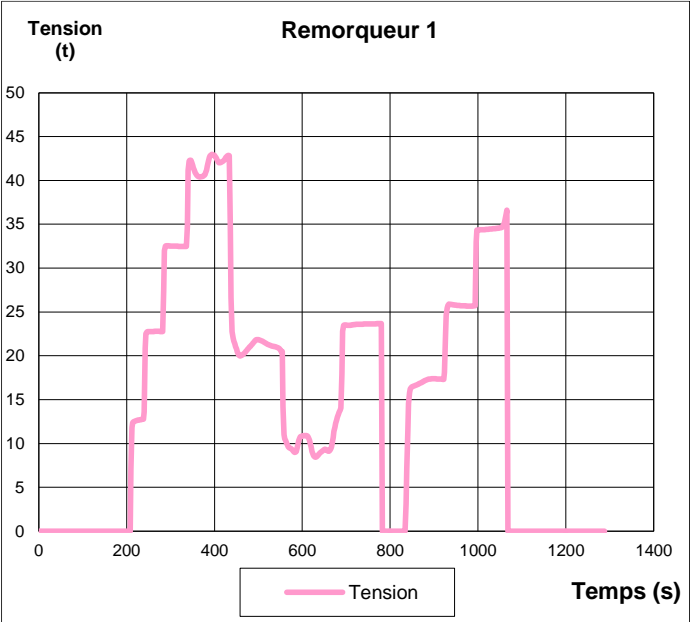




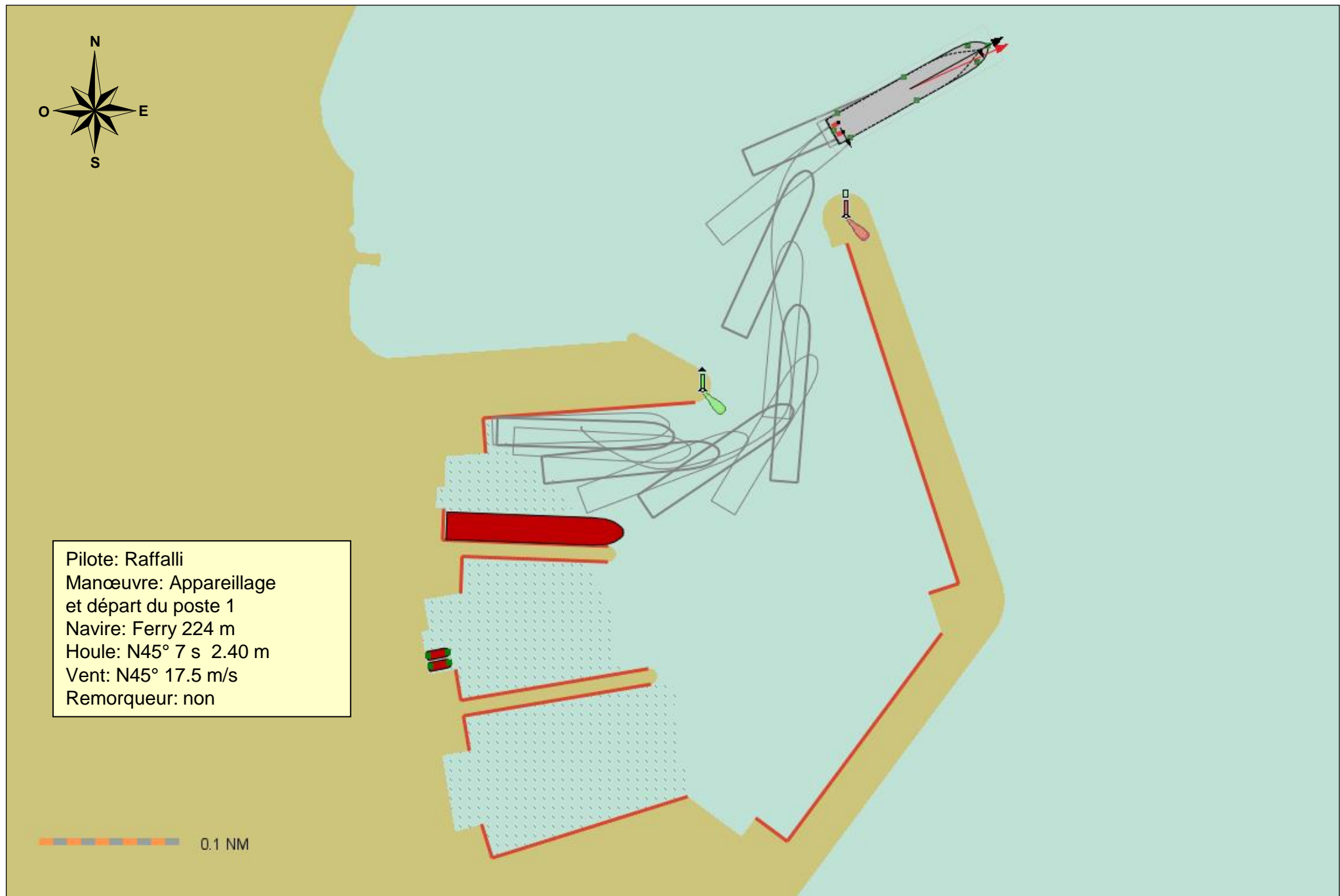




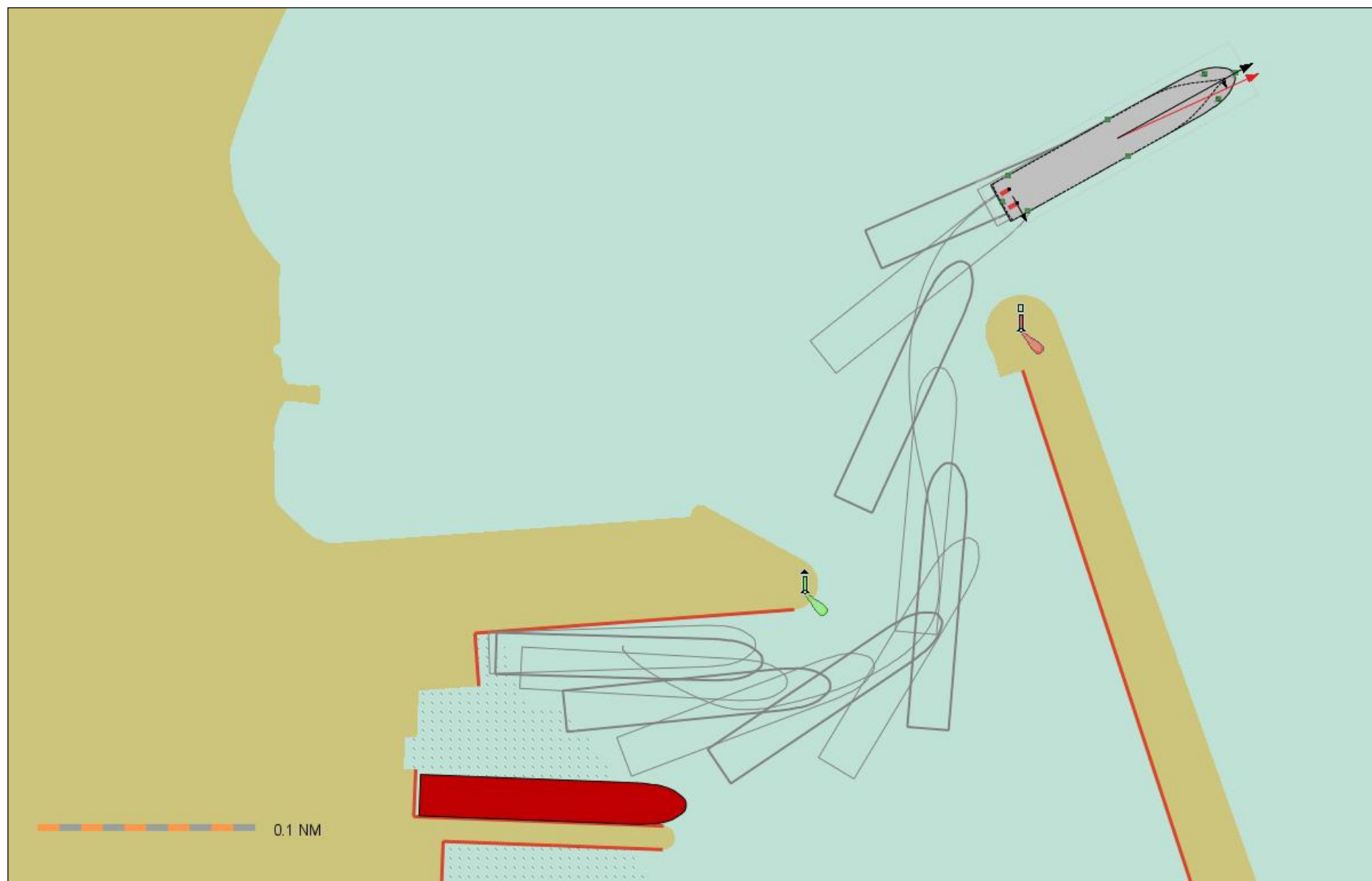




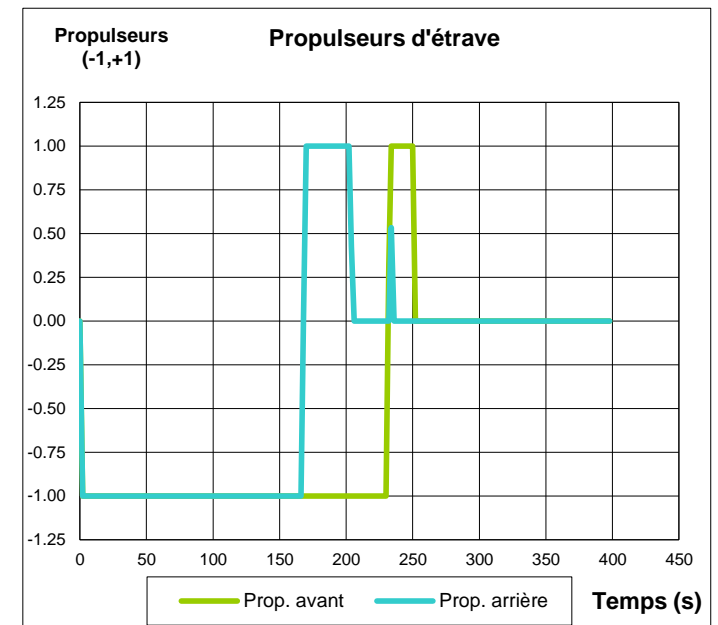
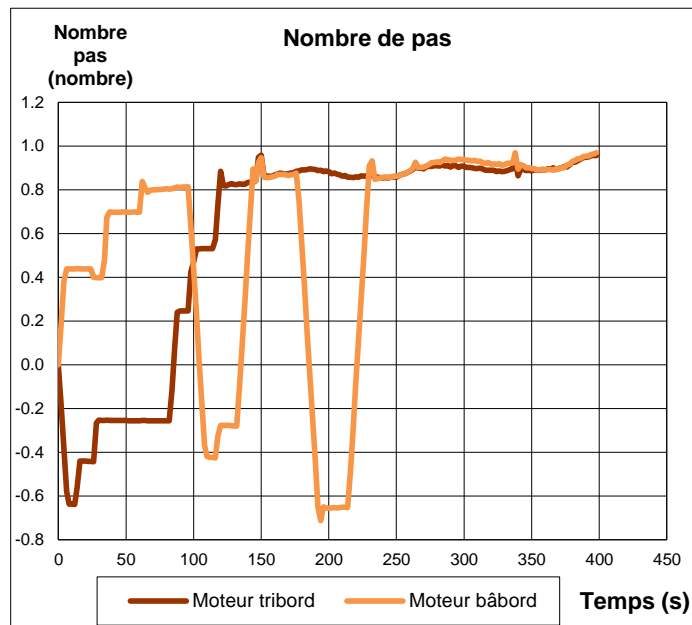
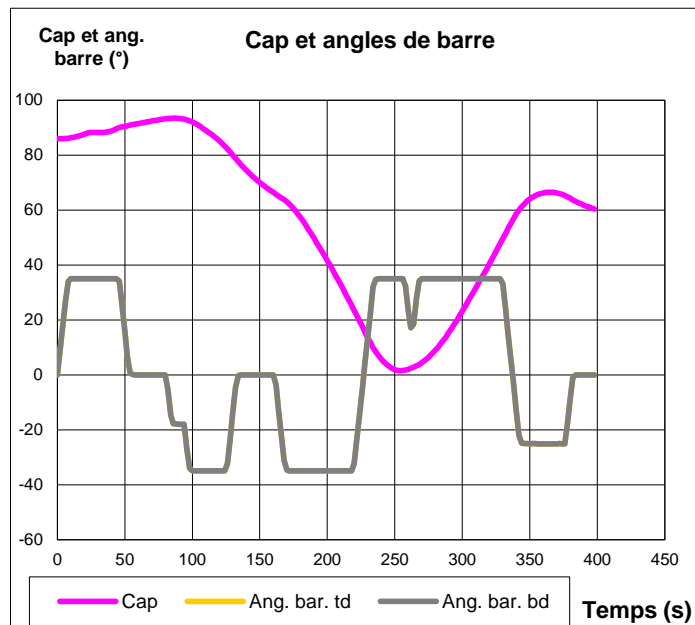
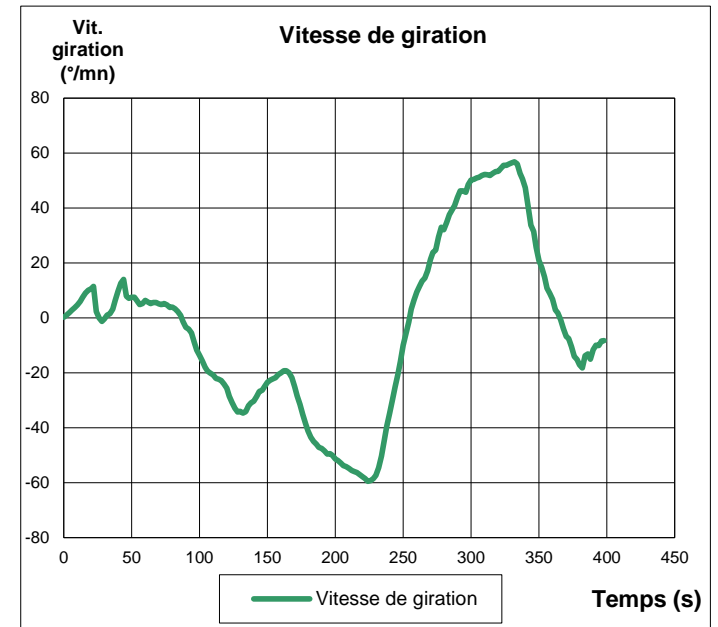
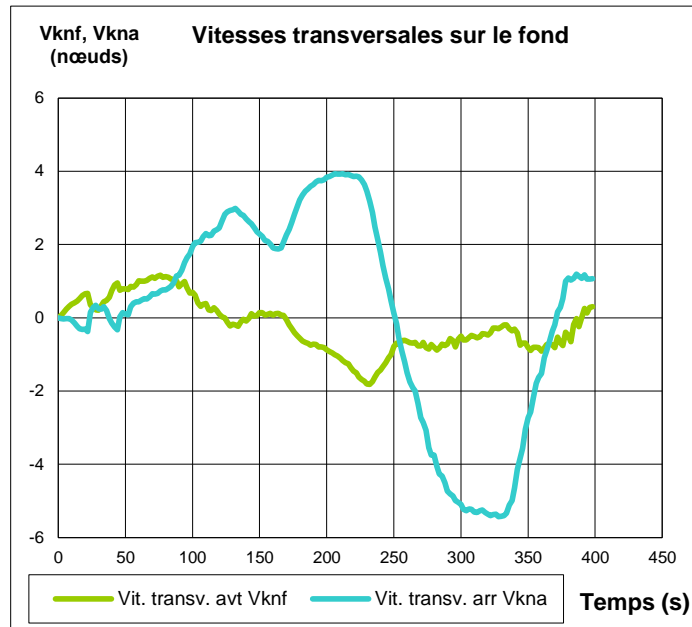
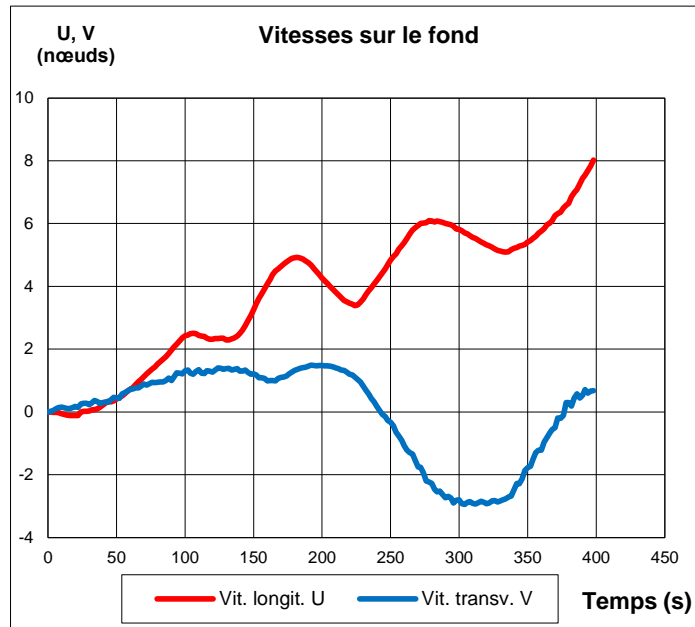


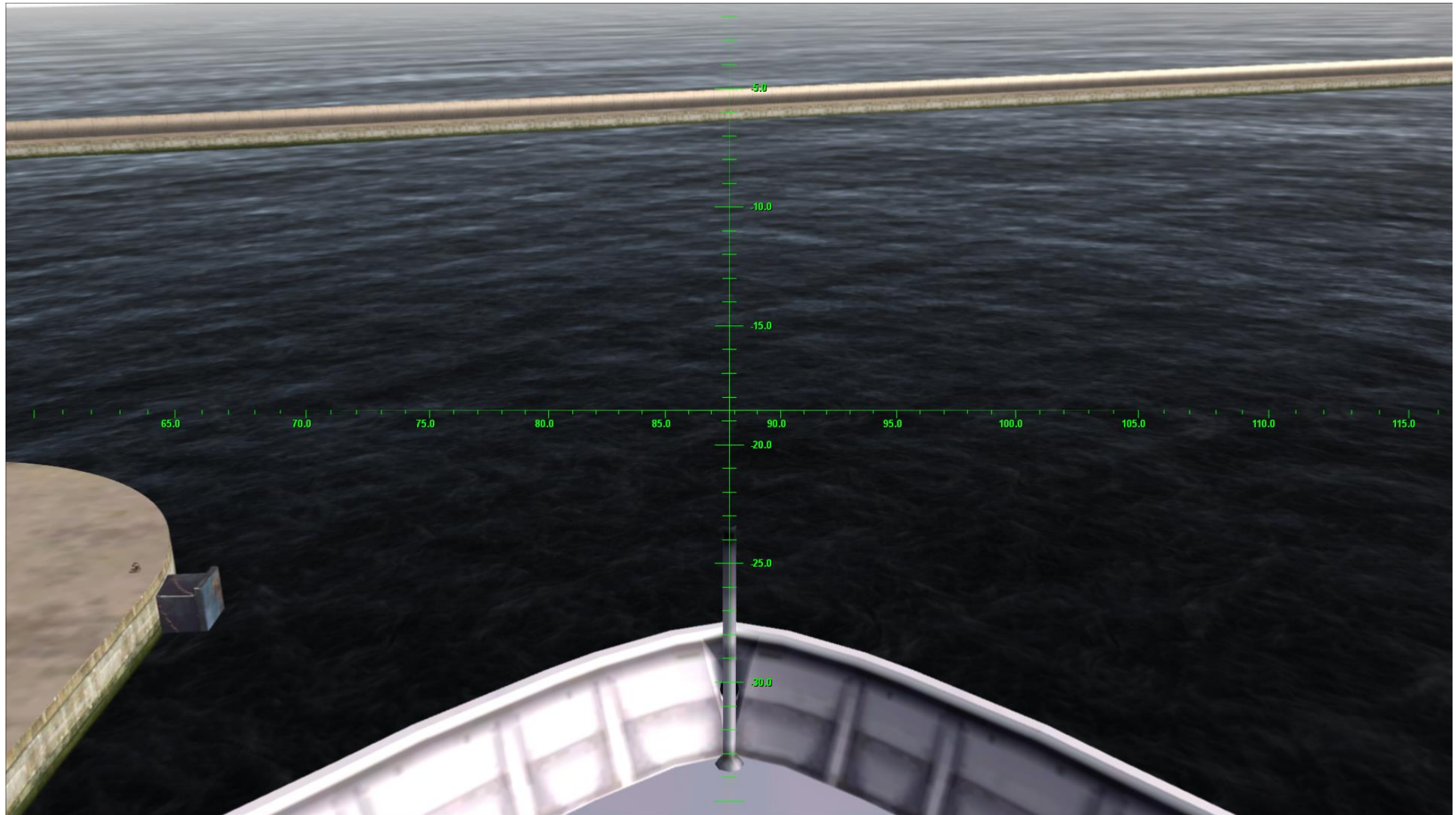


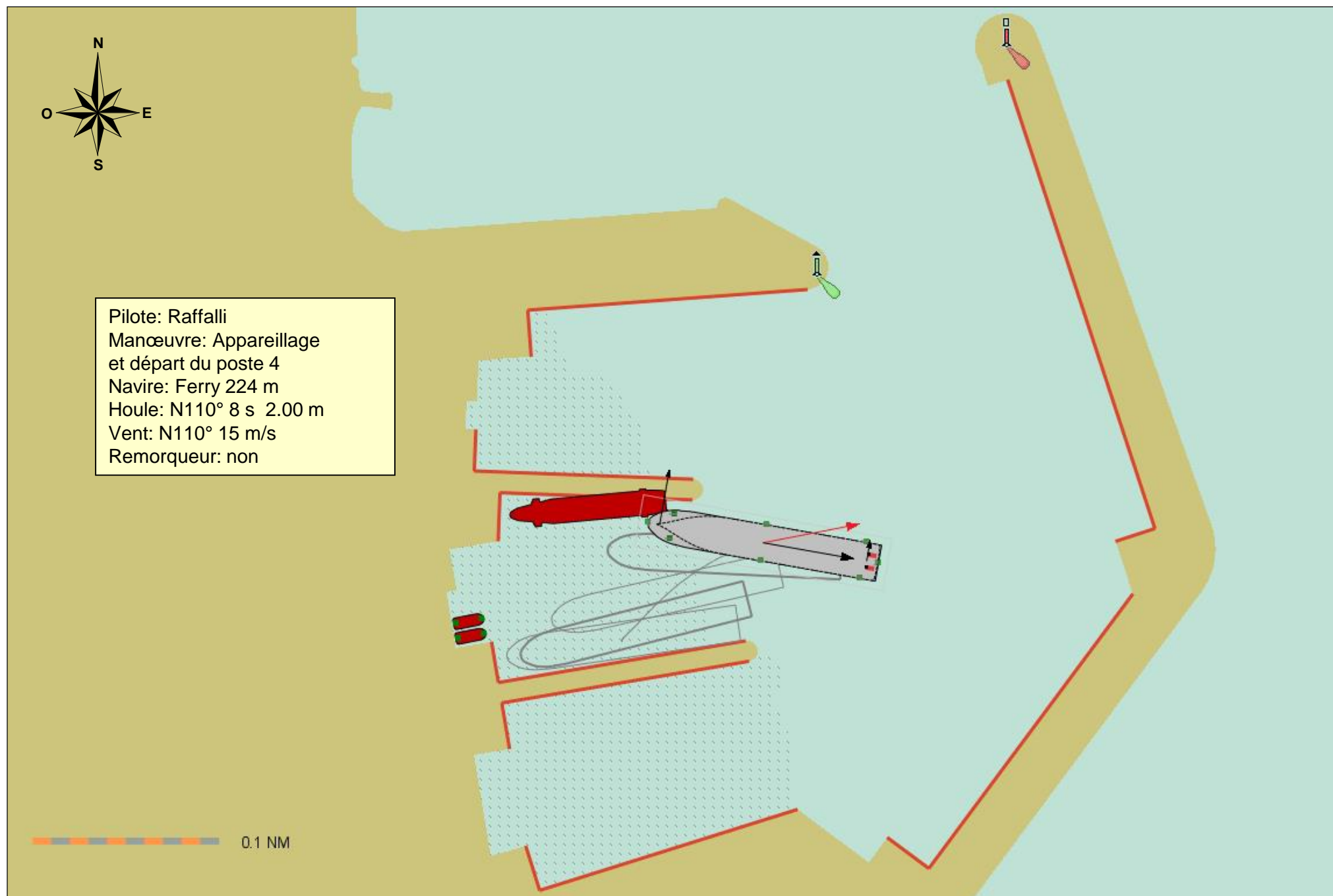


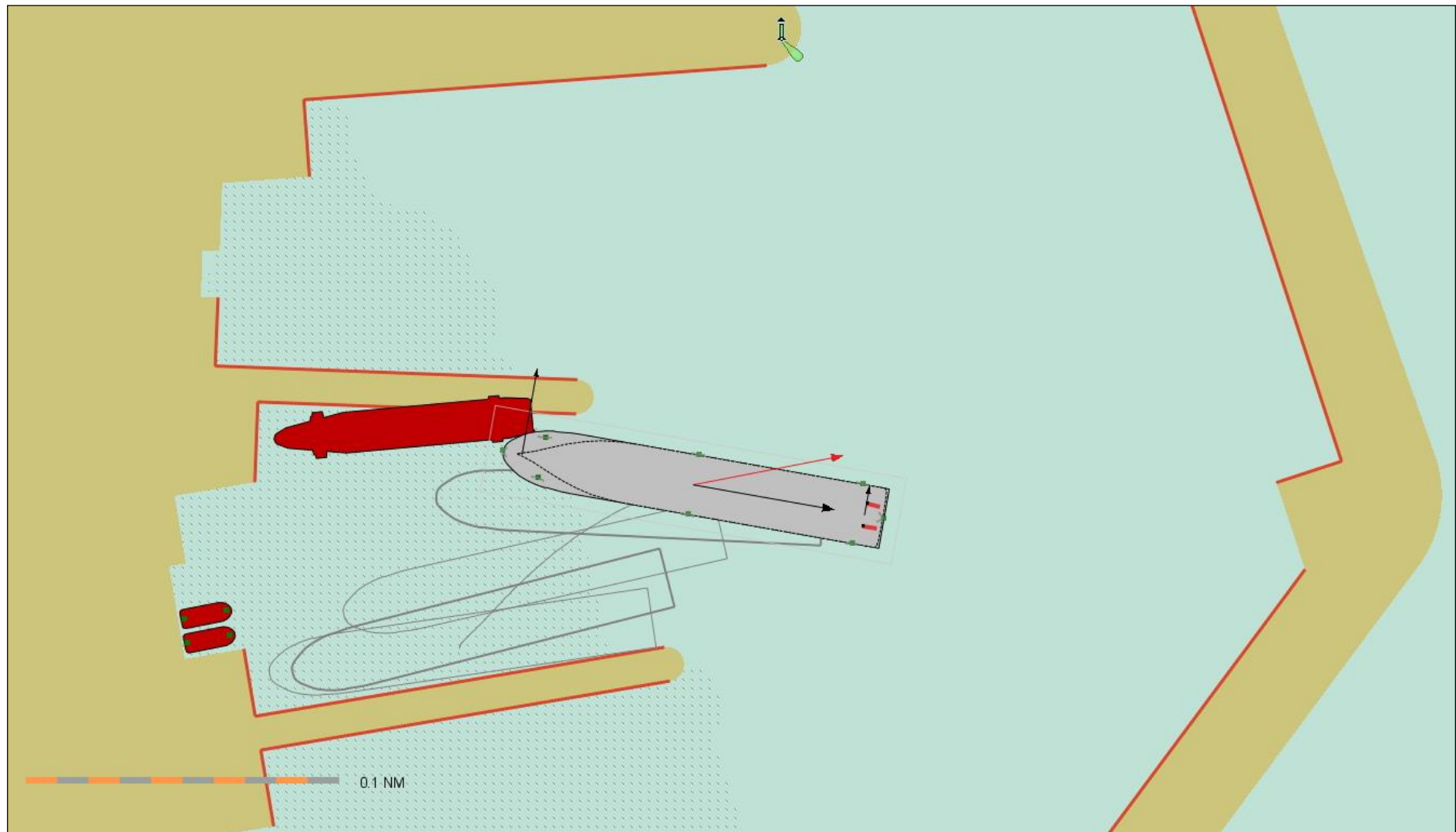


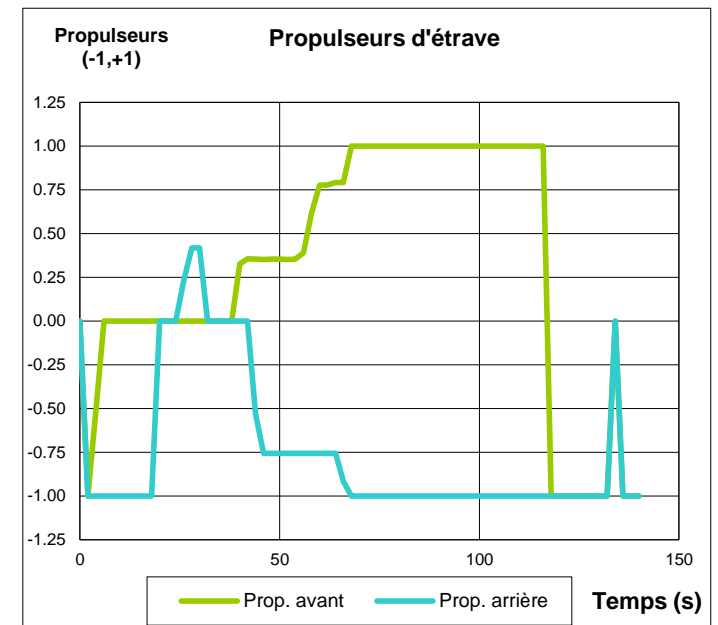
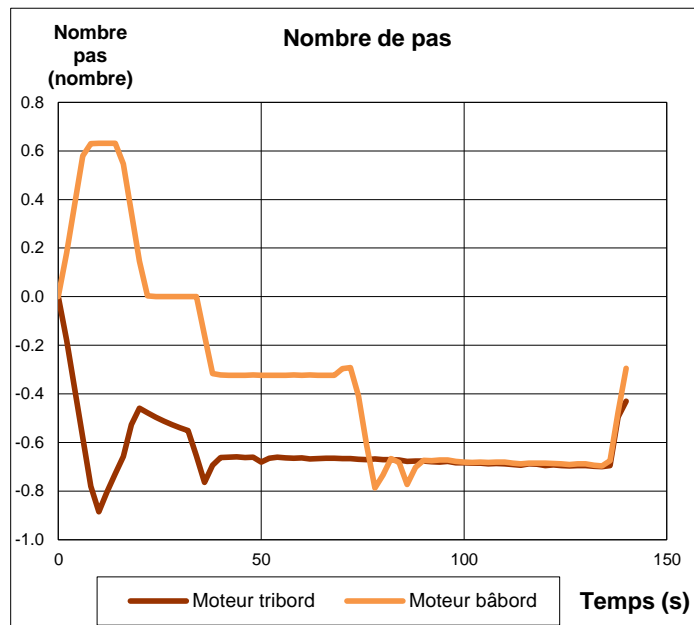
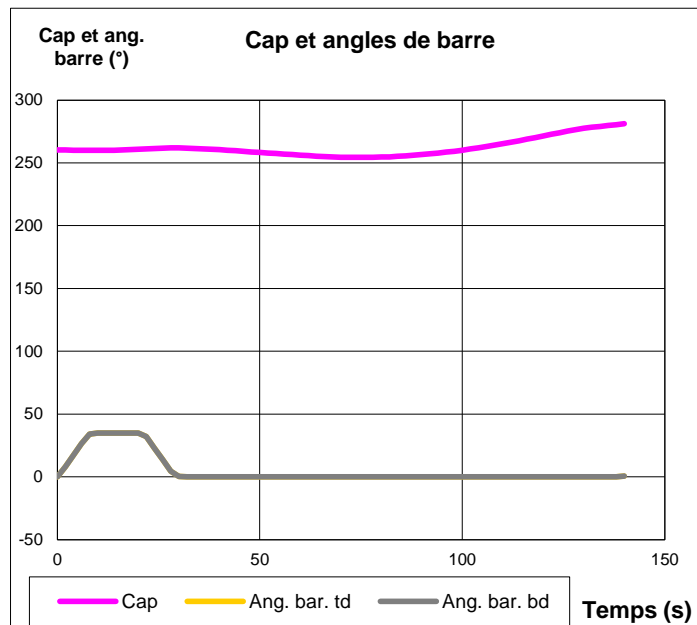
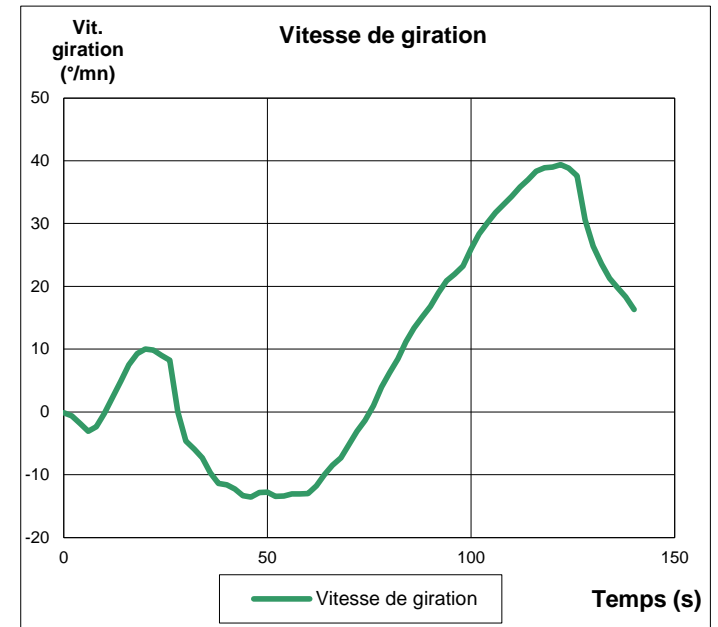
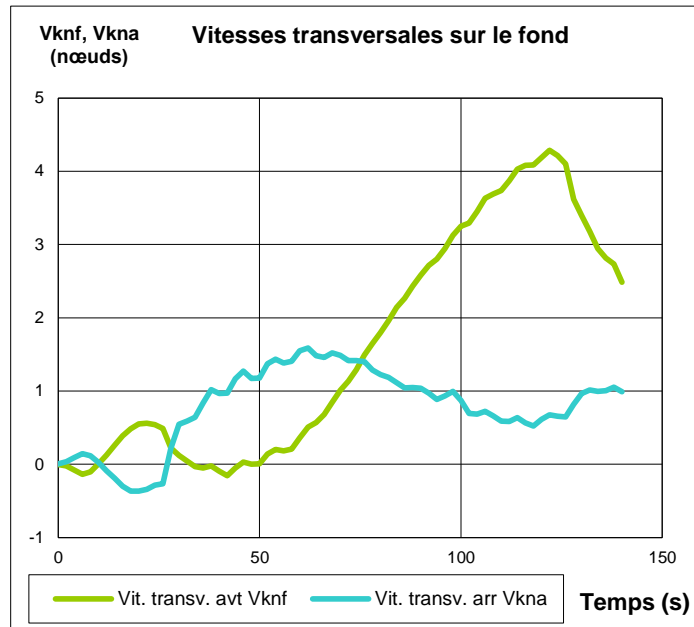
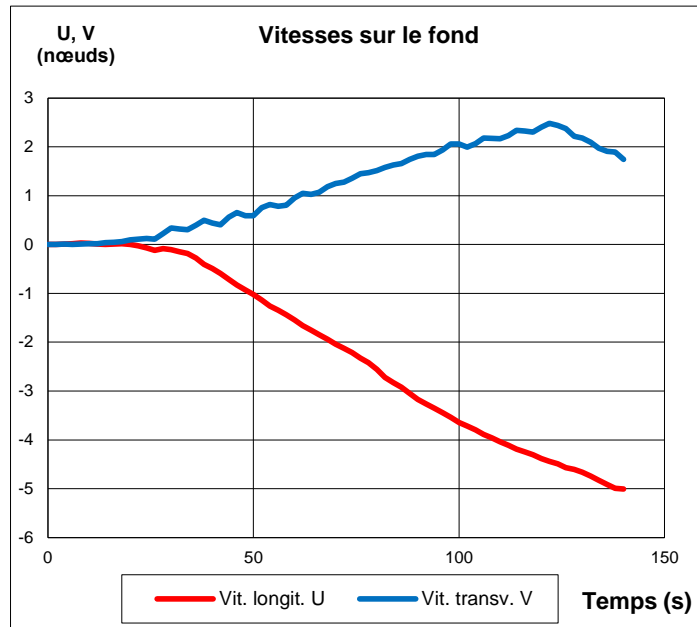




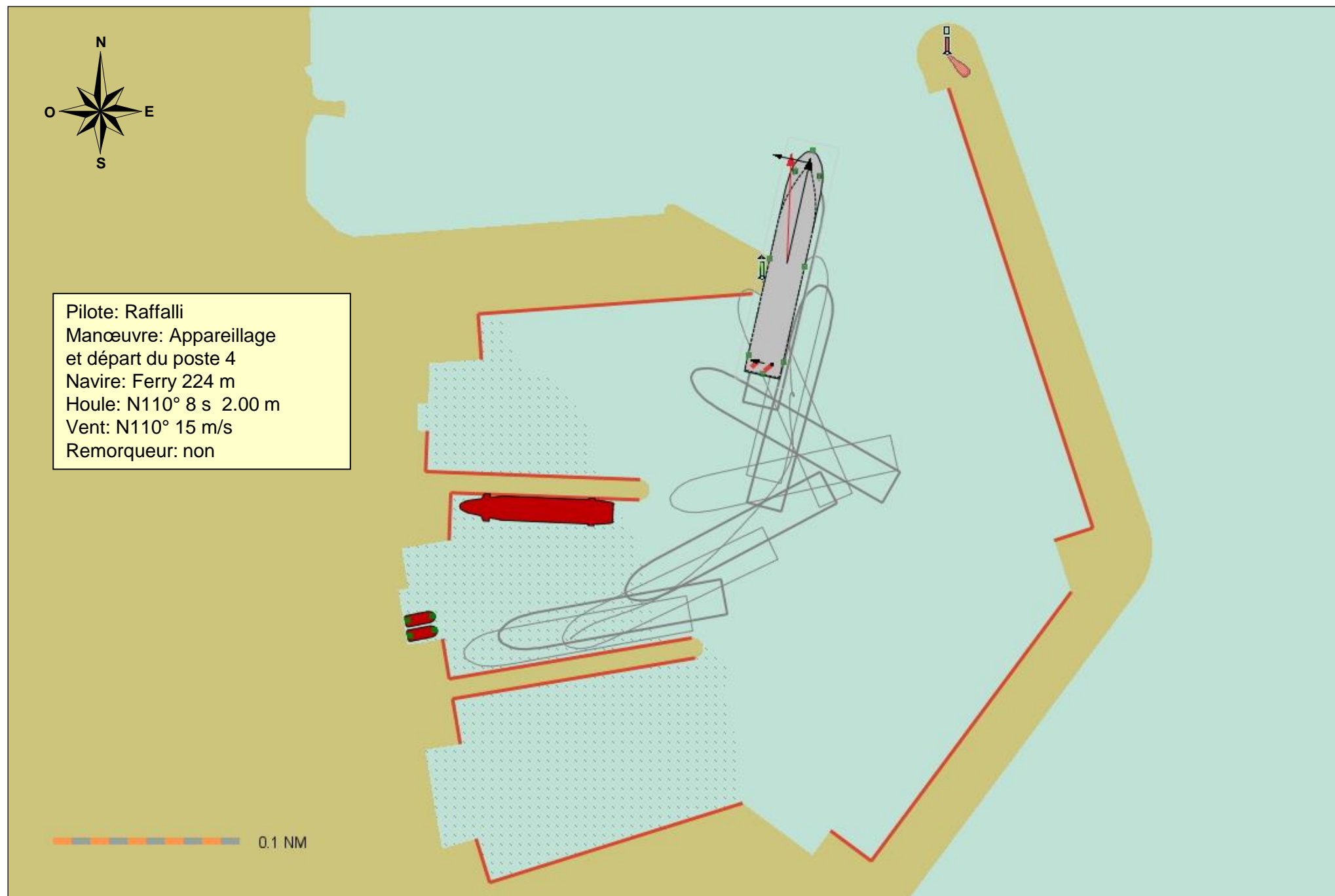




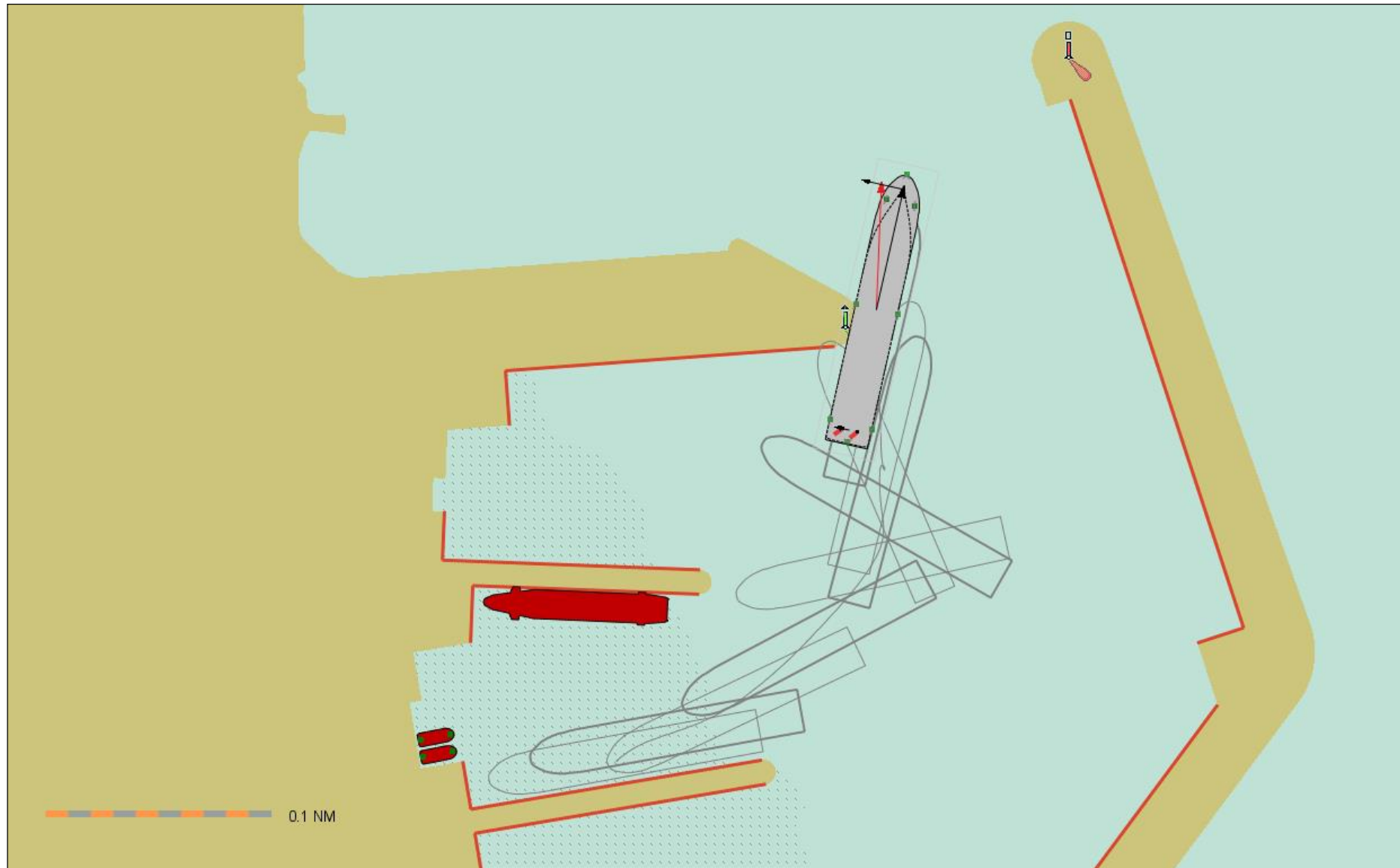


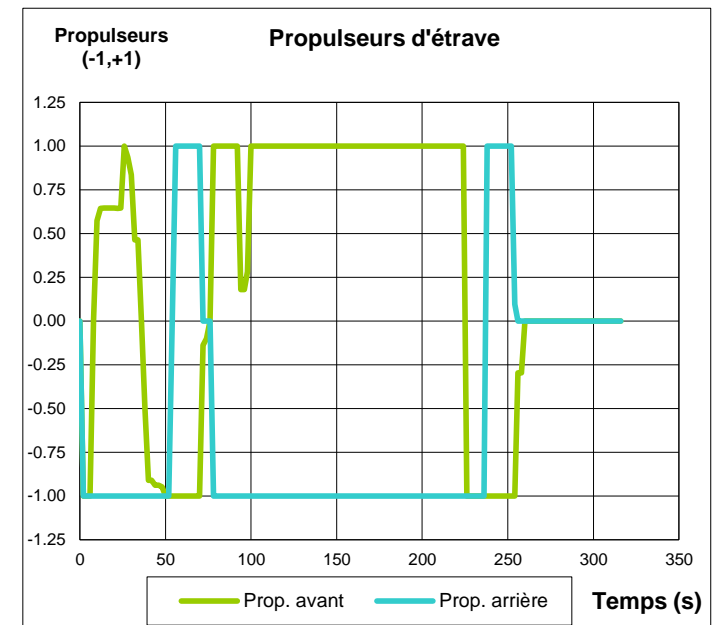
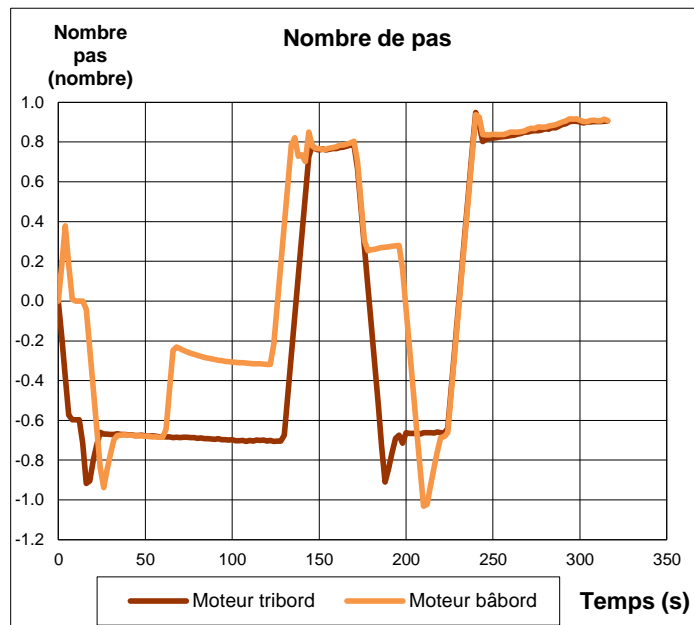
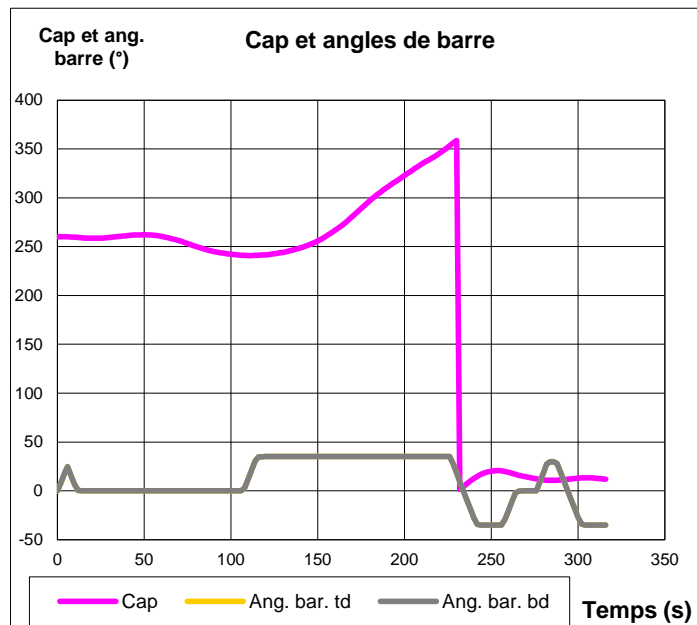
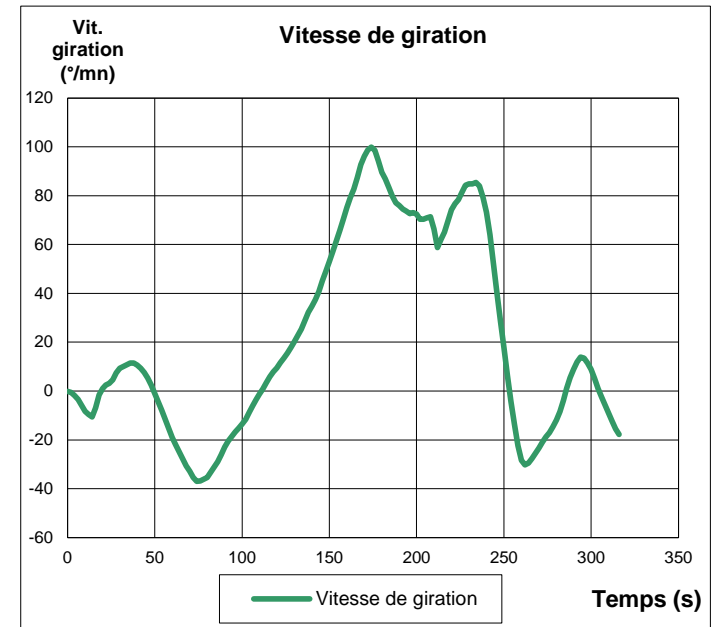
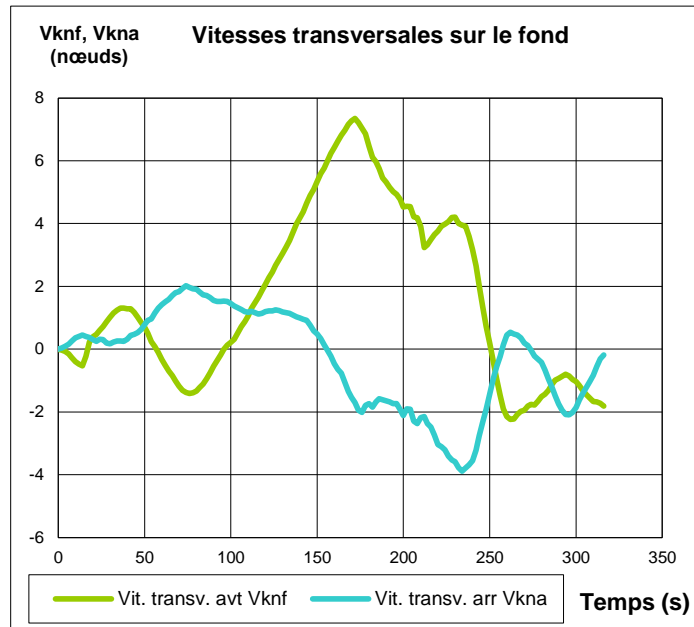
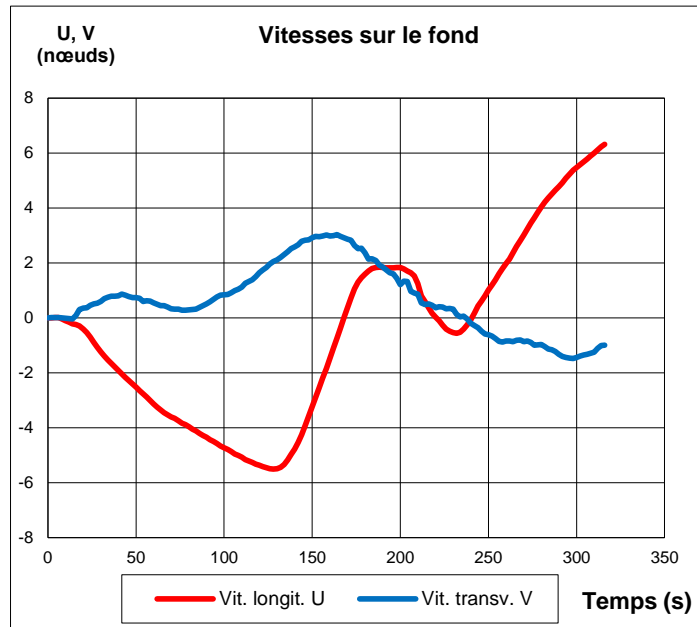


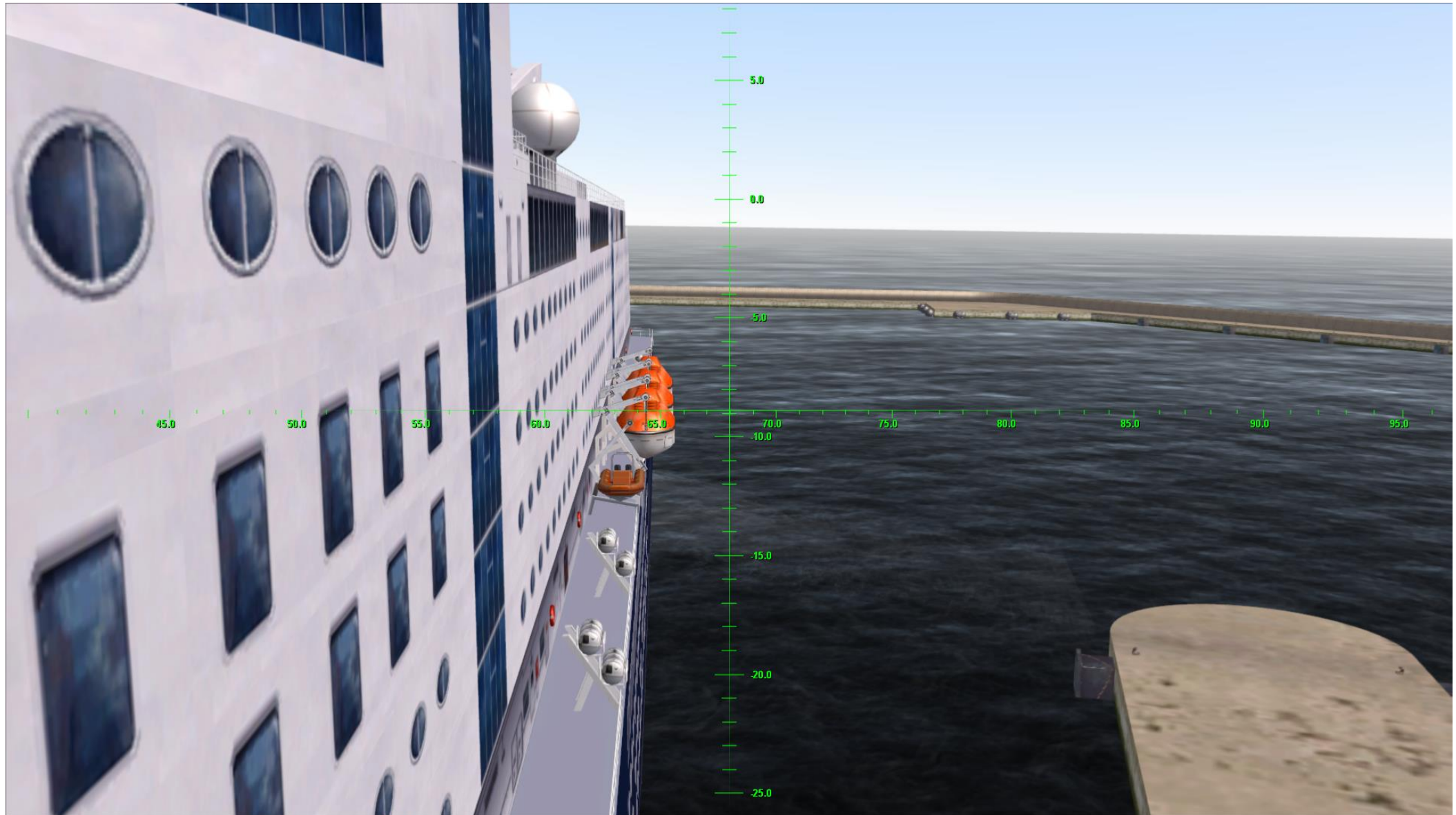


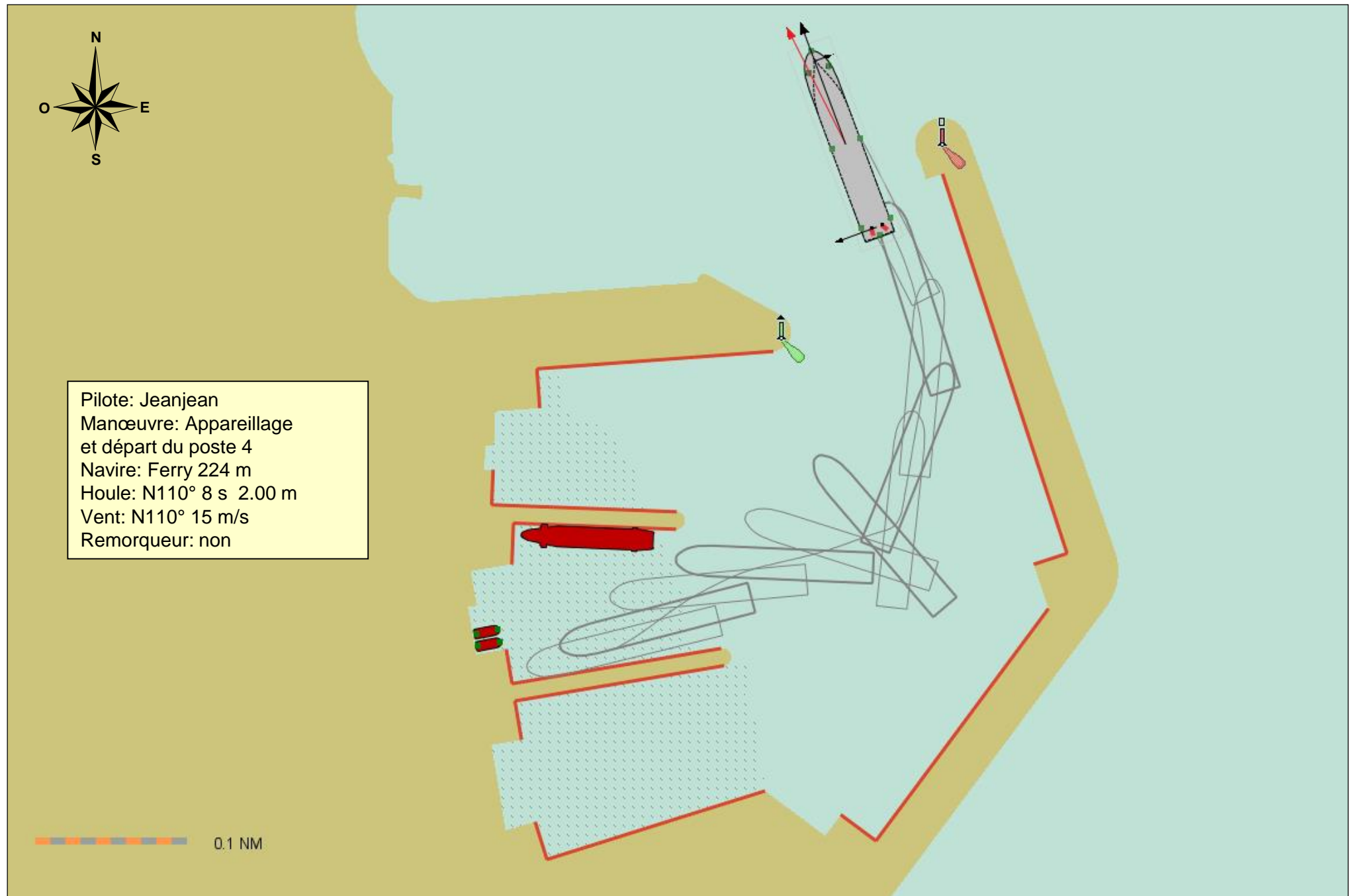


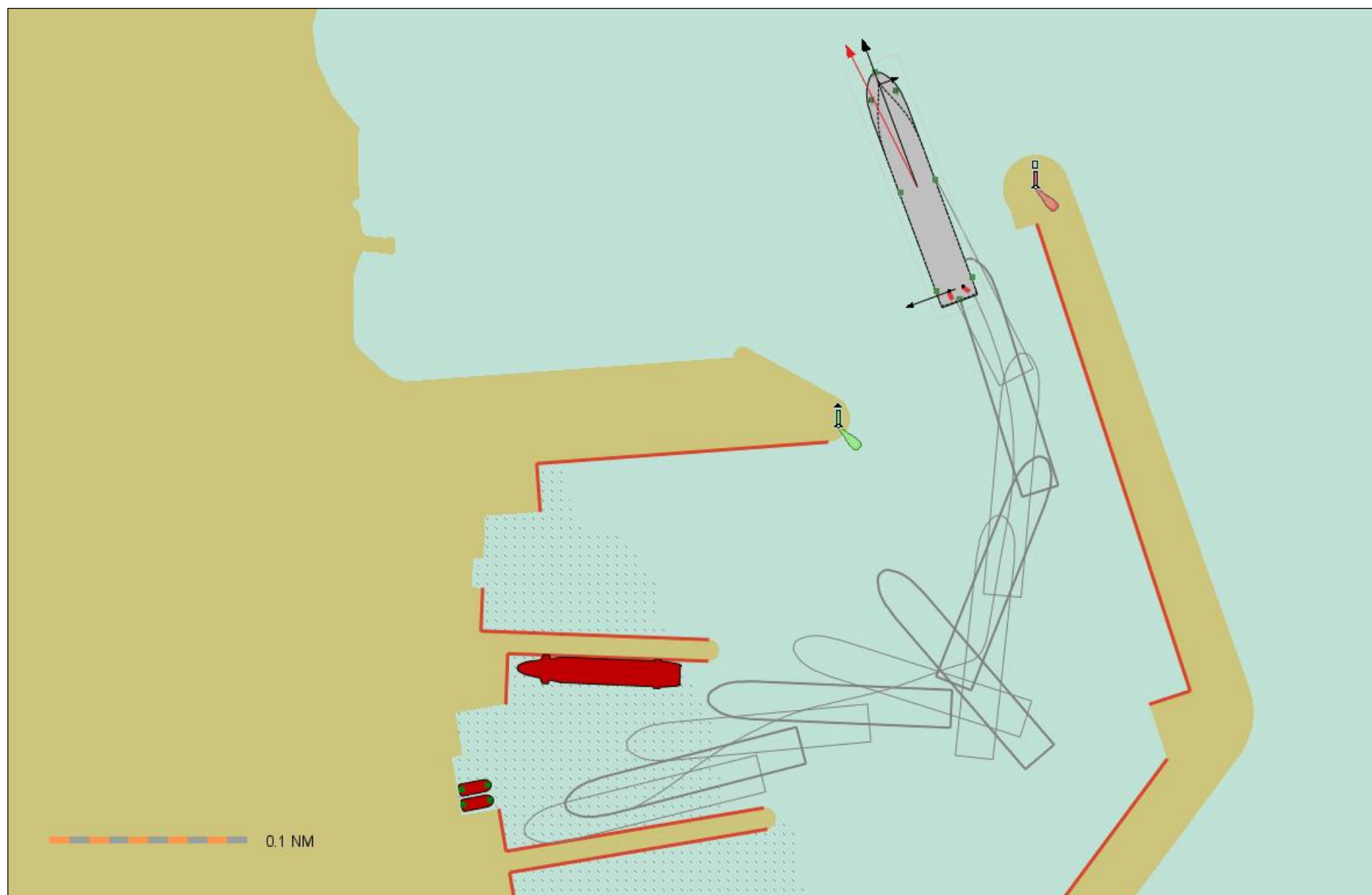




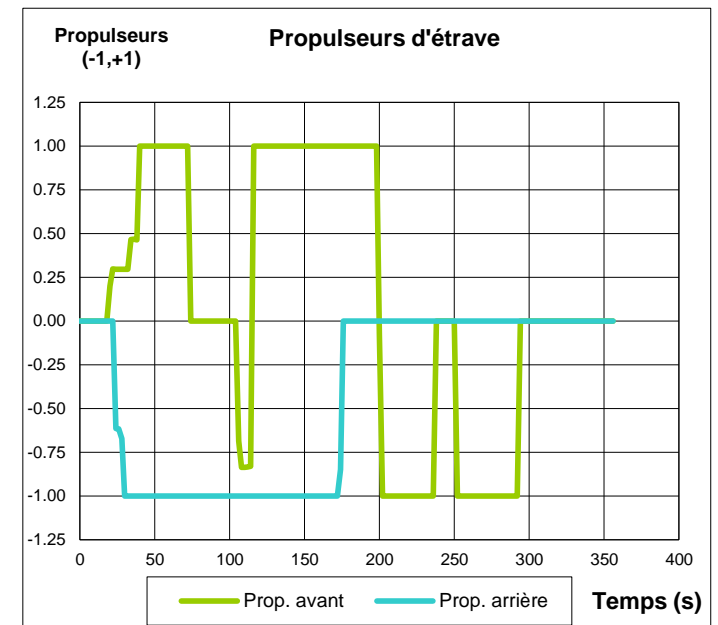
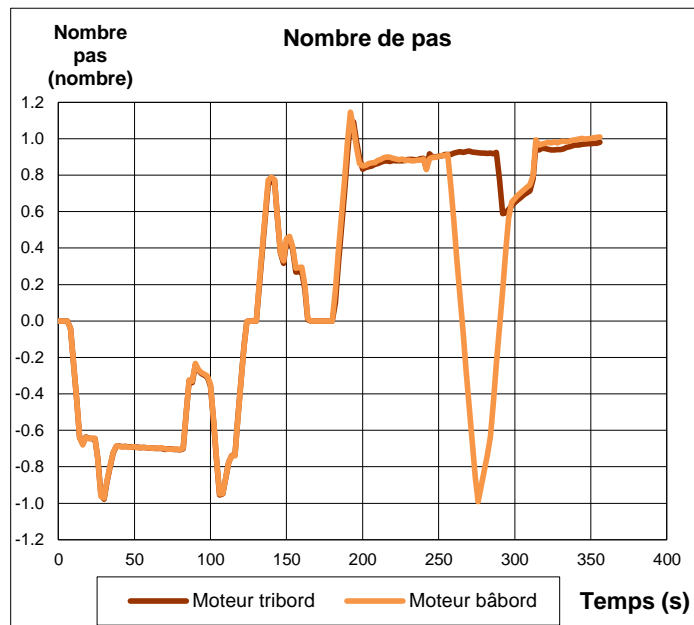
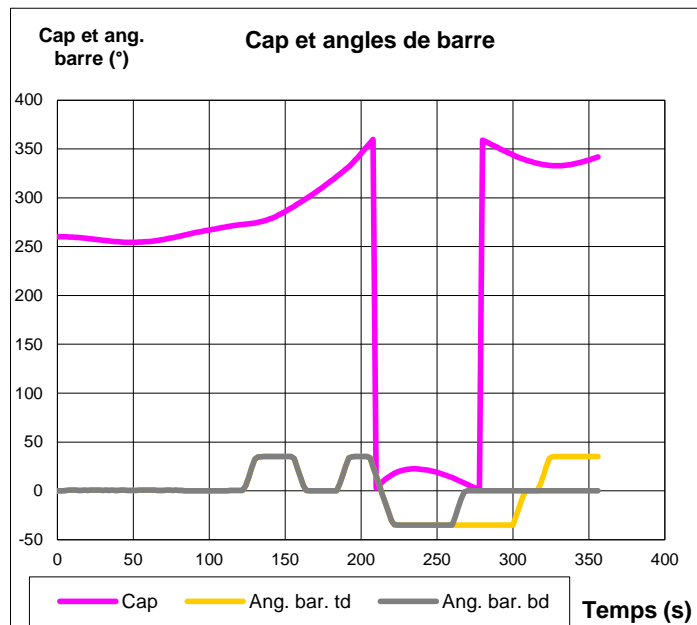
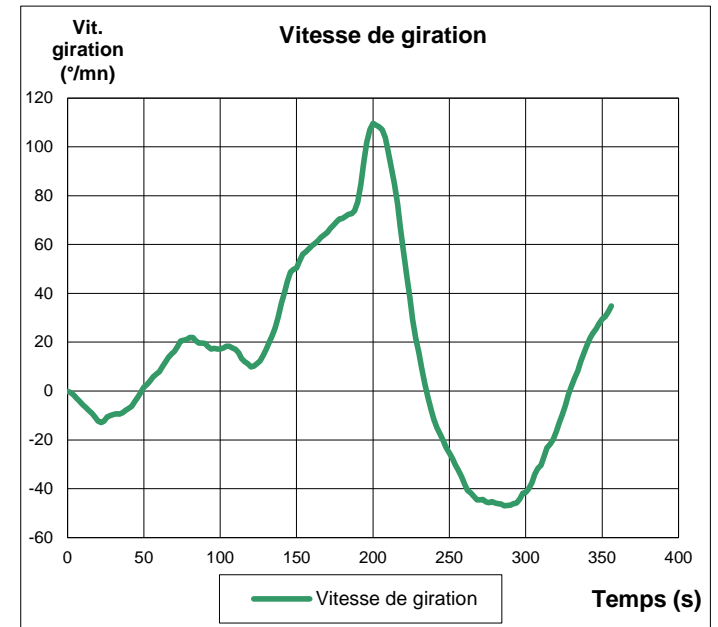
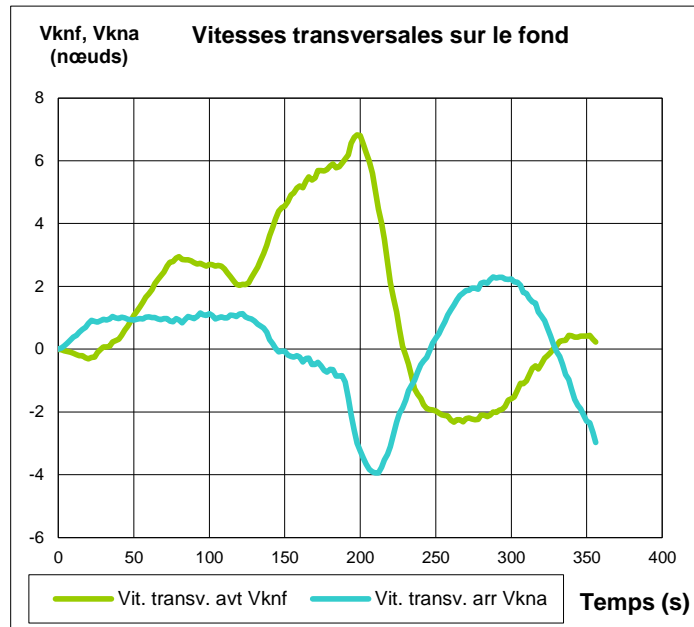
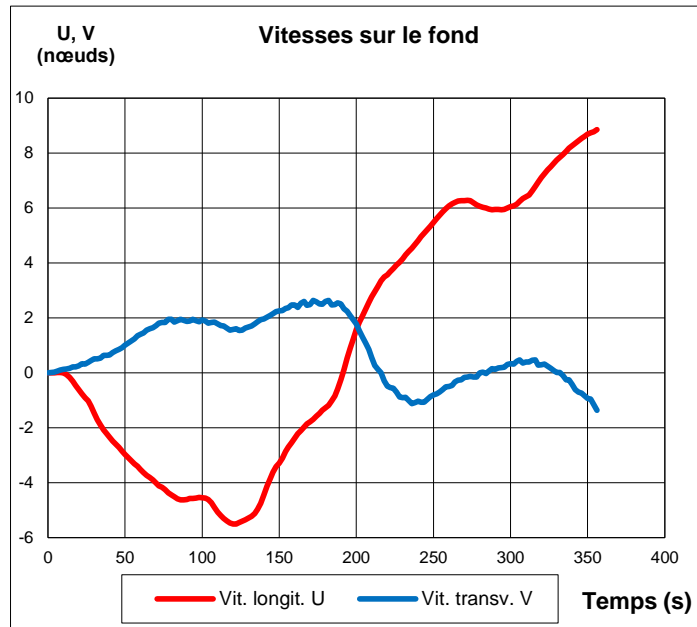




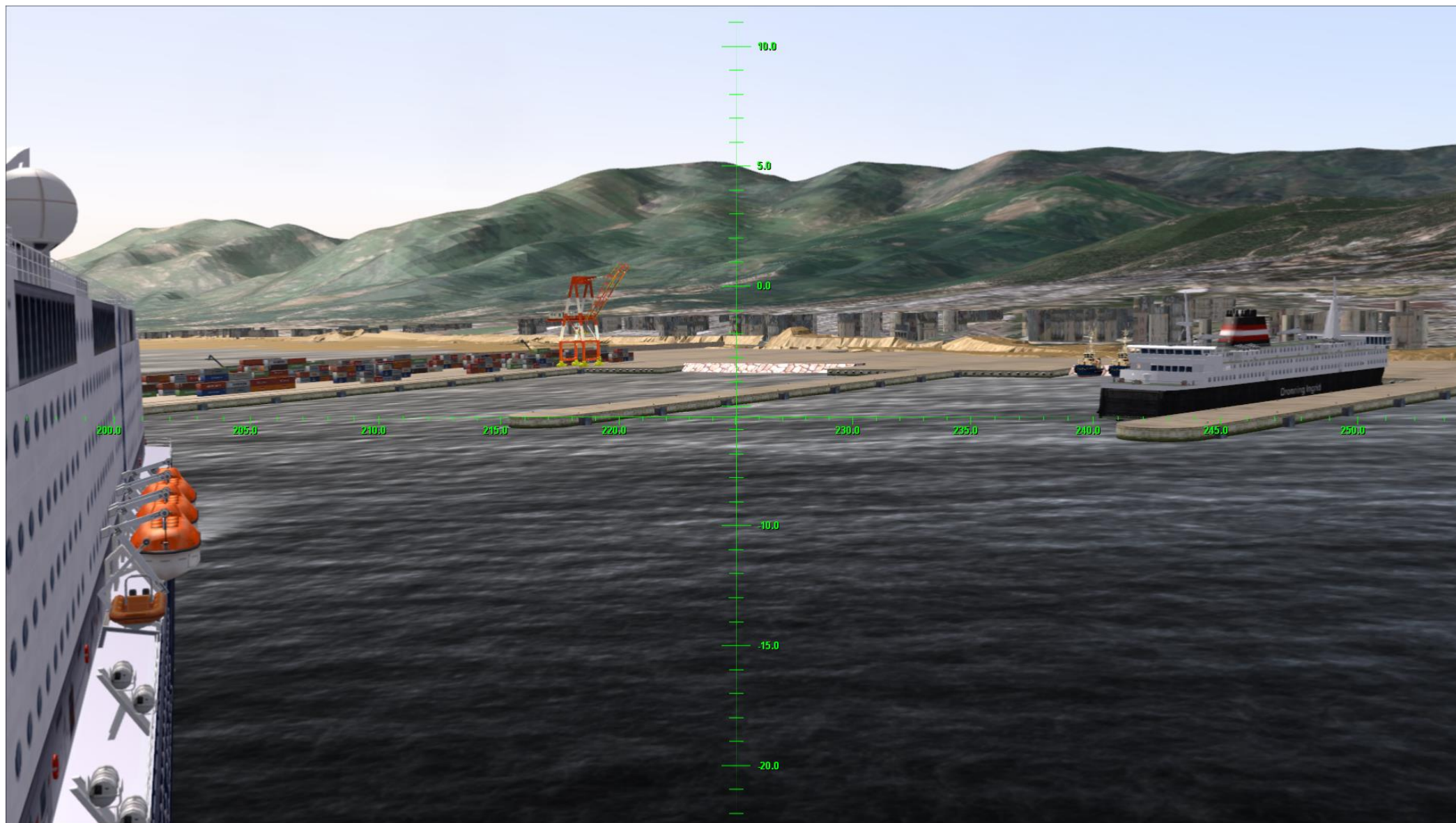


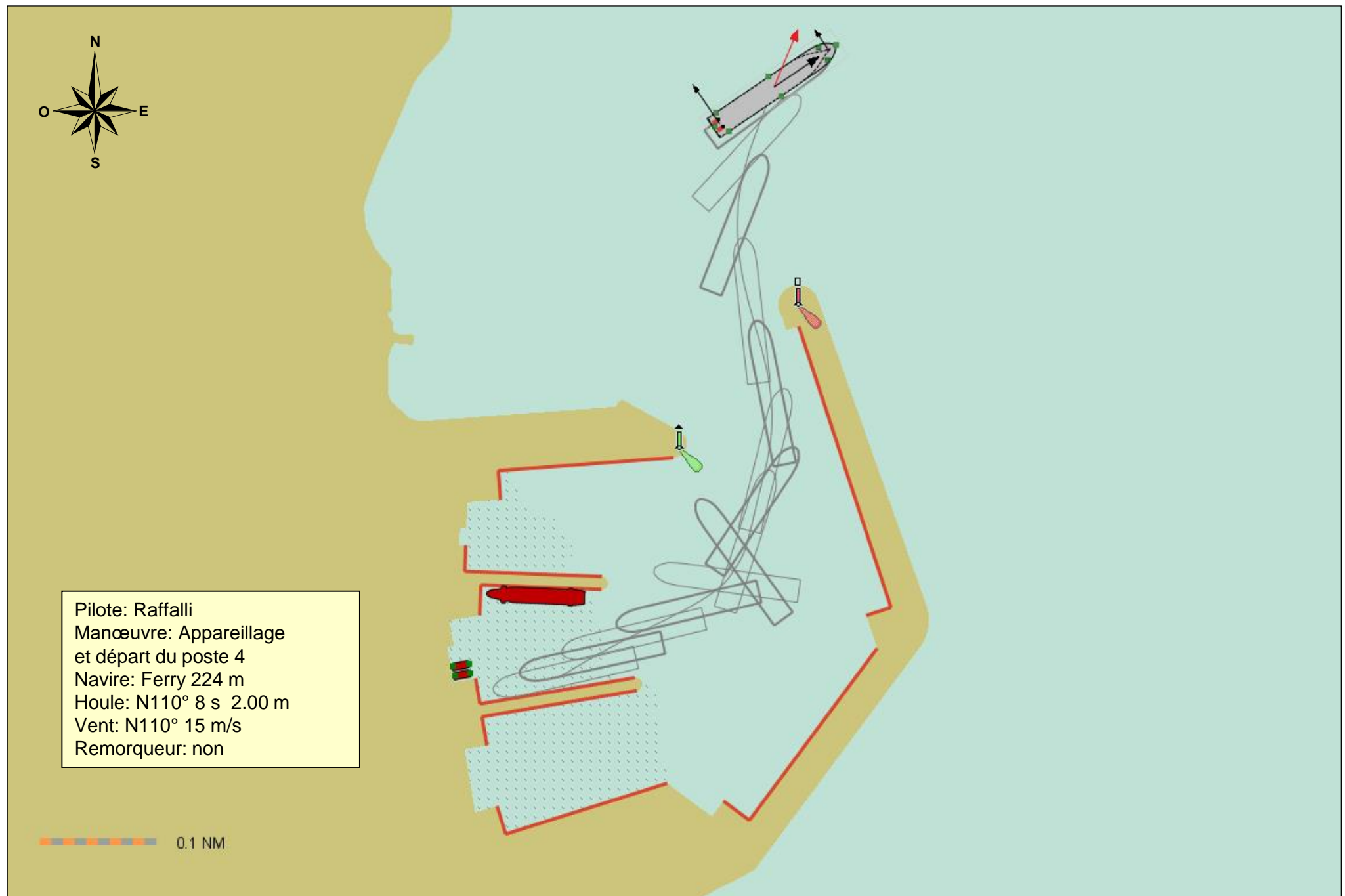


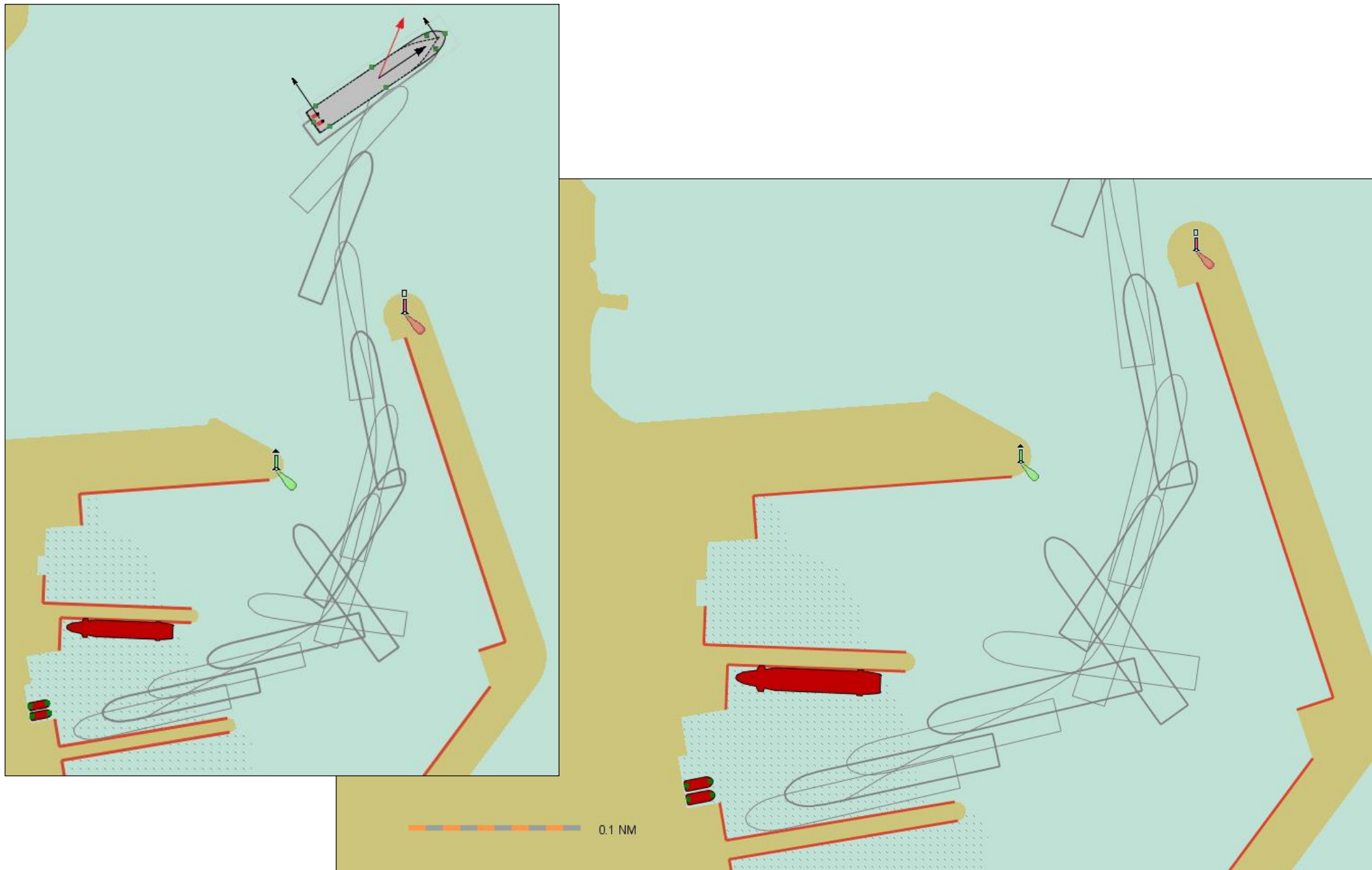


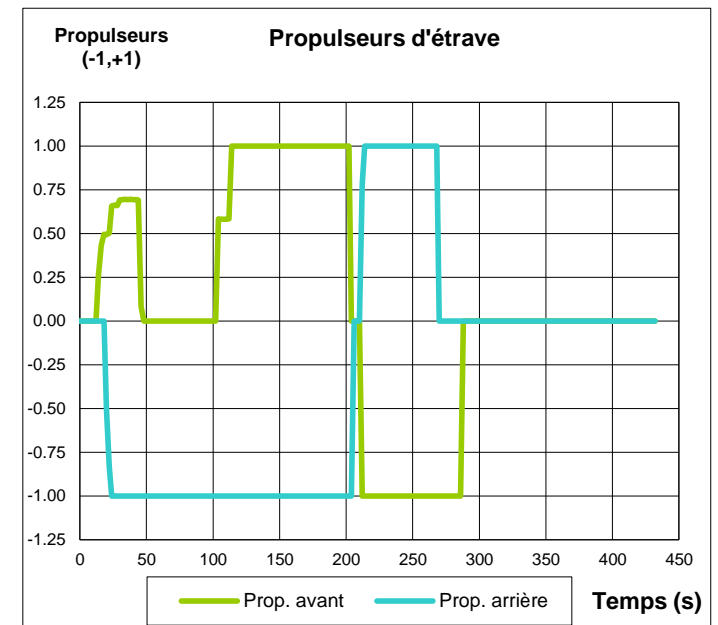
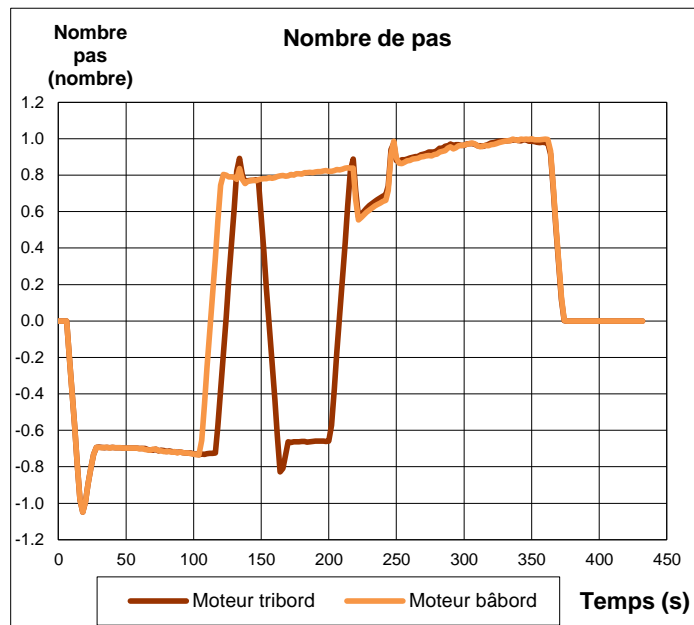
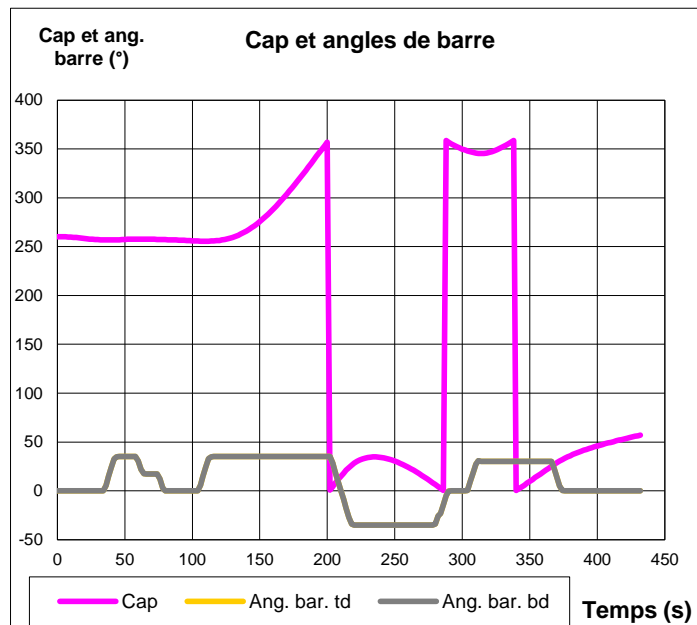
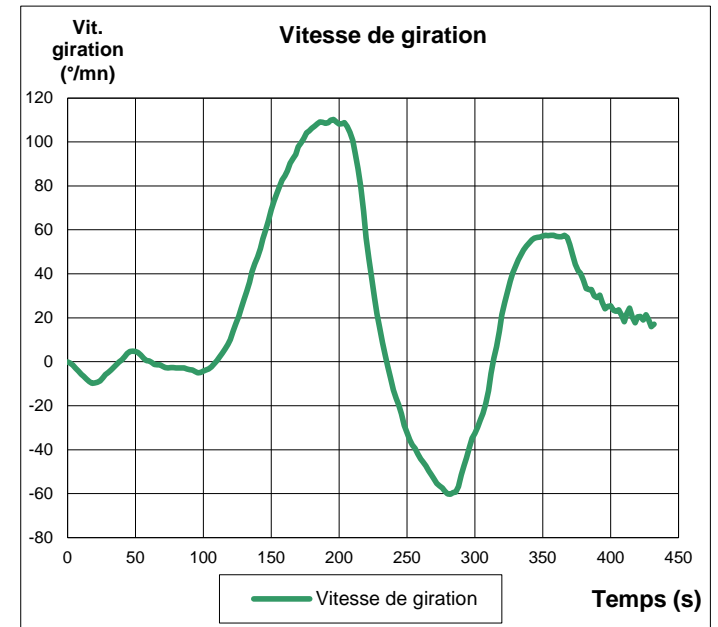
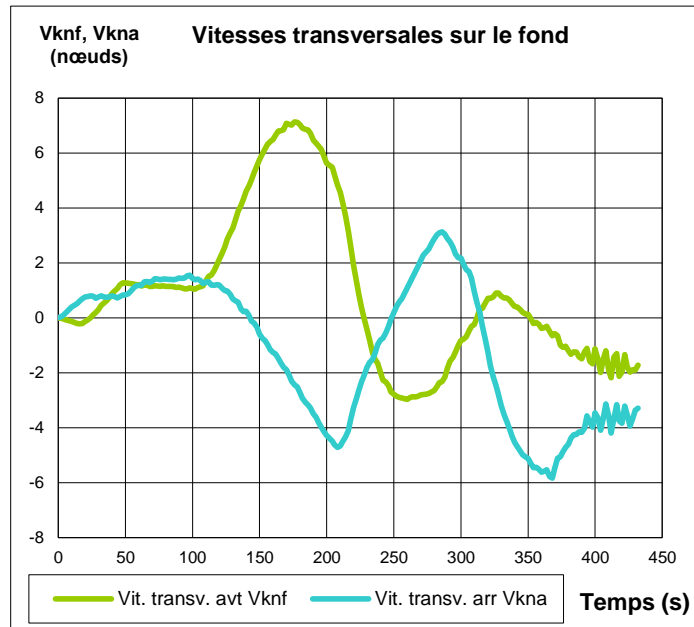
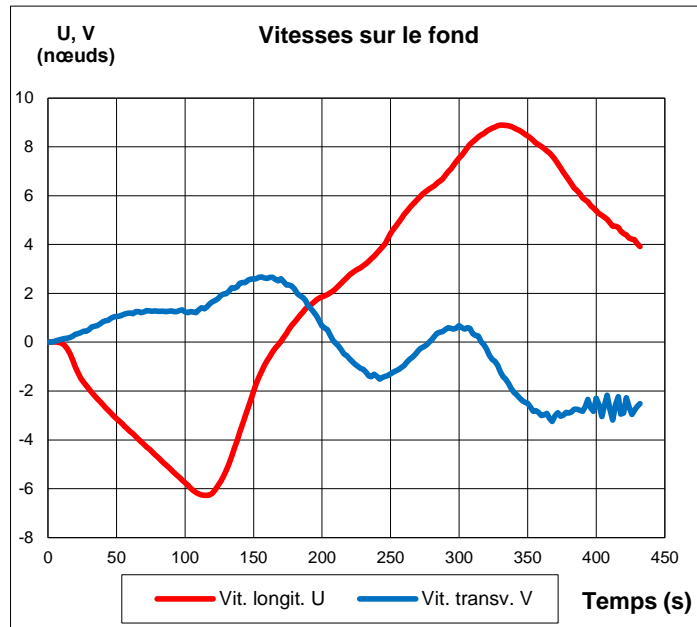














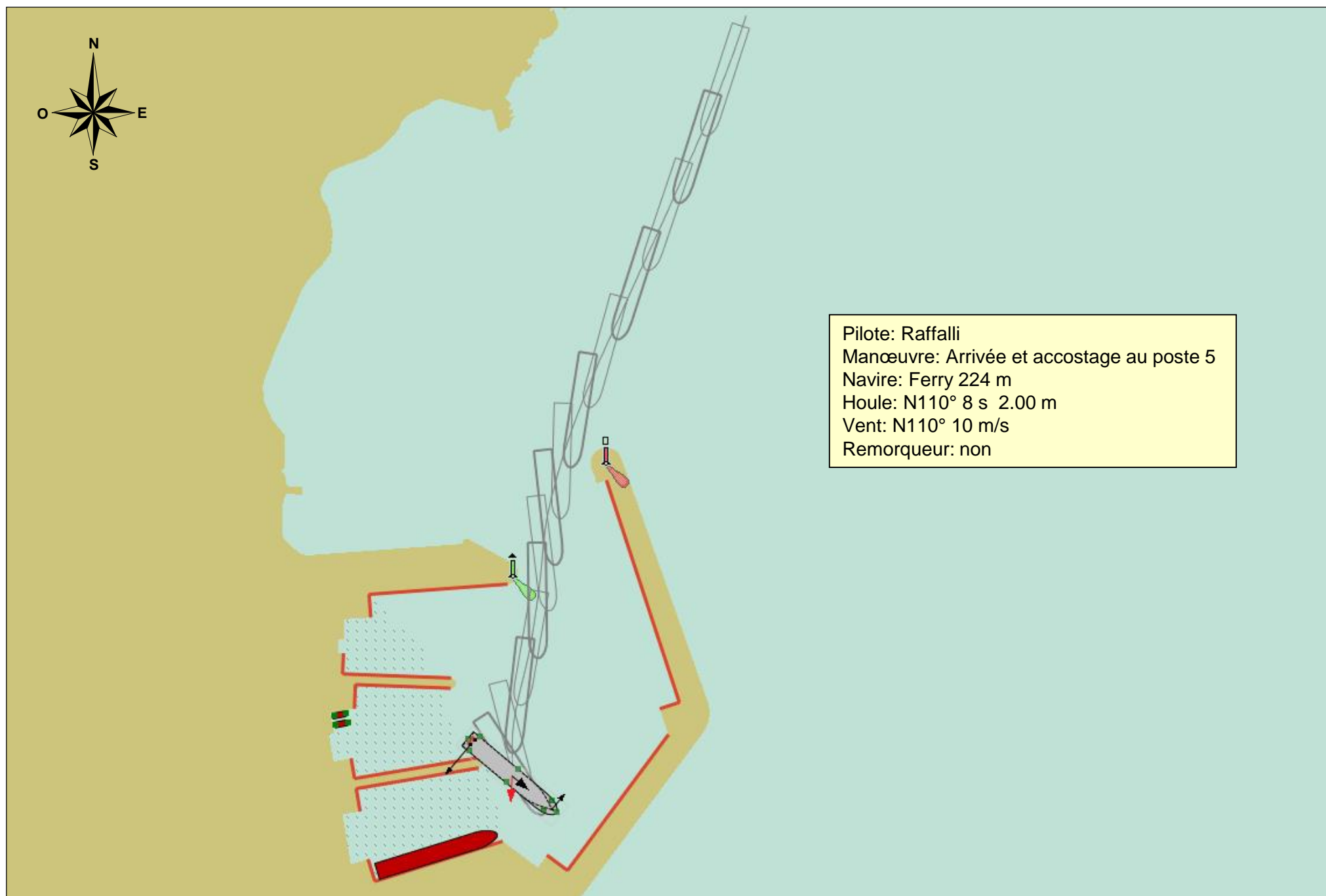


---

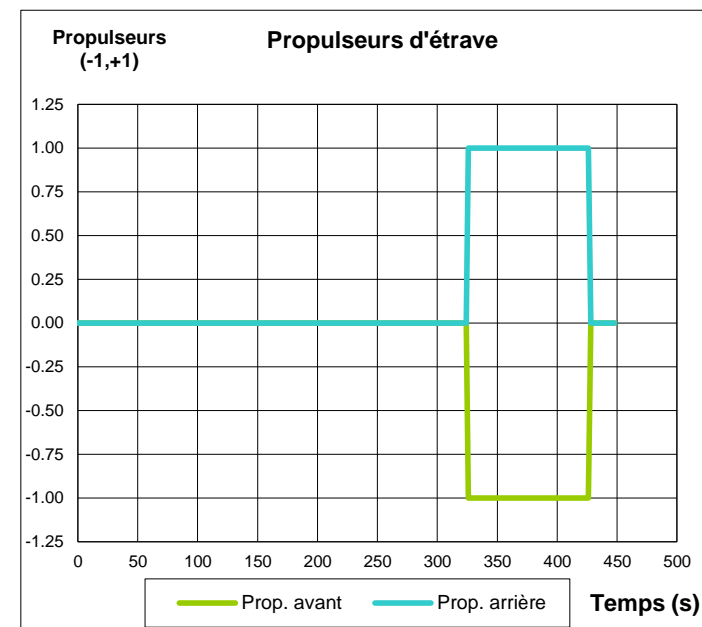
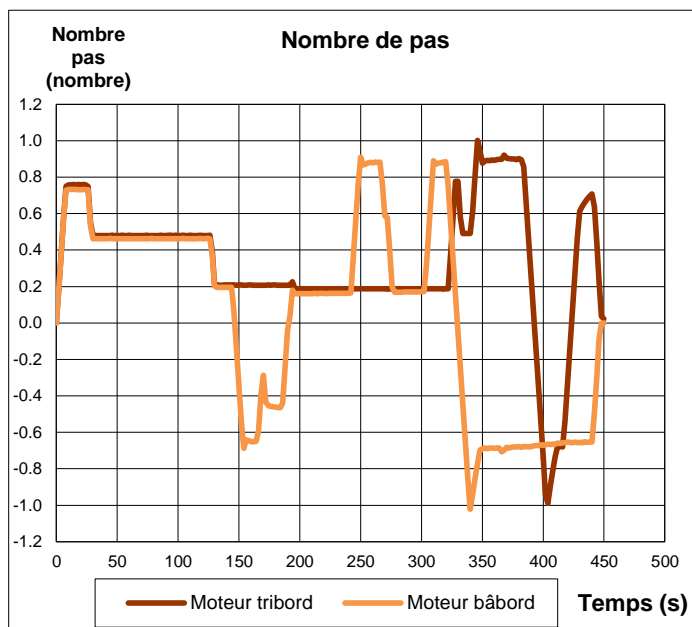
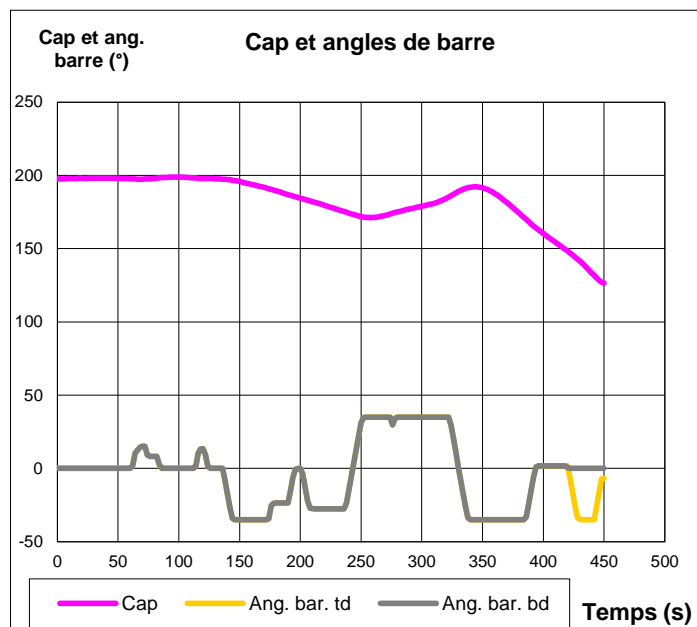
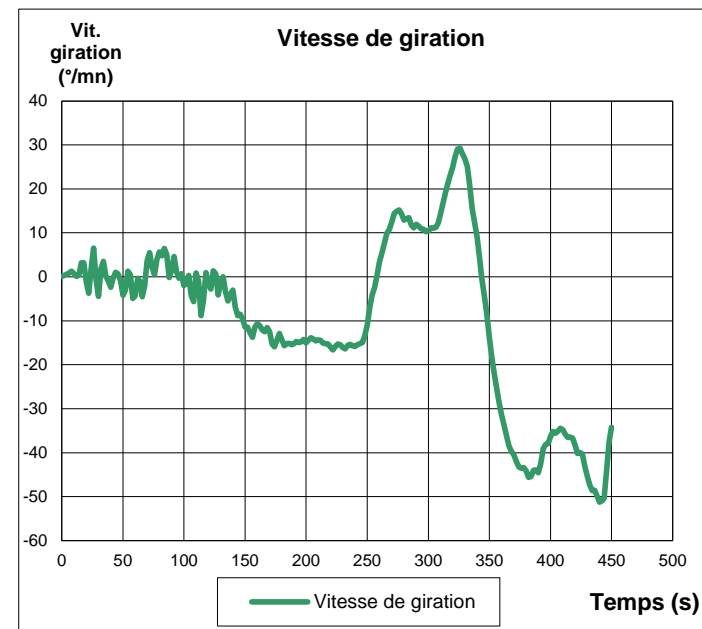
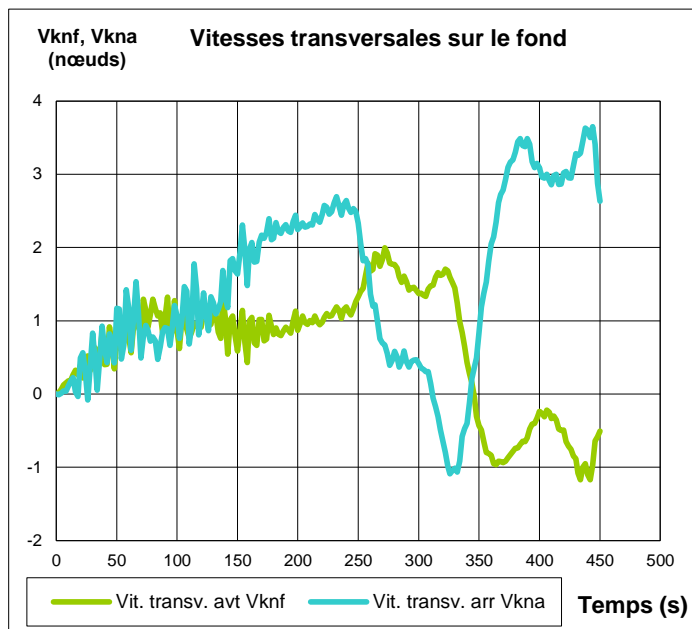
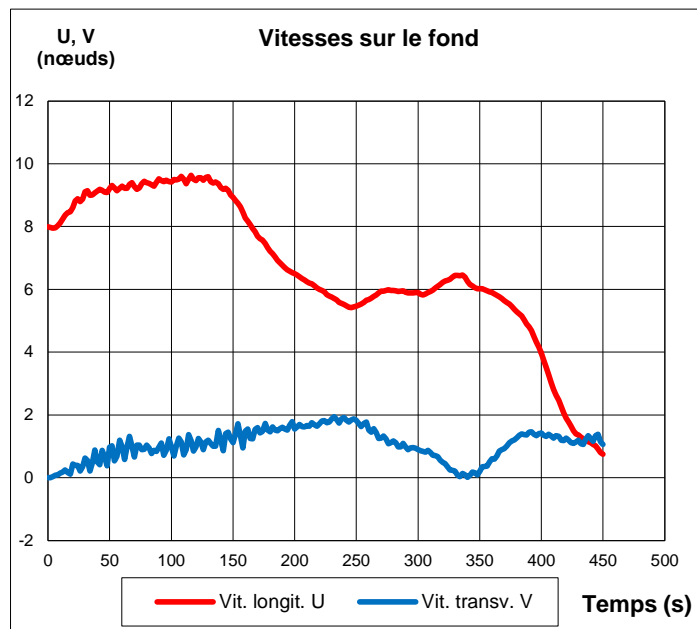
## **SIMULATIONS DE NAVIGATION**

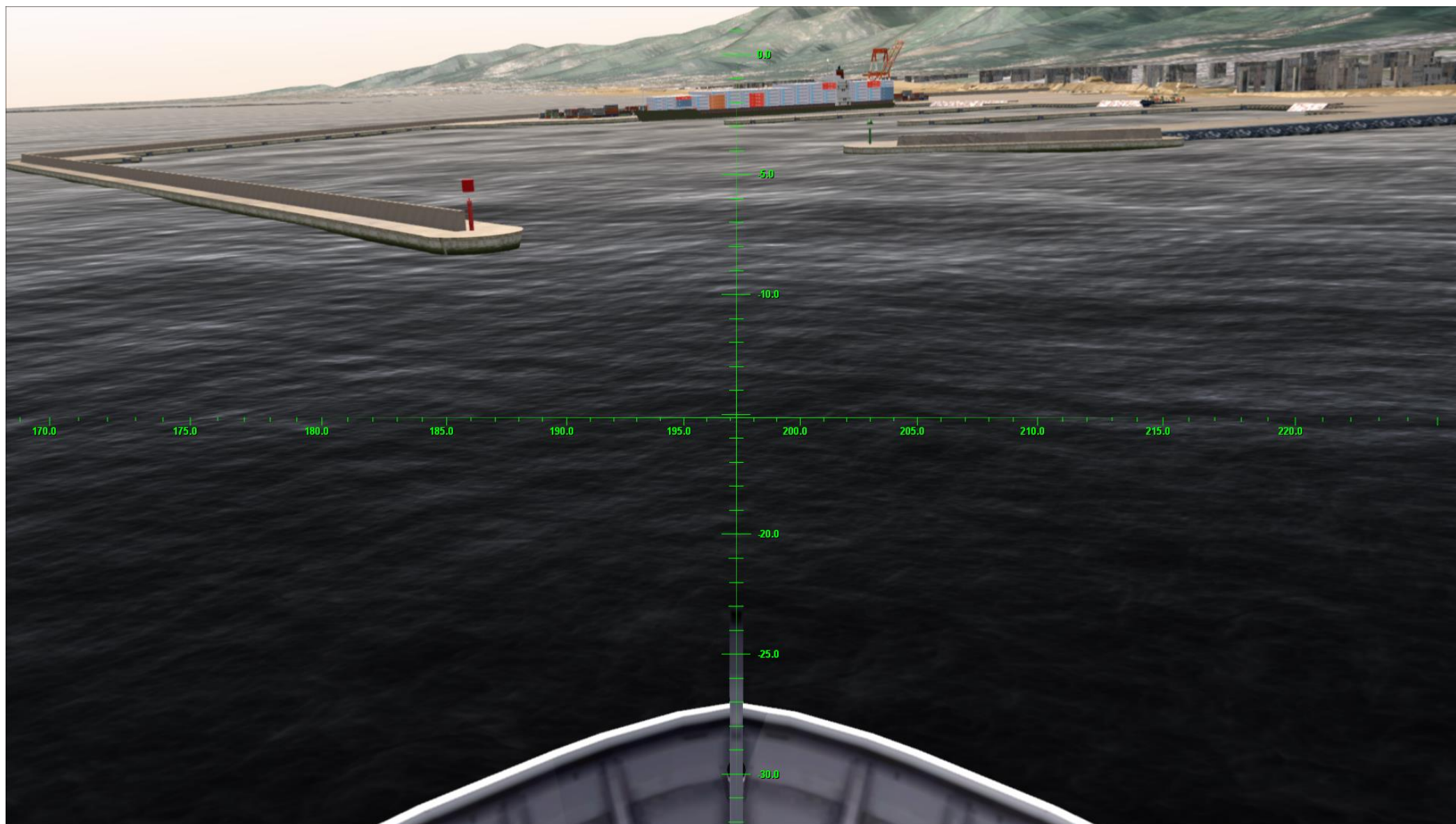
### **ESSAIS 21 - 30**

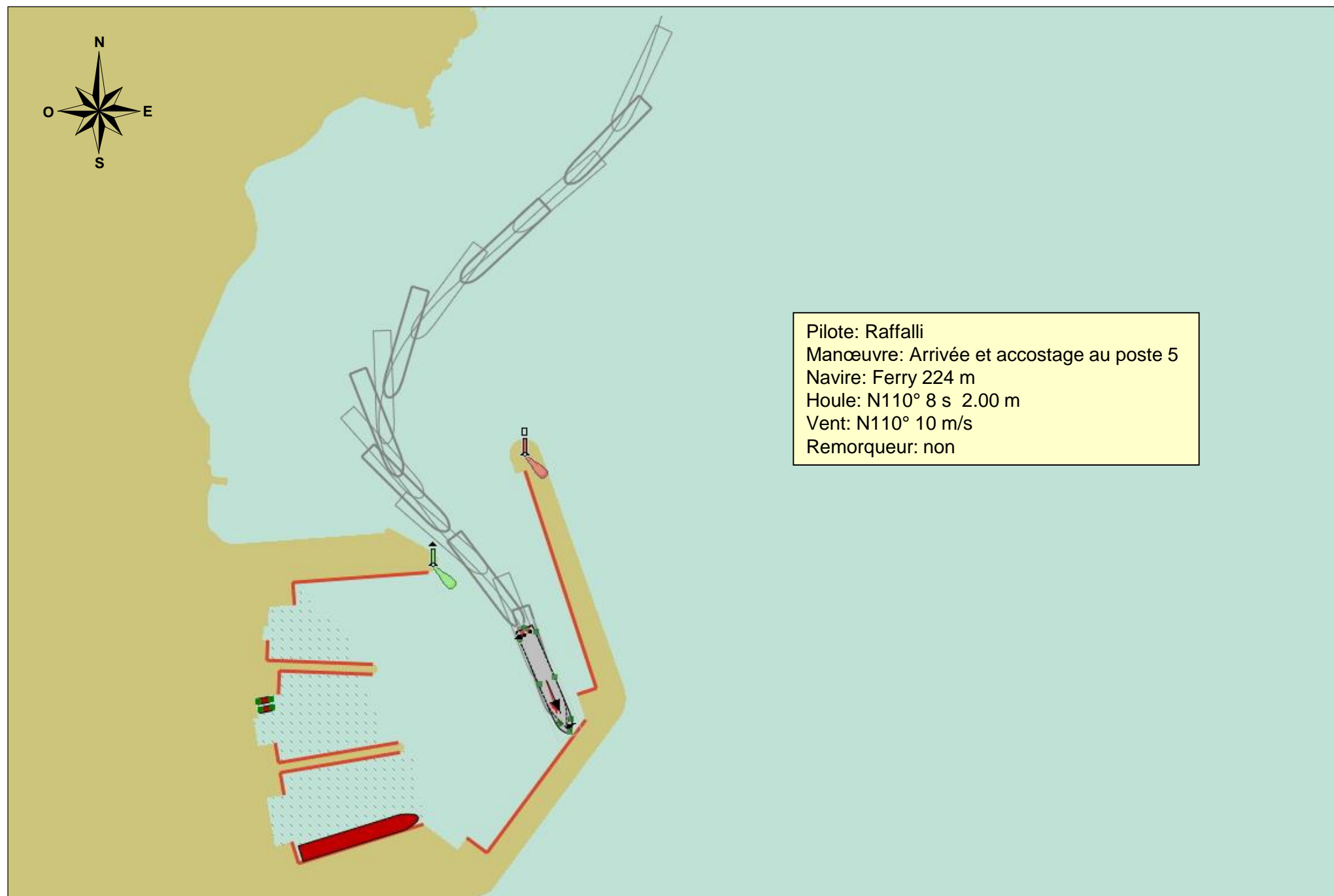






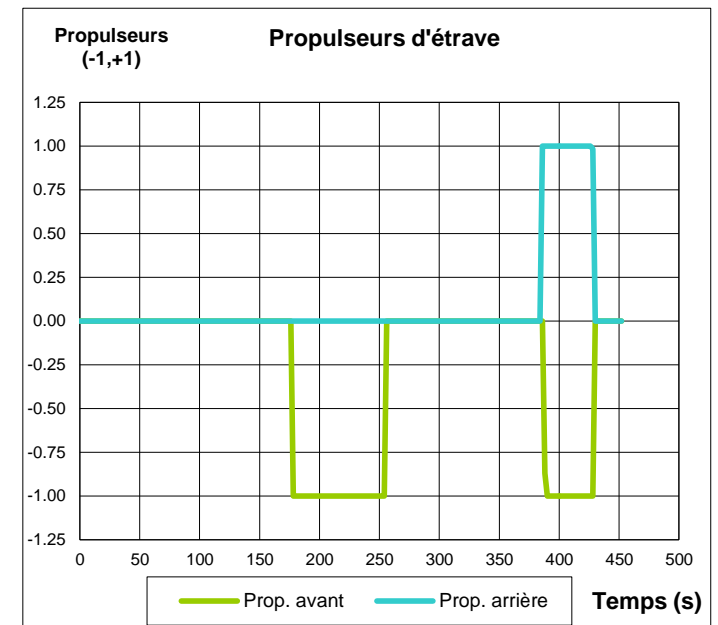
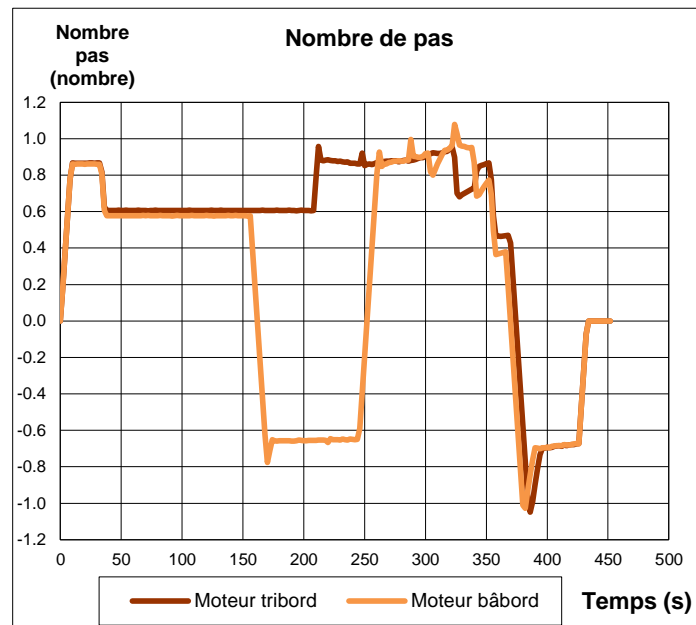
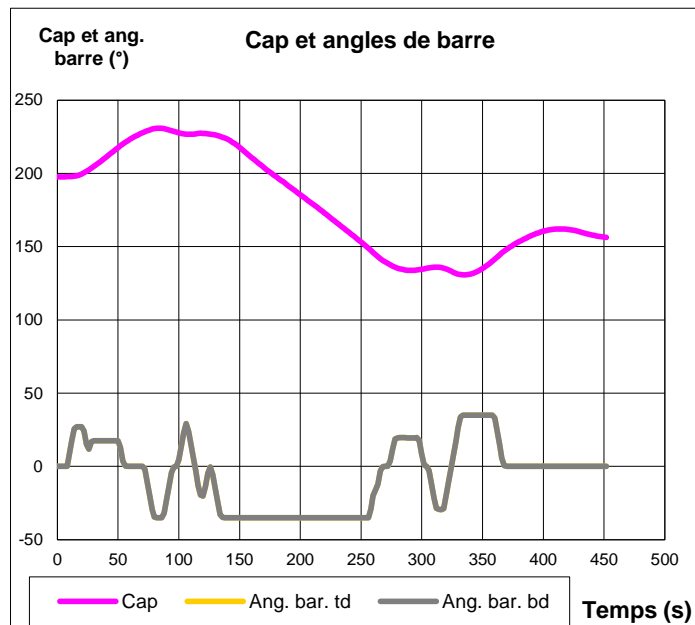
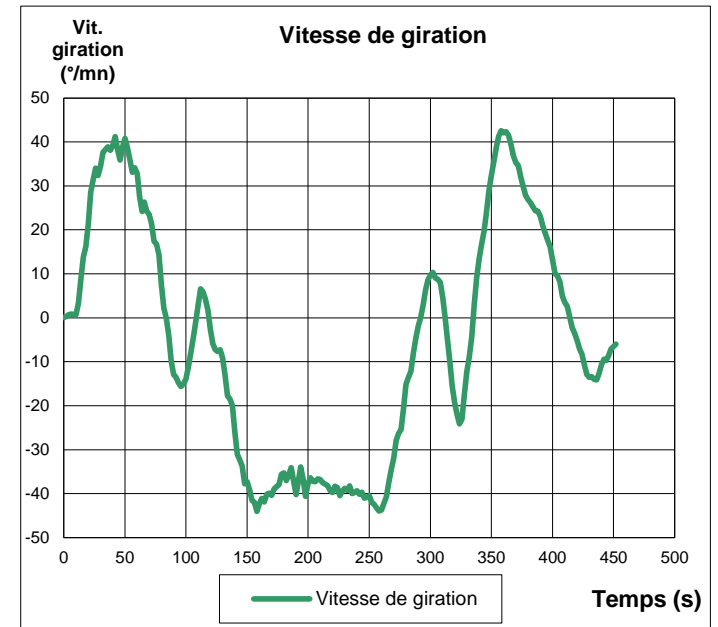
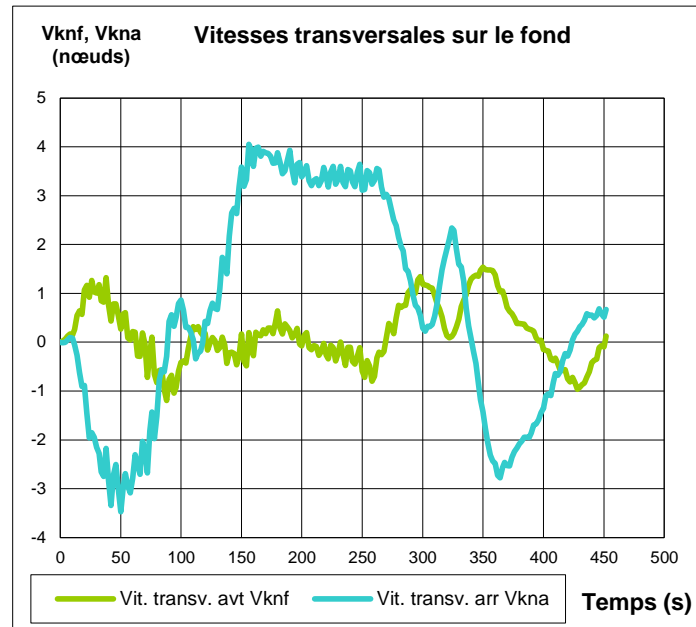
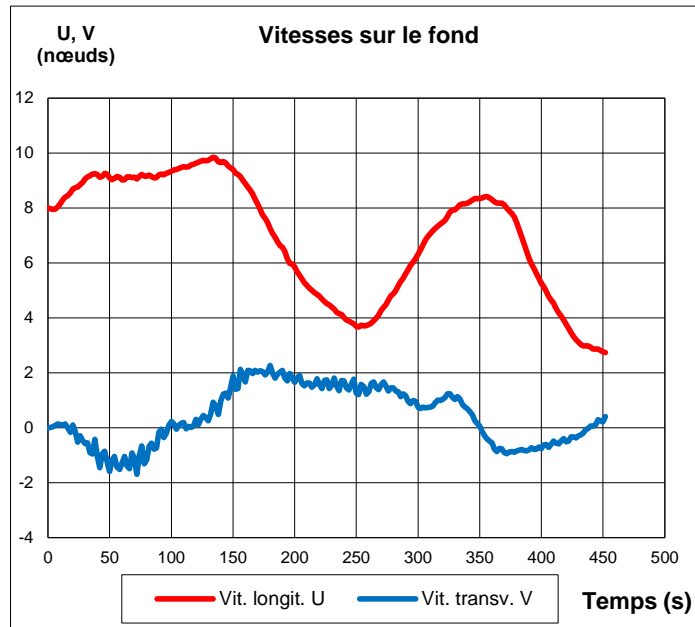




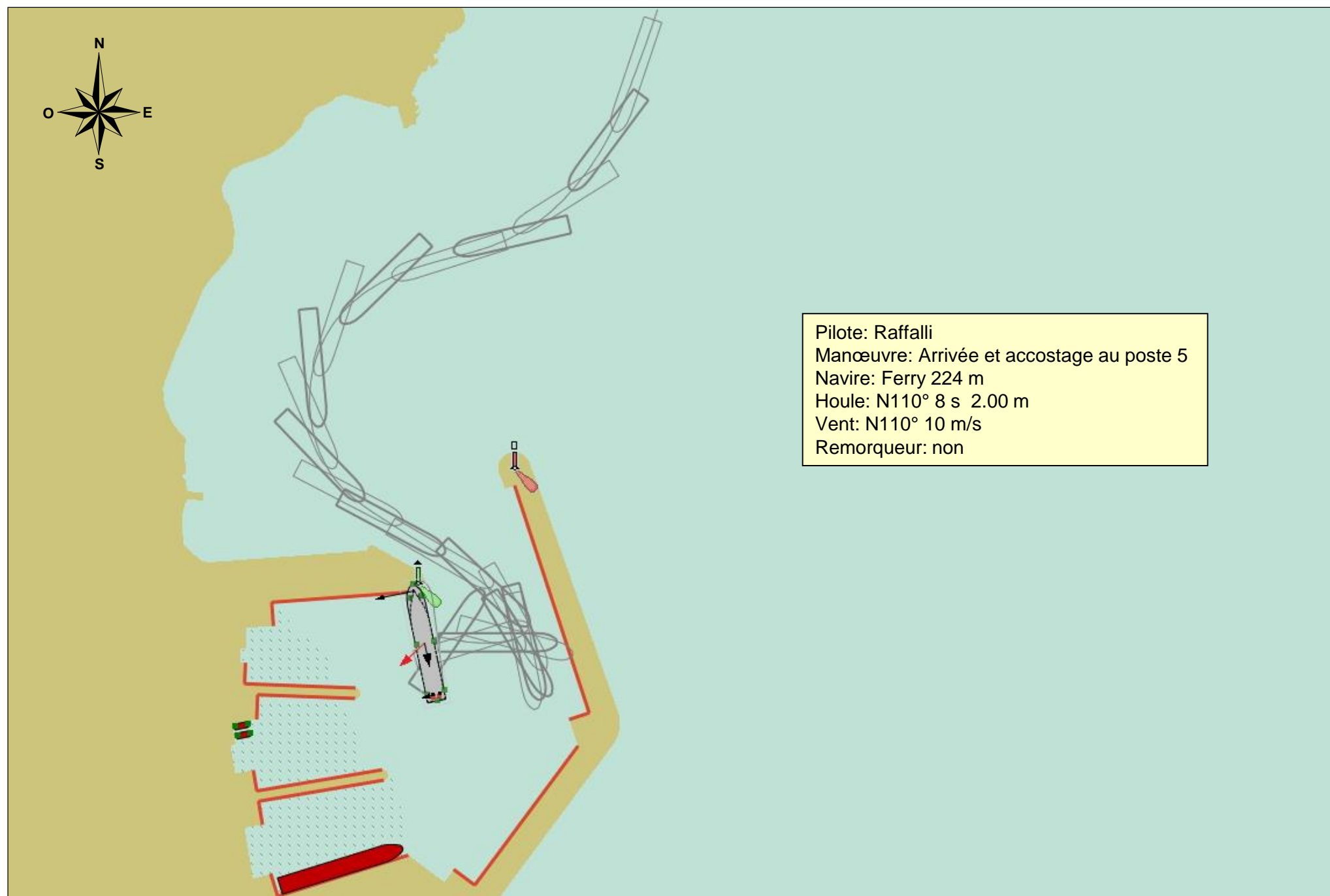


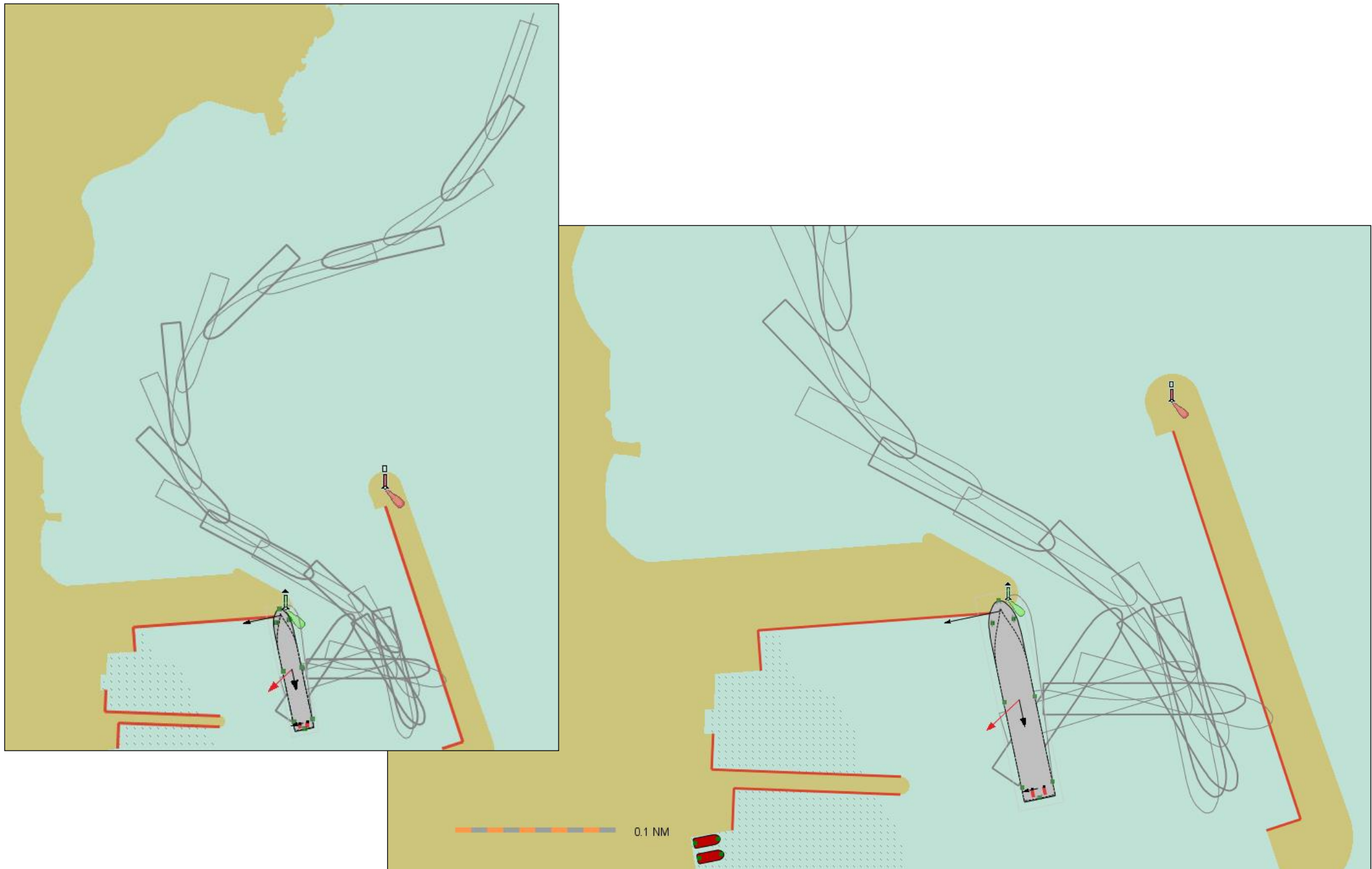




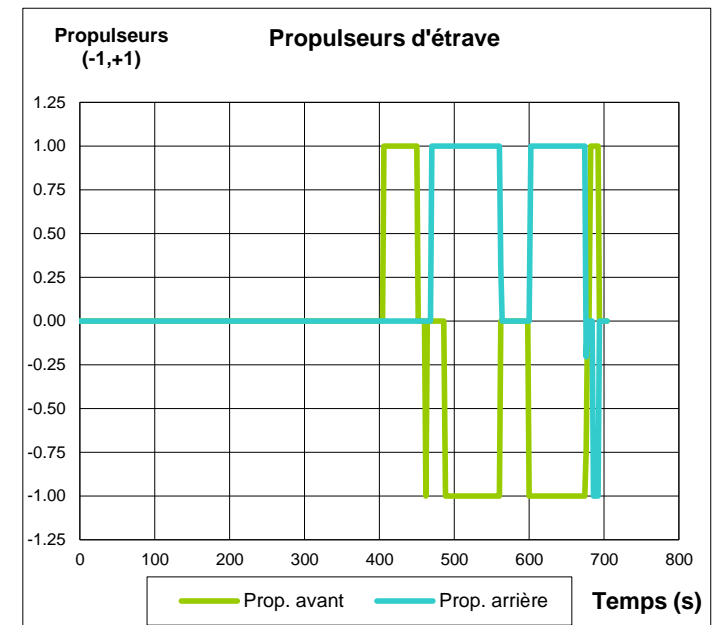
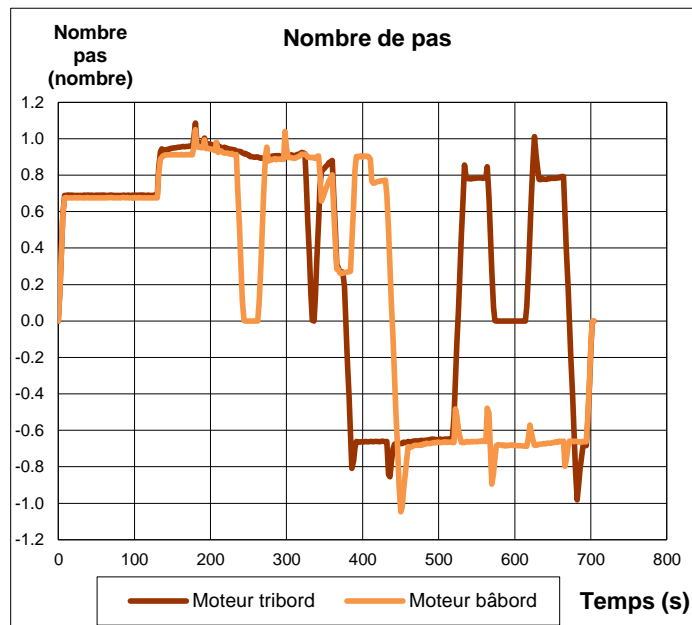
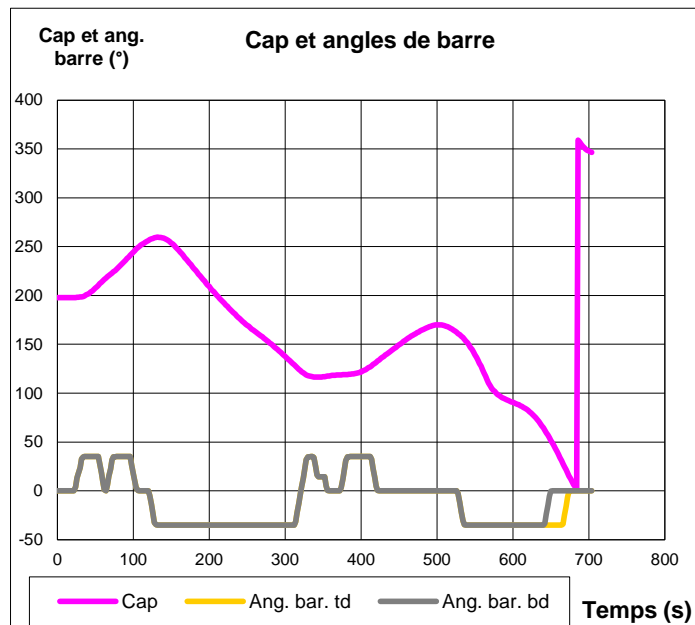
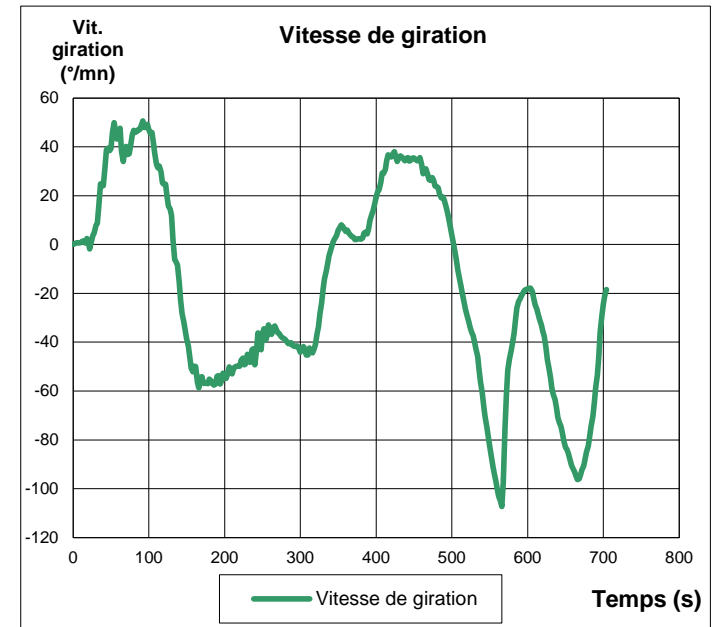
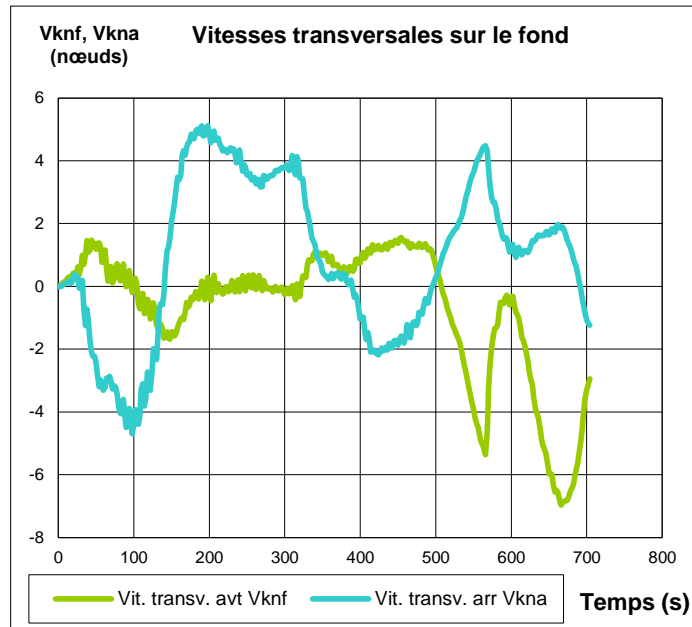
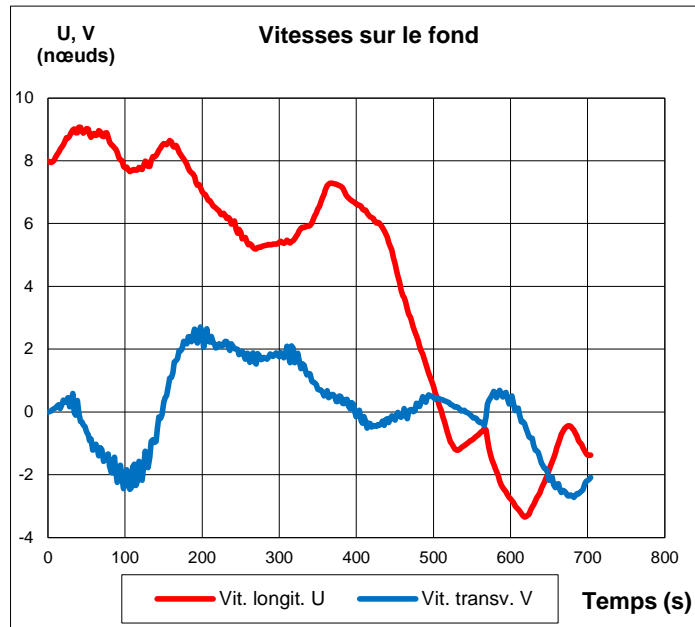




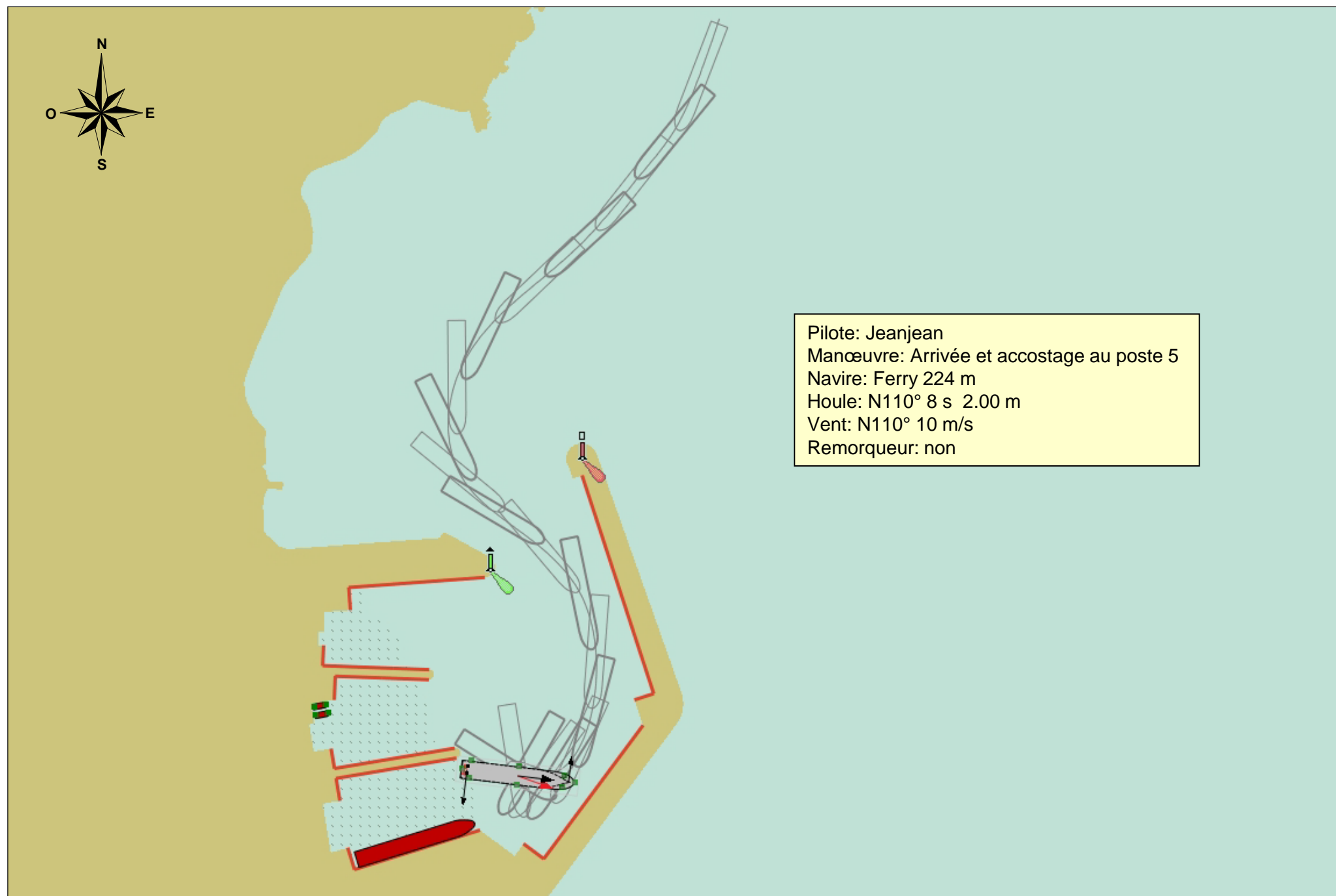


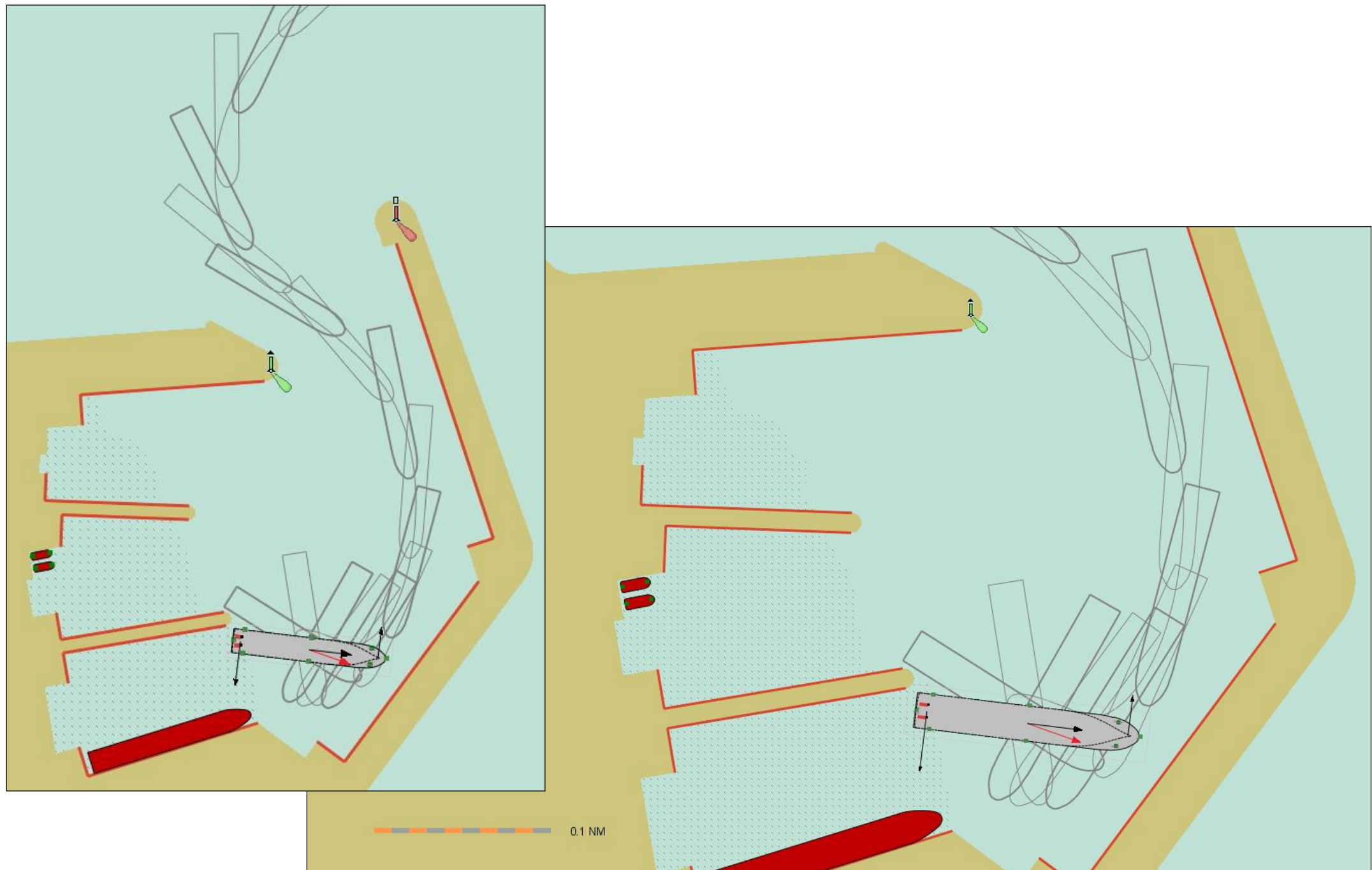


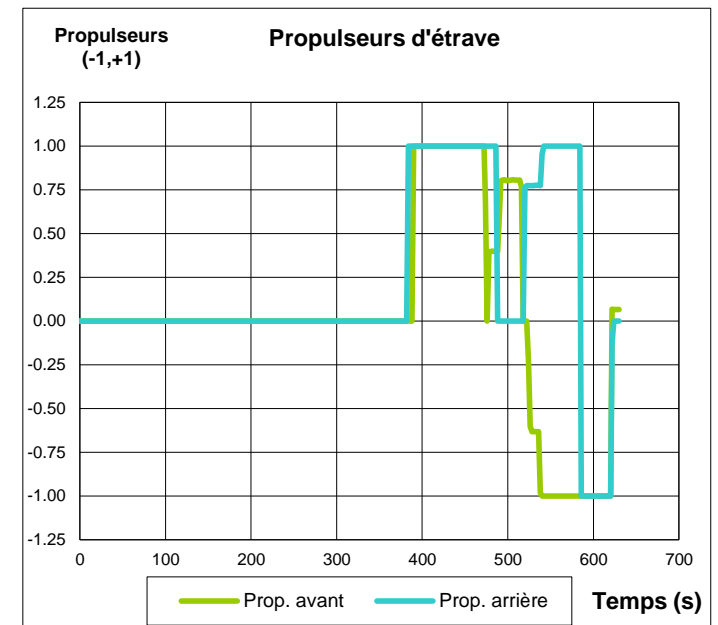
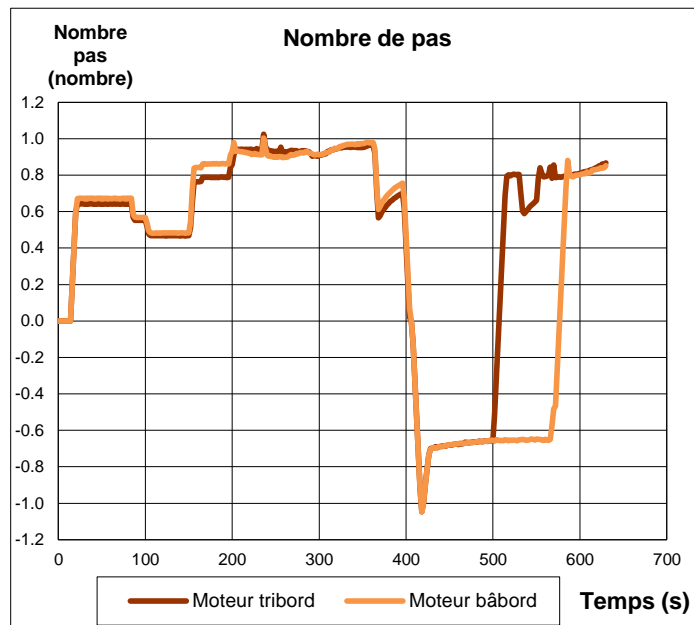
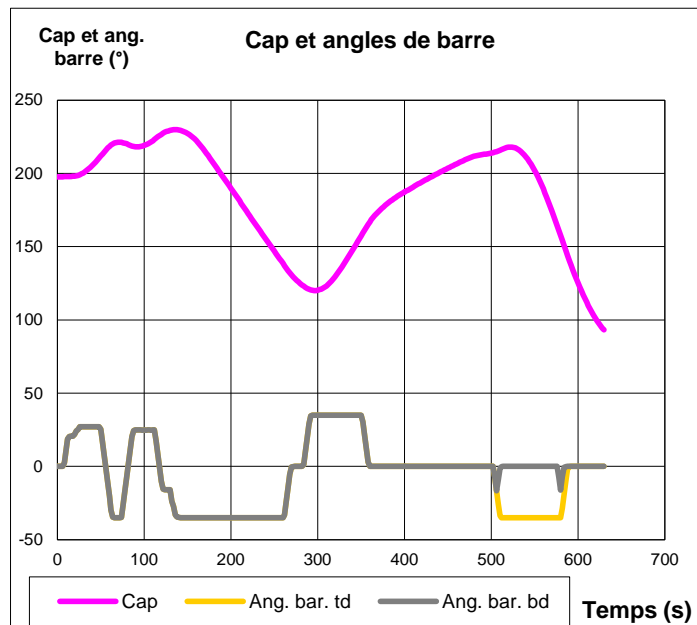
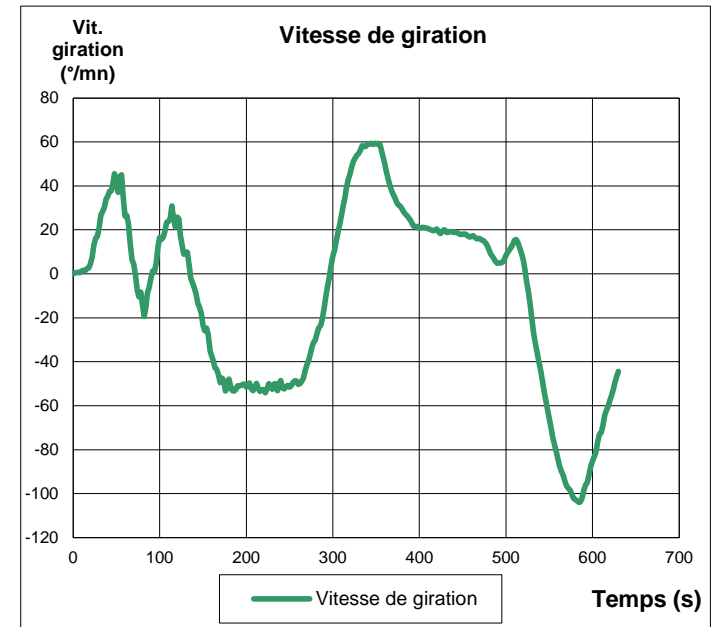
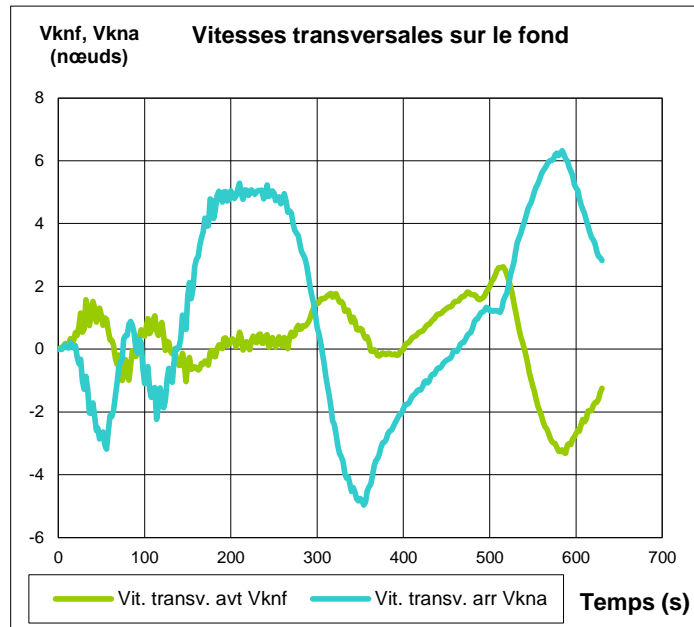
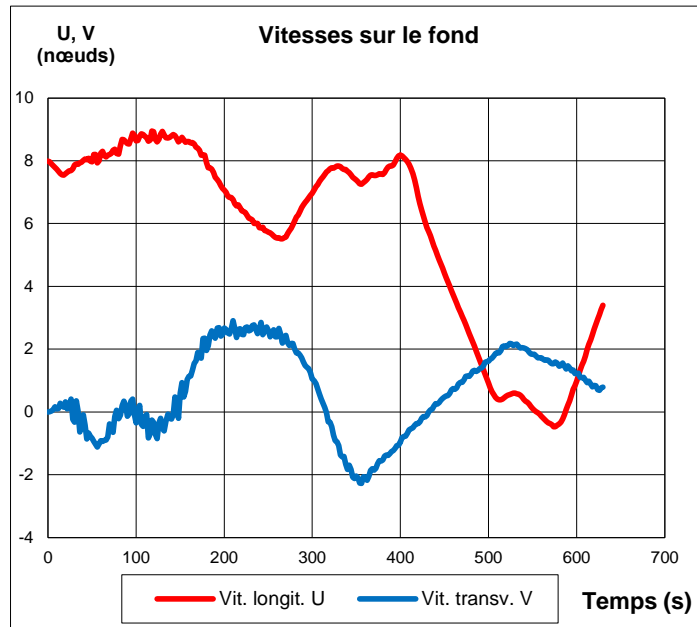




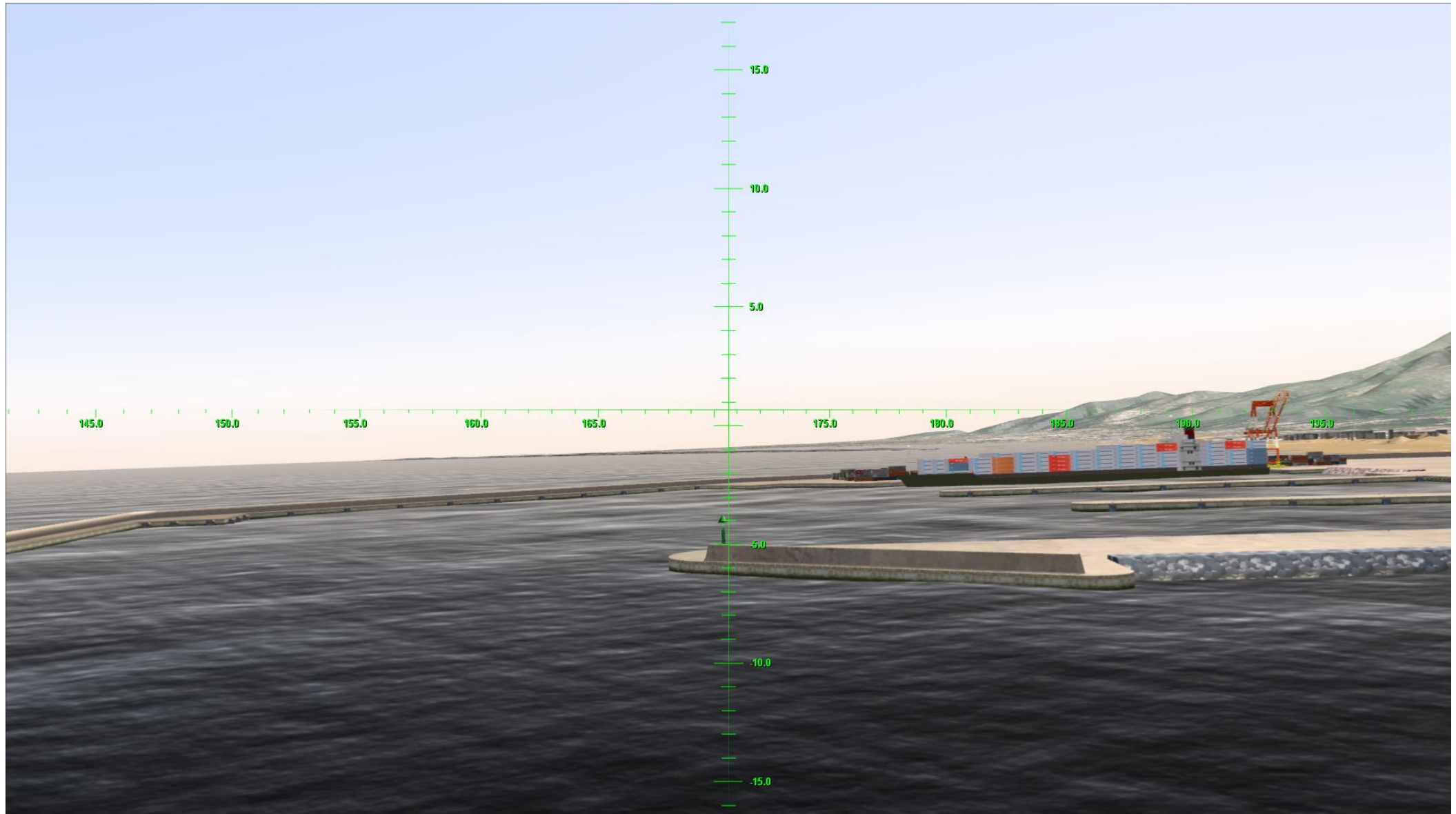


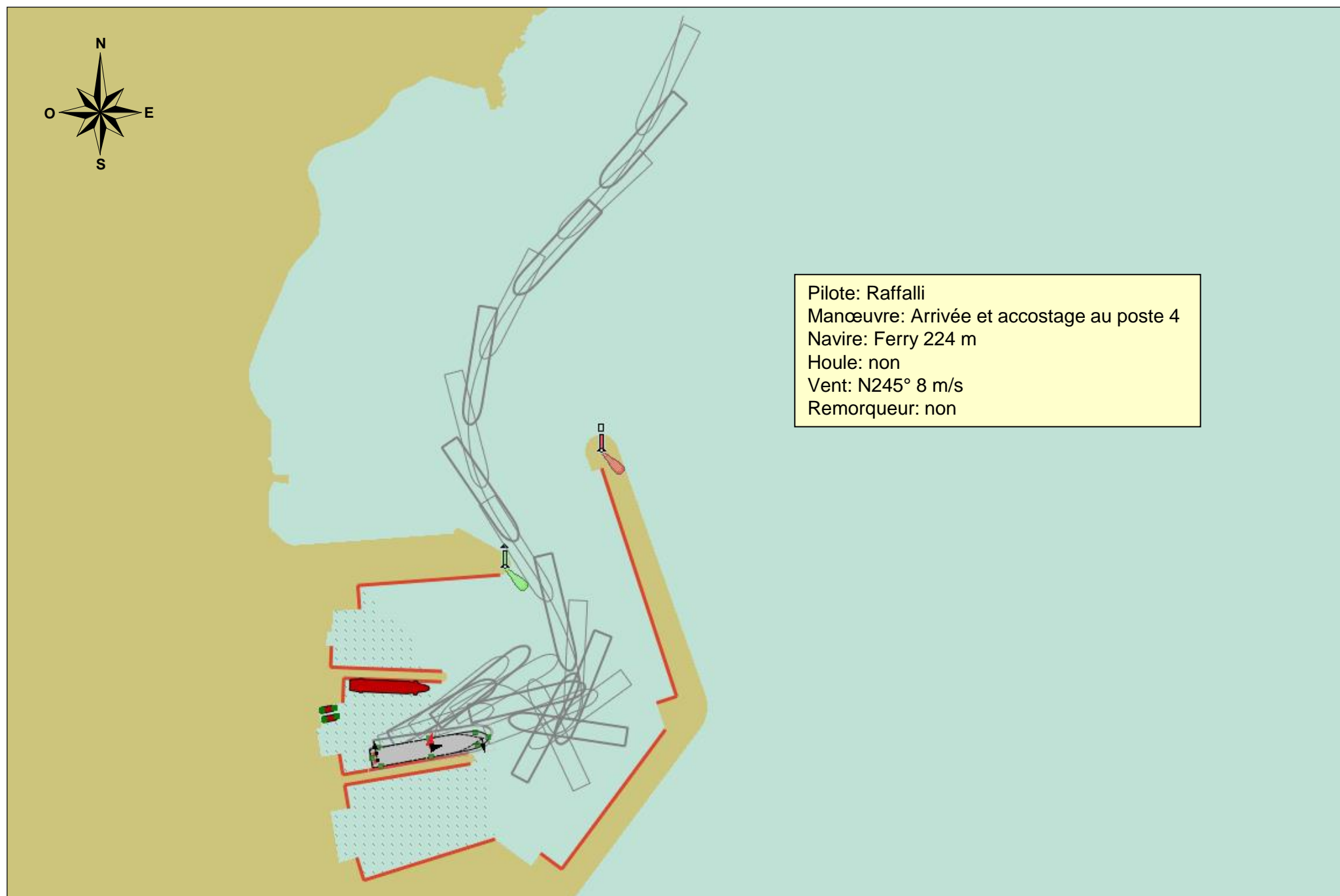


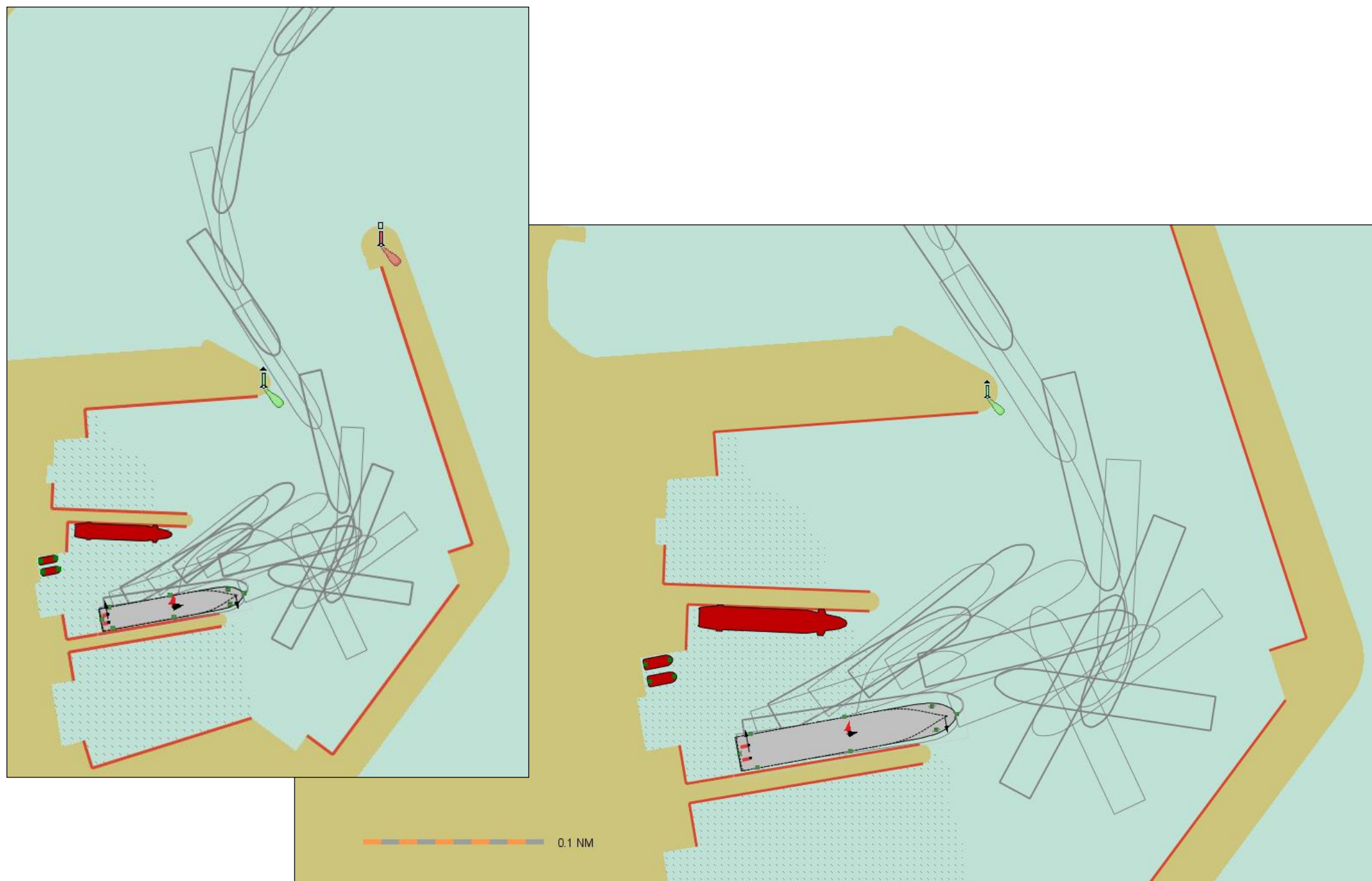


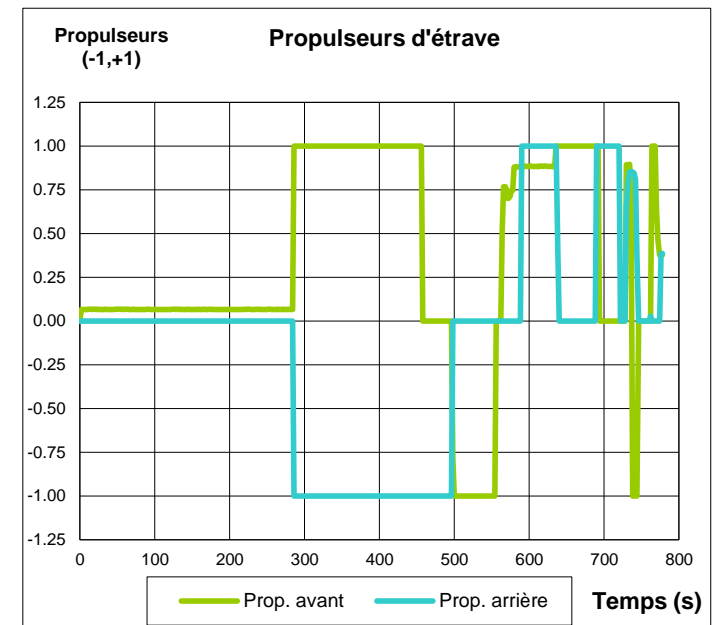
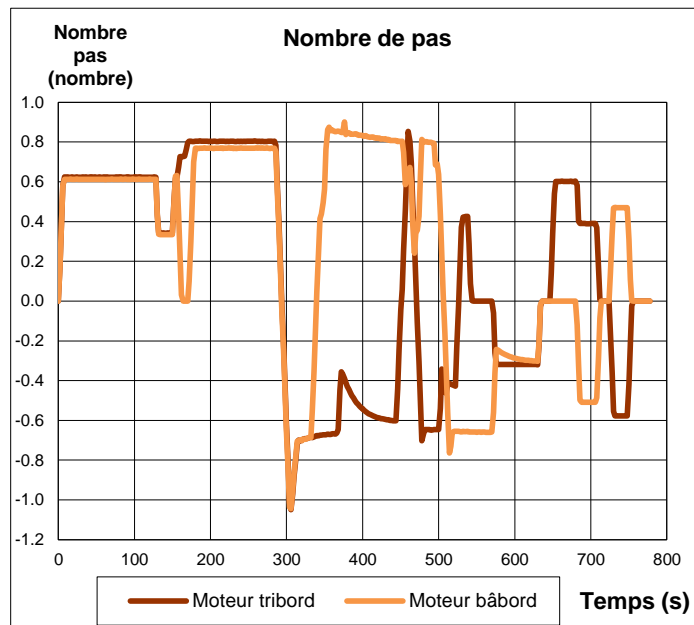
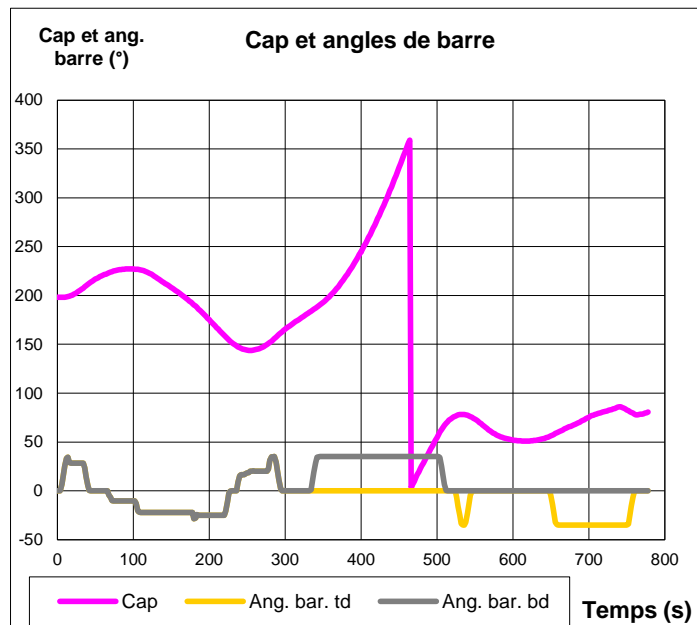
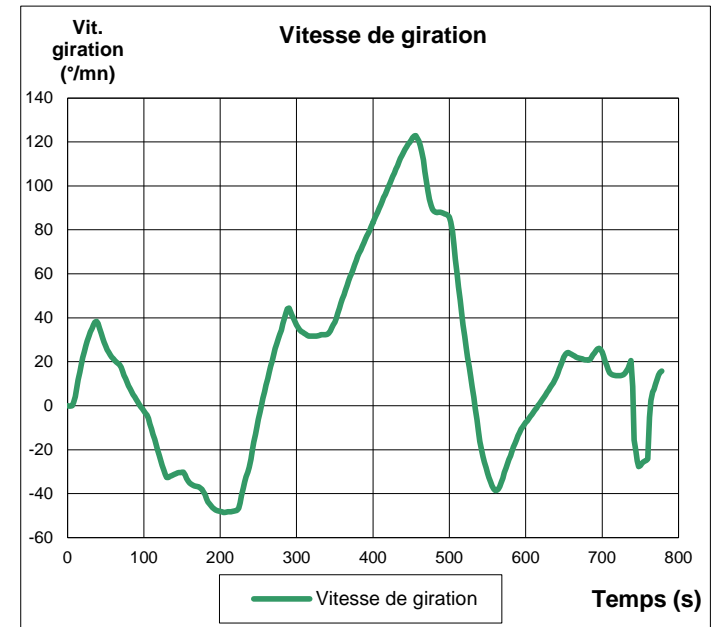
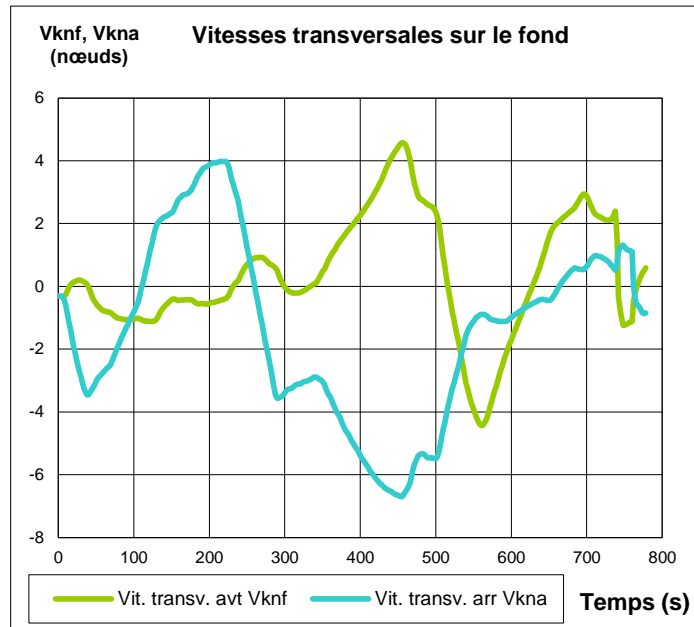
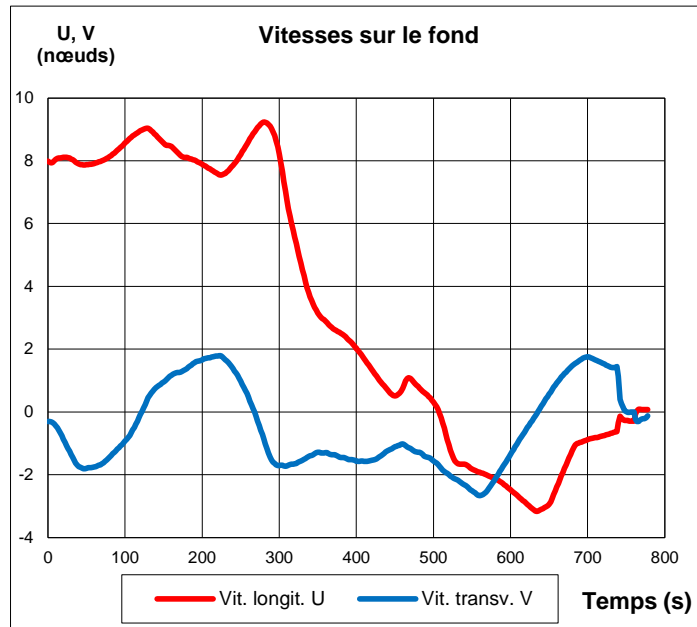








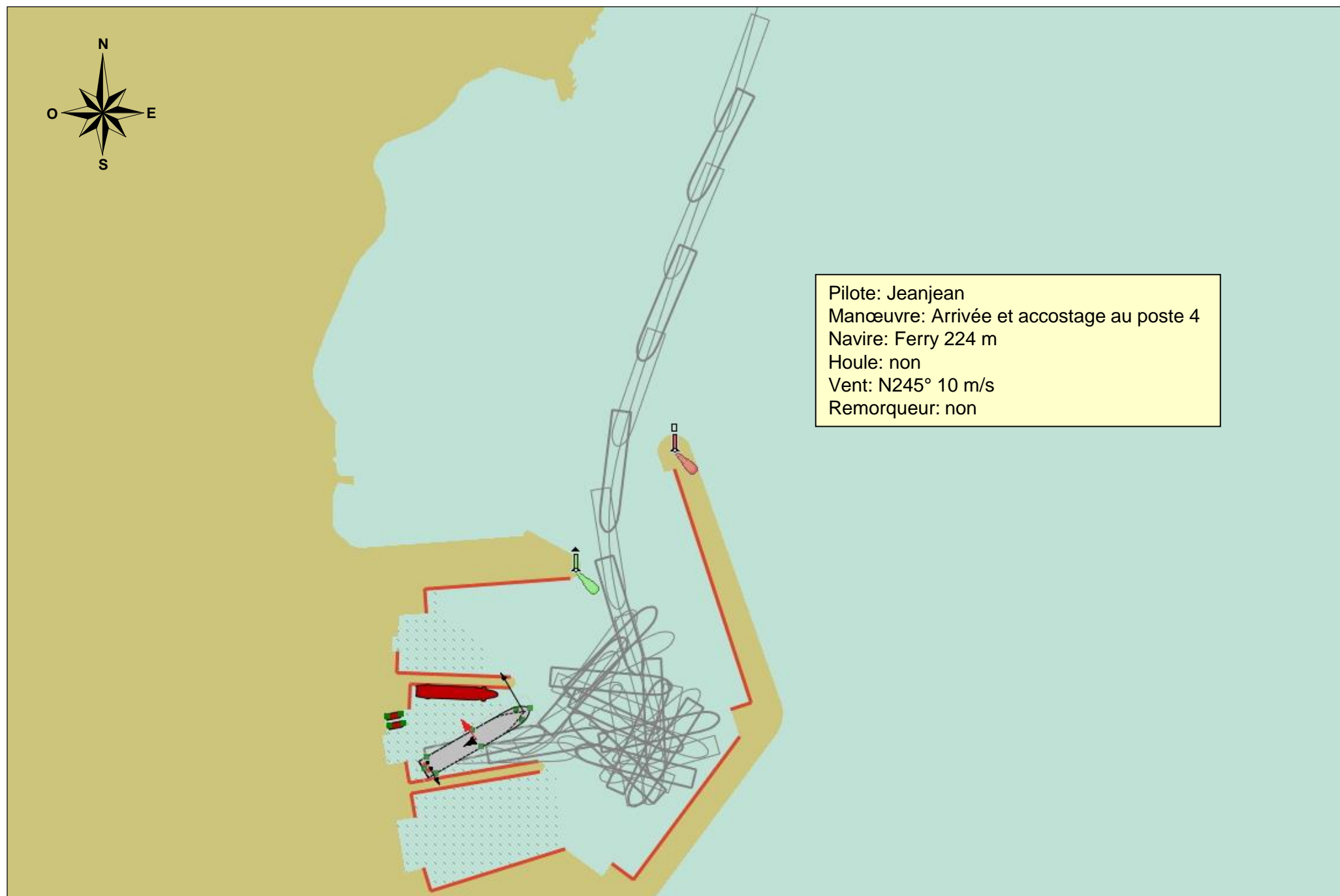


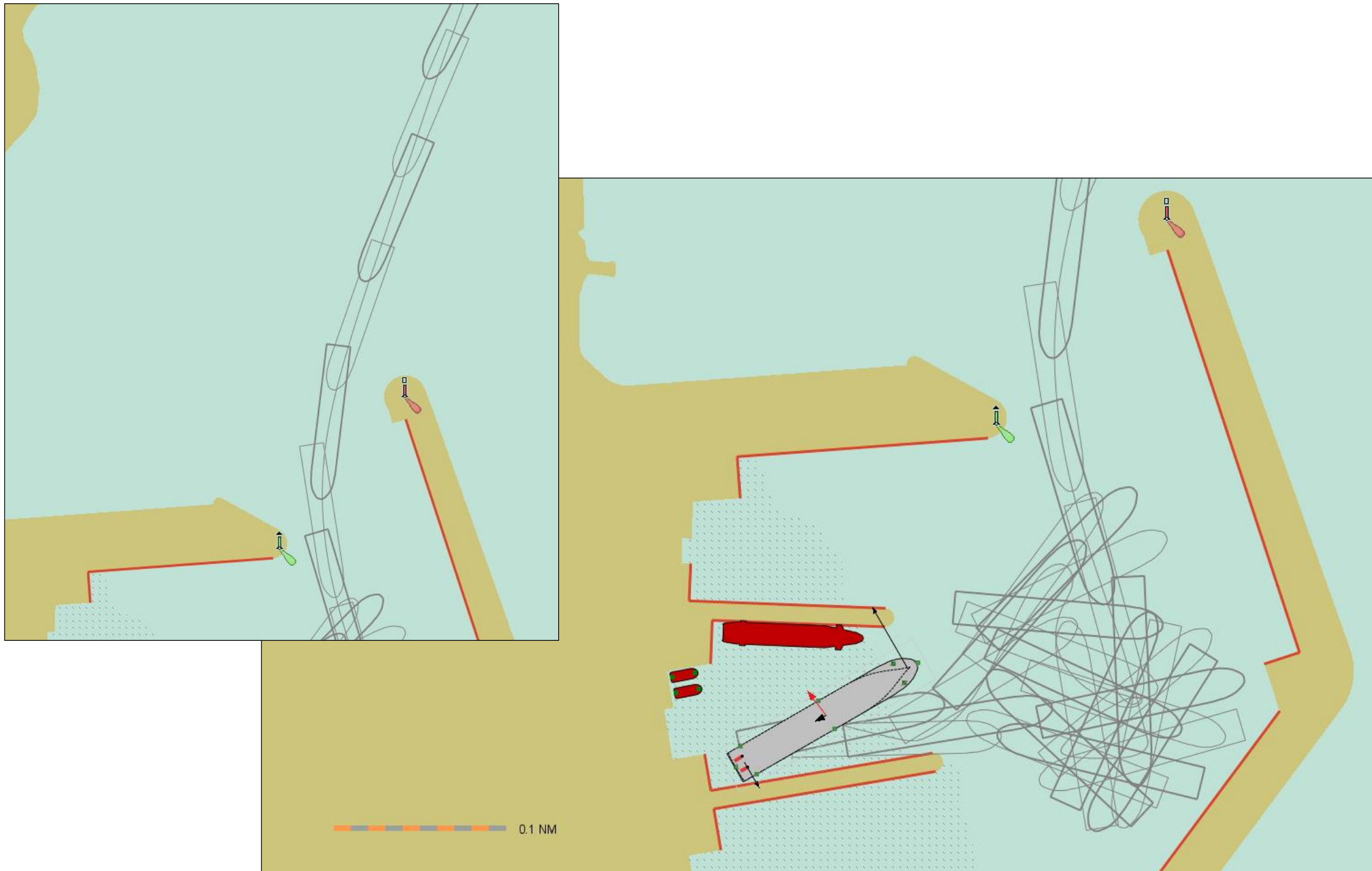


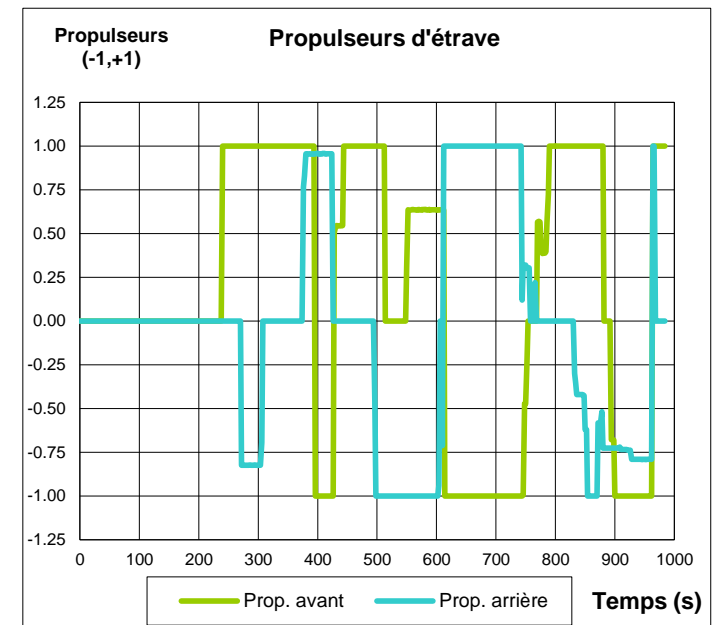
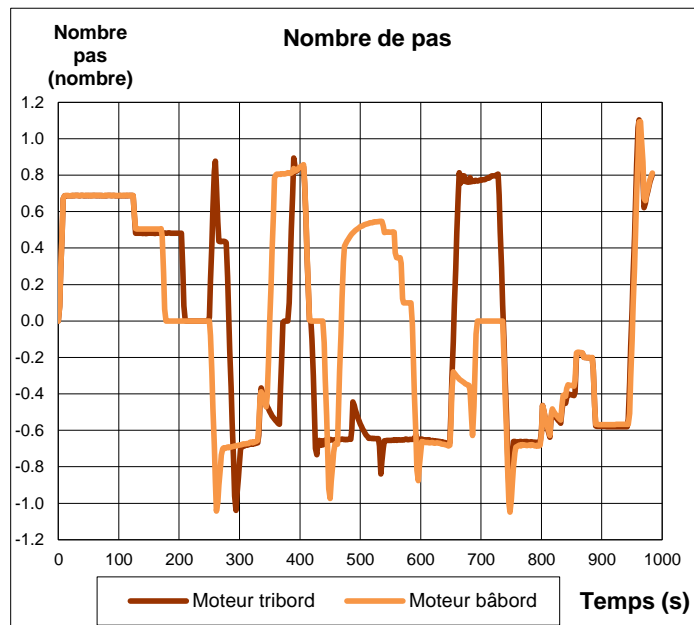
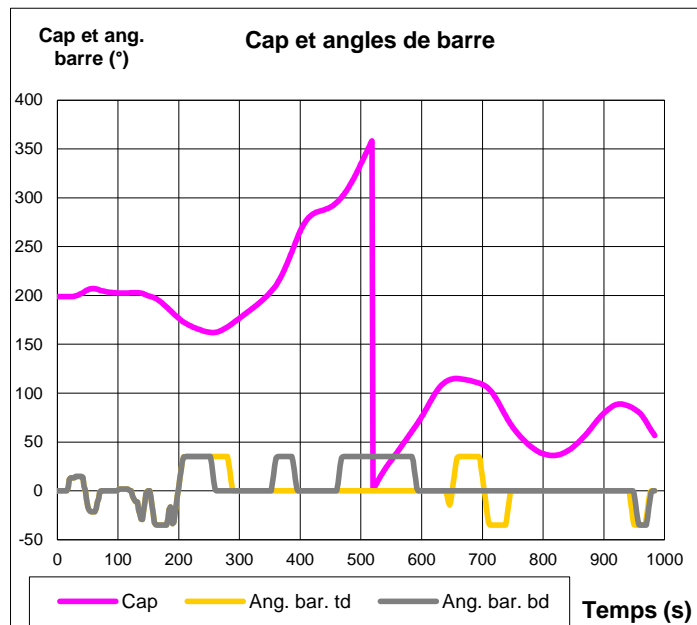
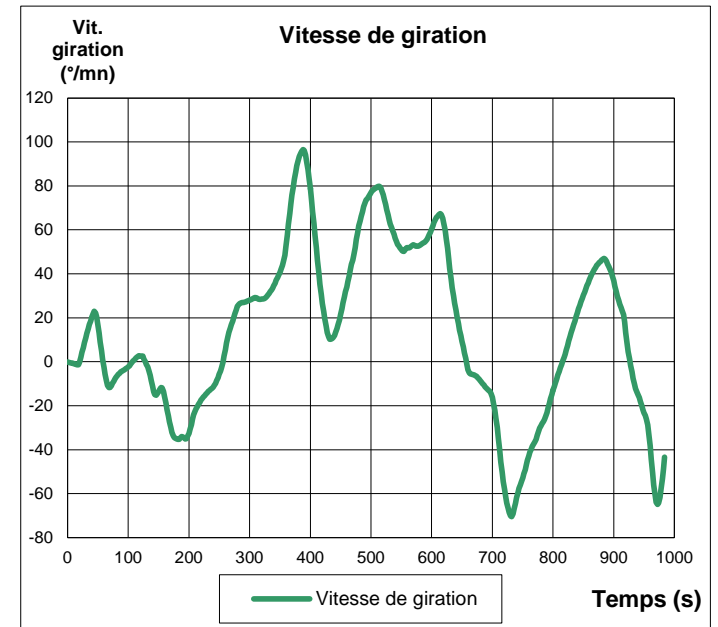
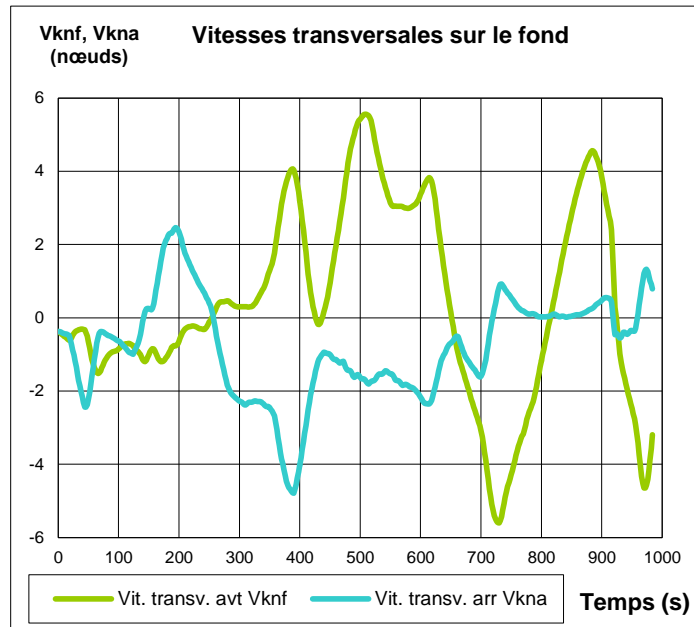
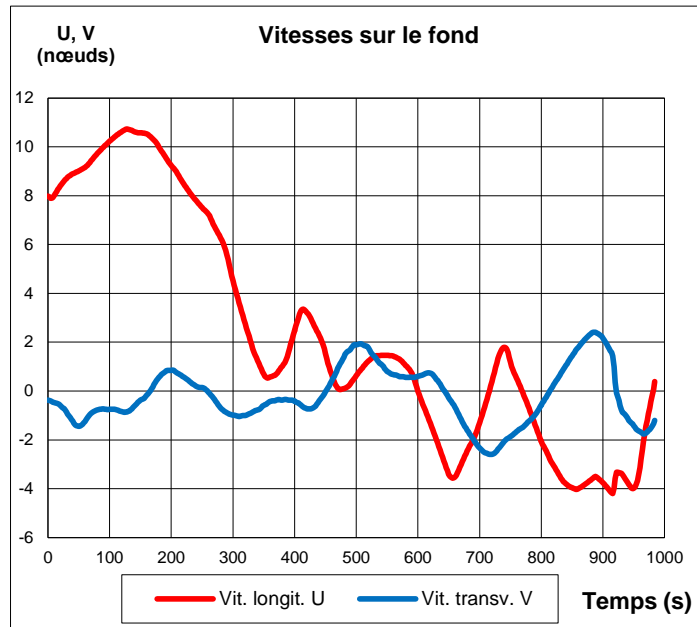


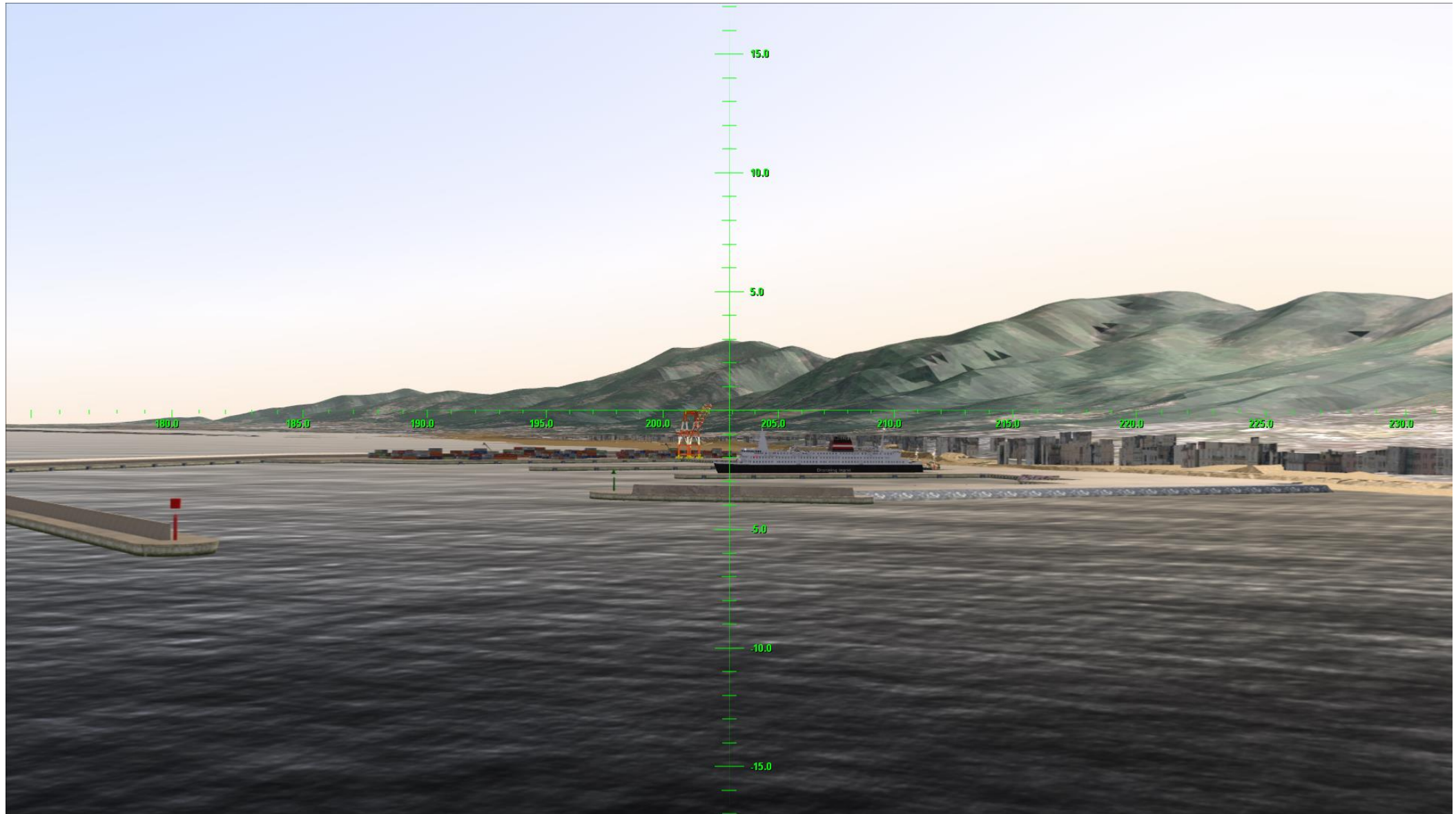




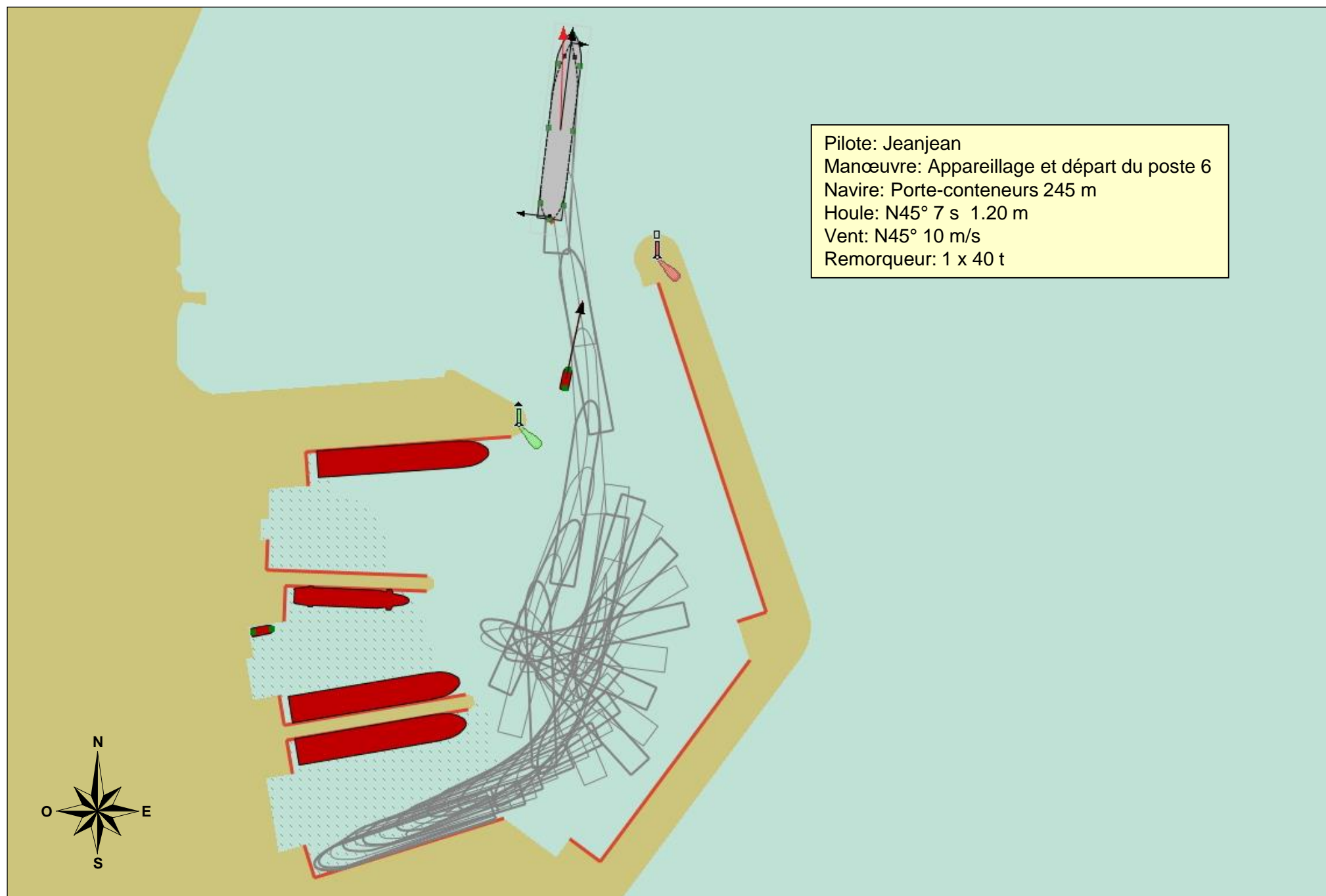




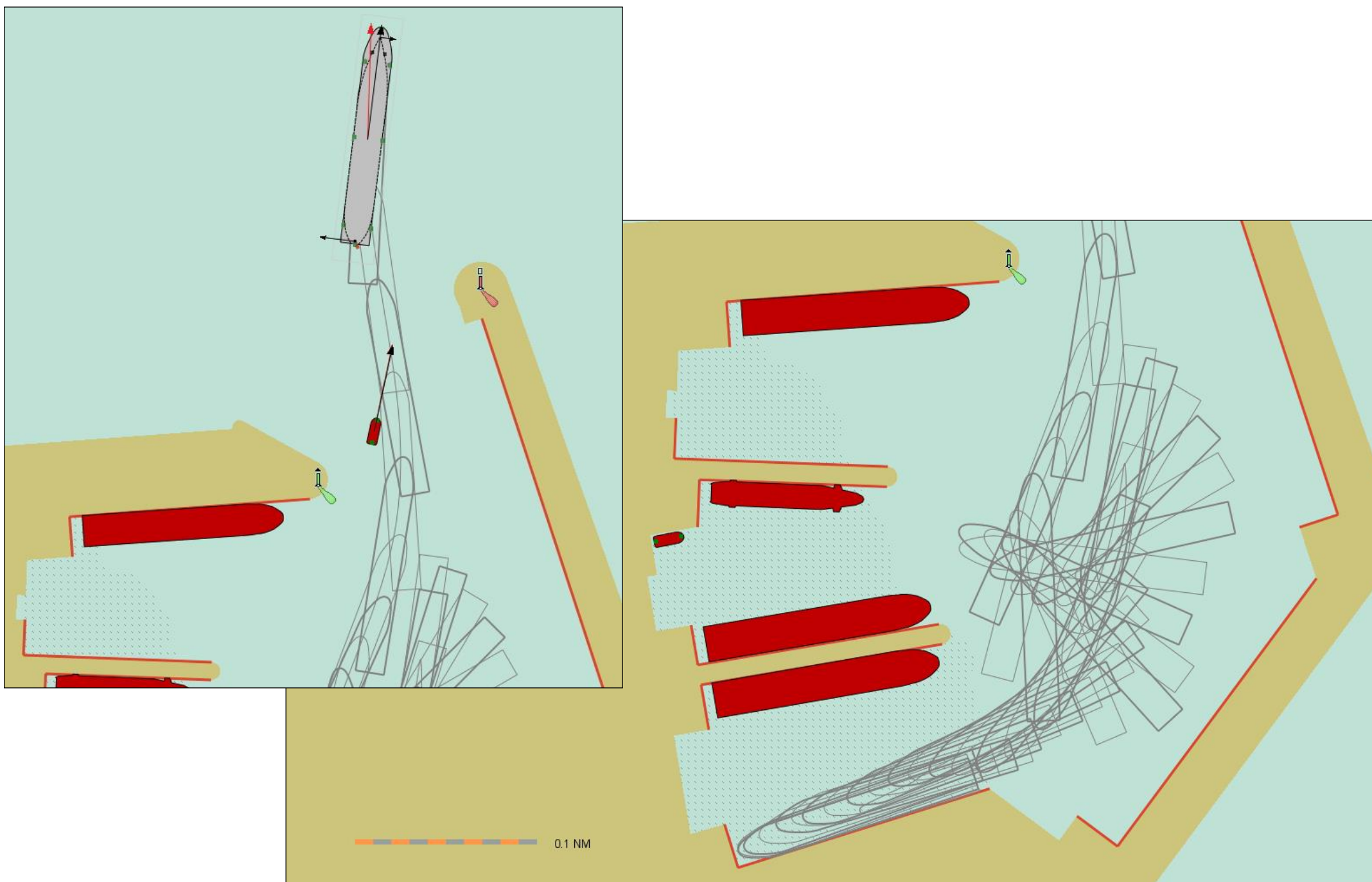


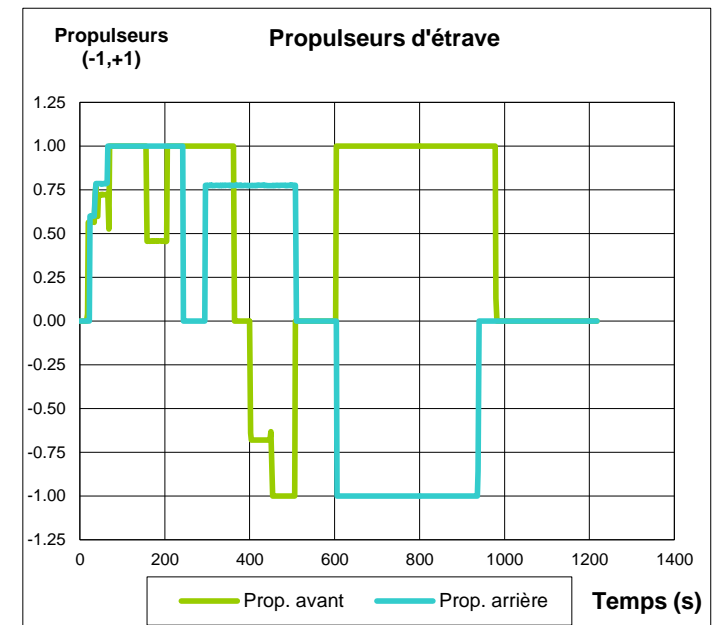
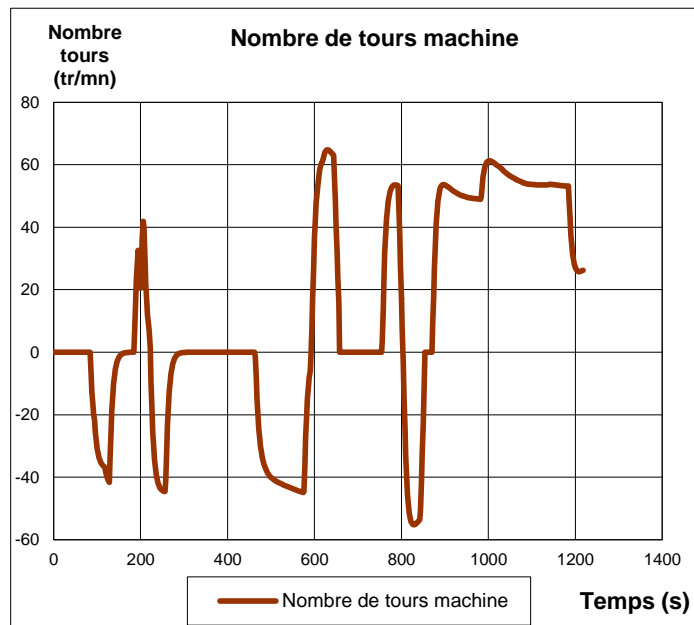
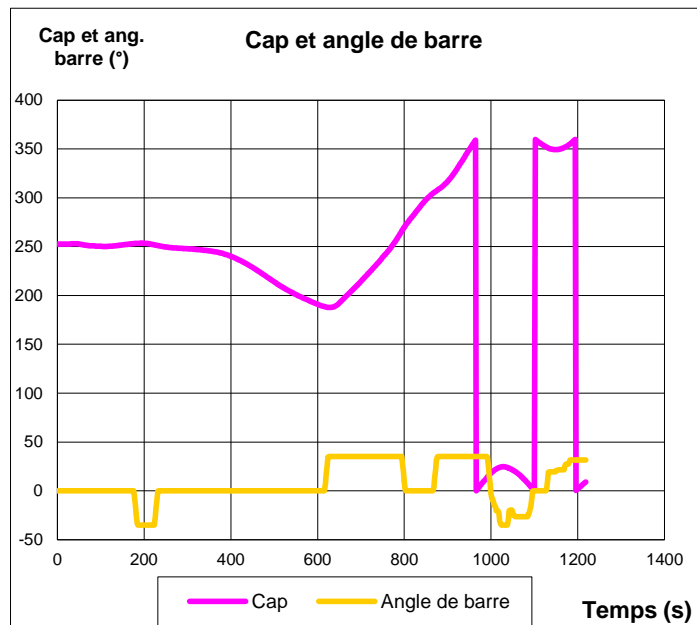
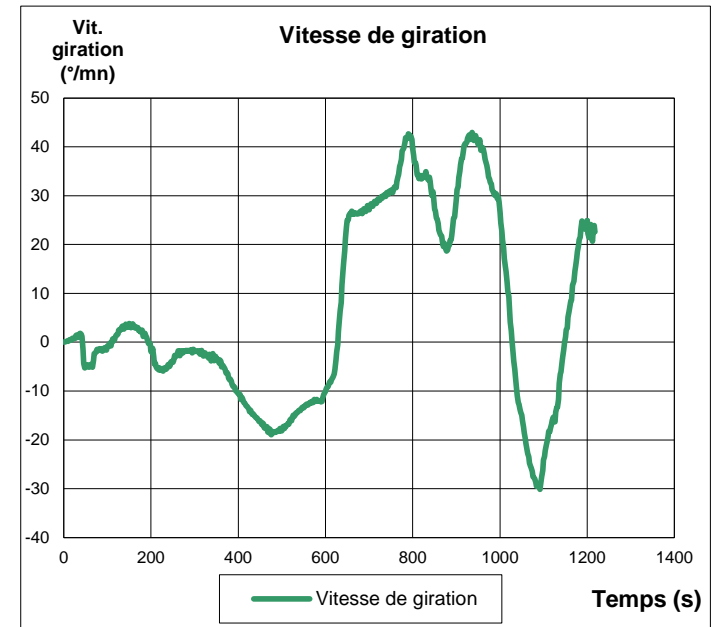
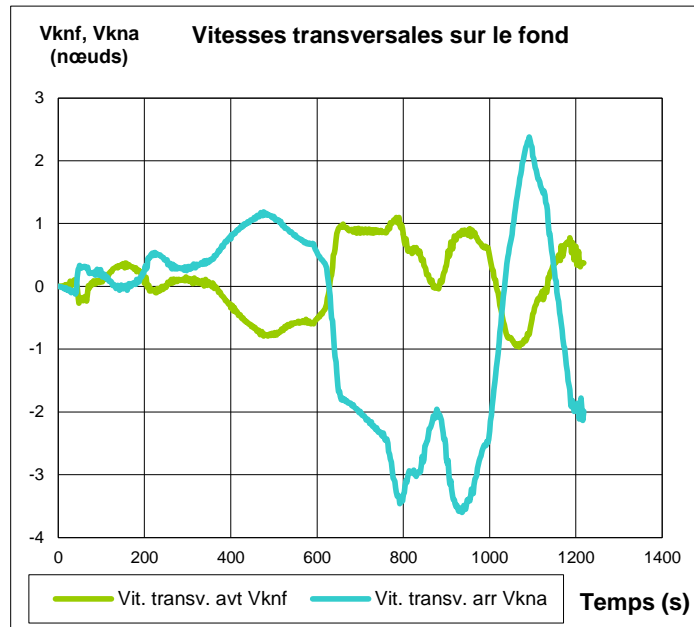
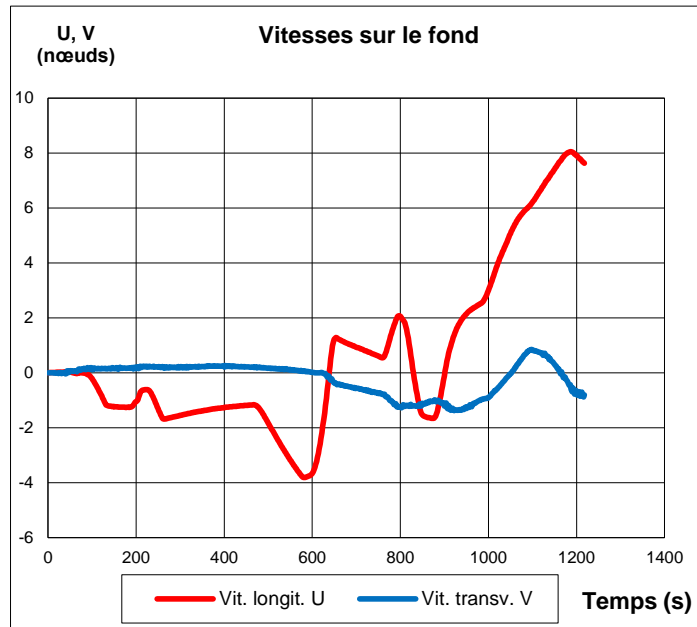


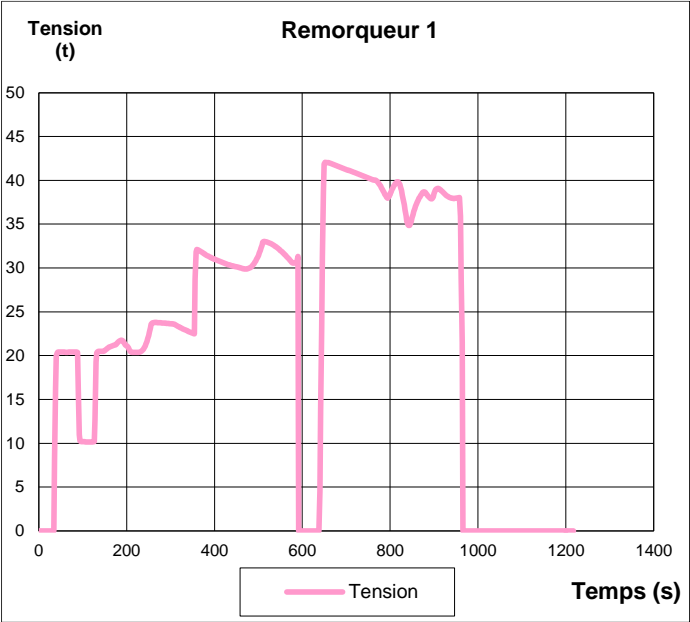






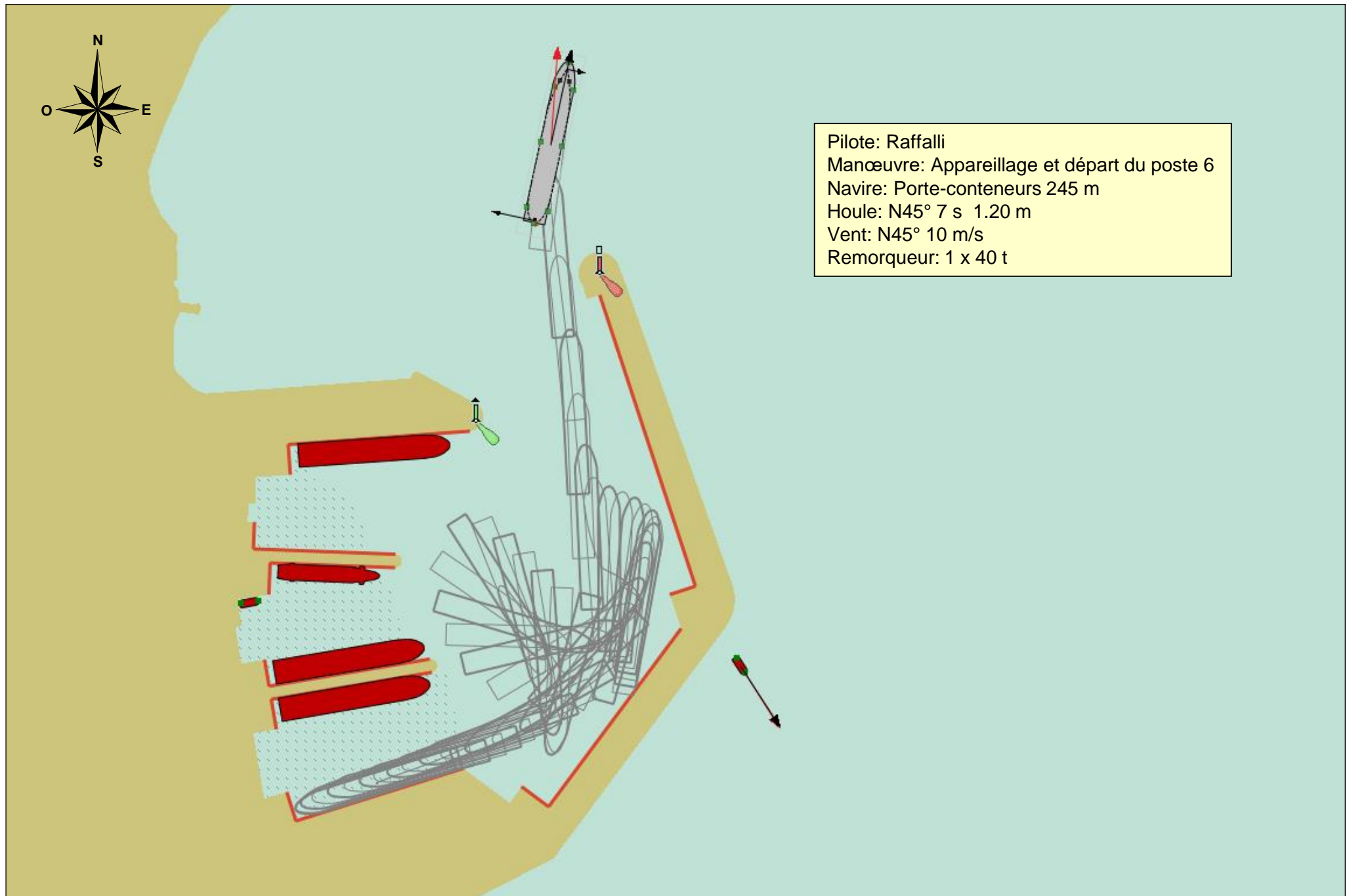




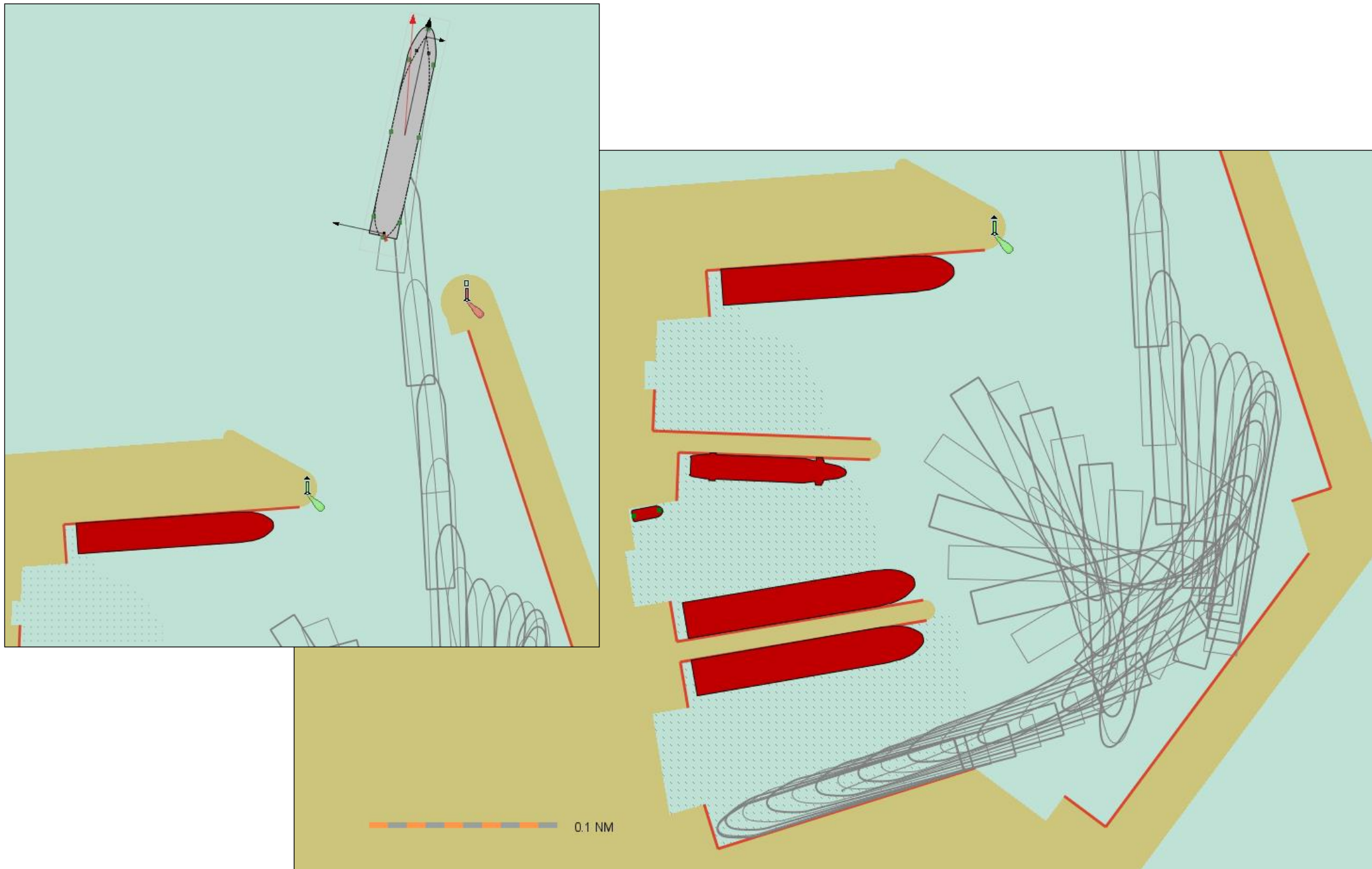


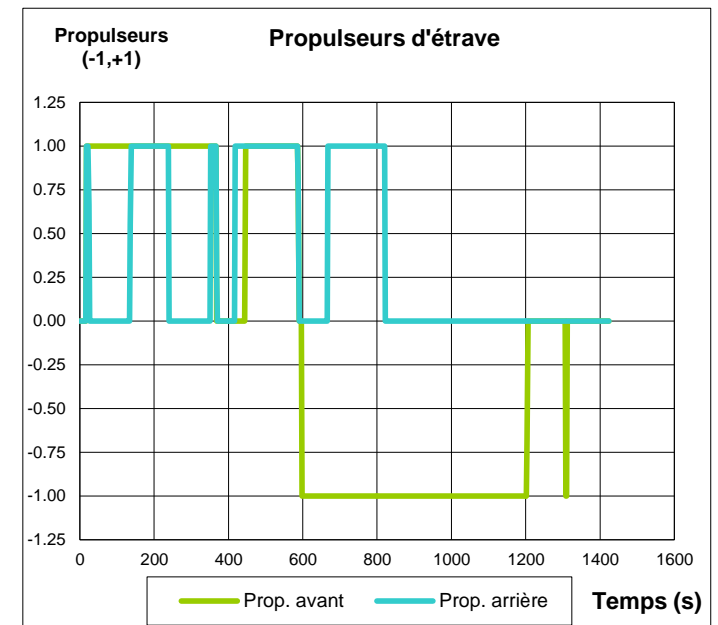
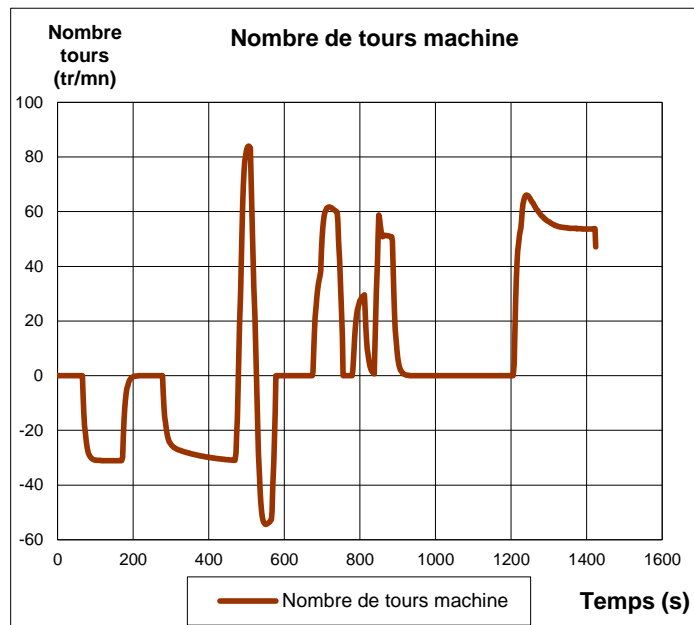
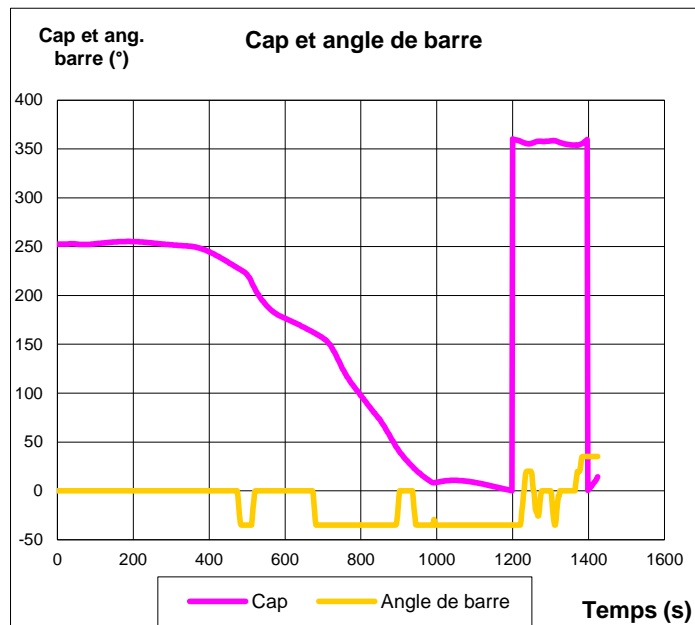
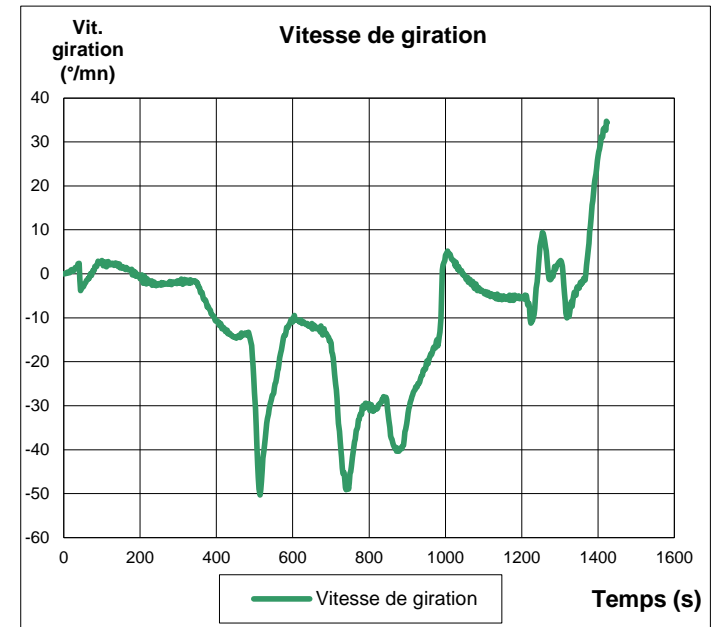
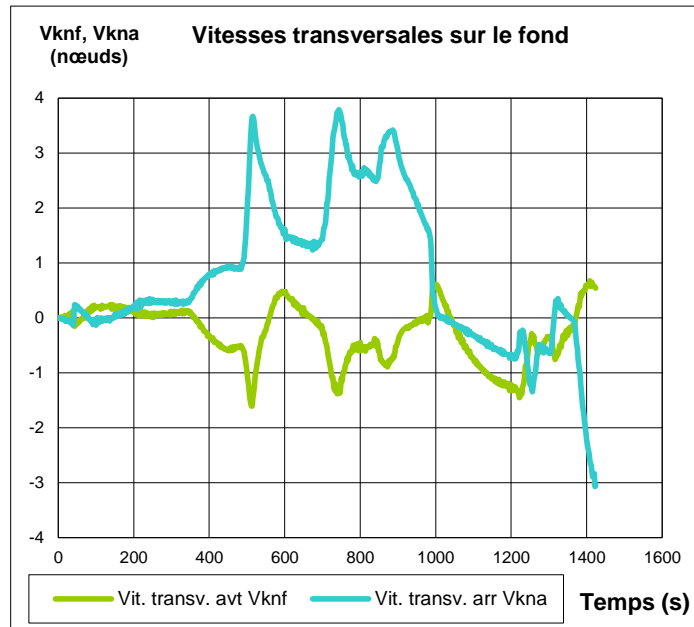
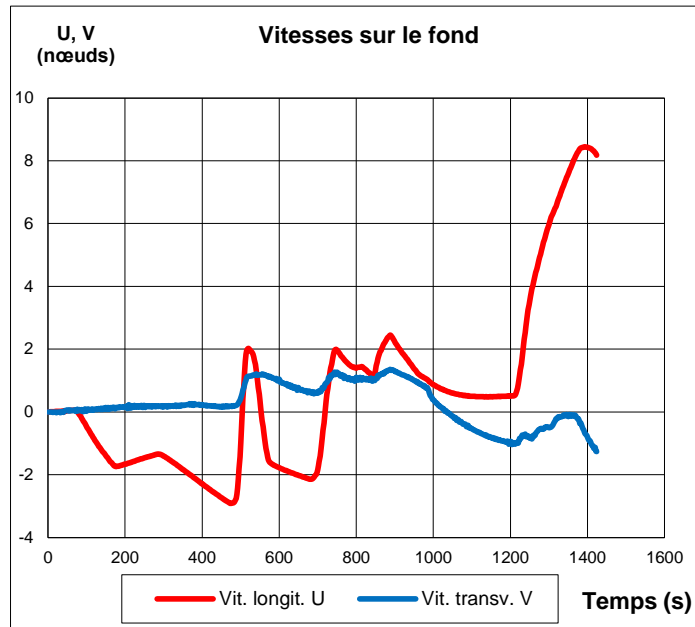


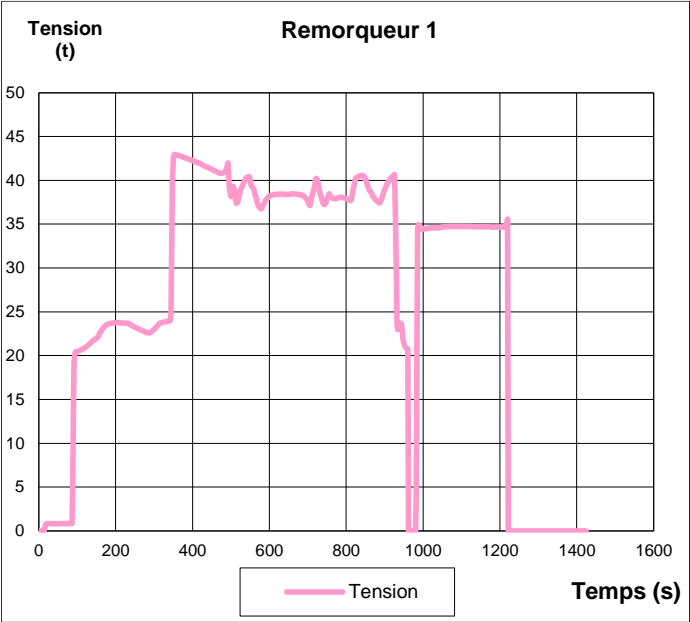


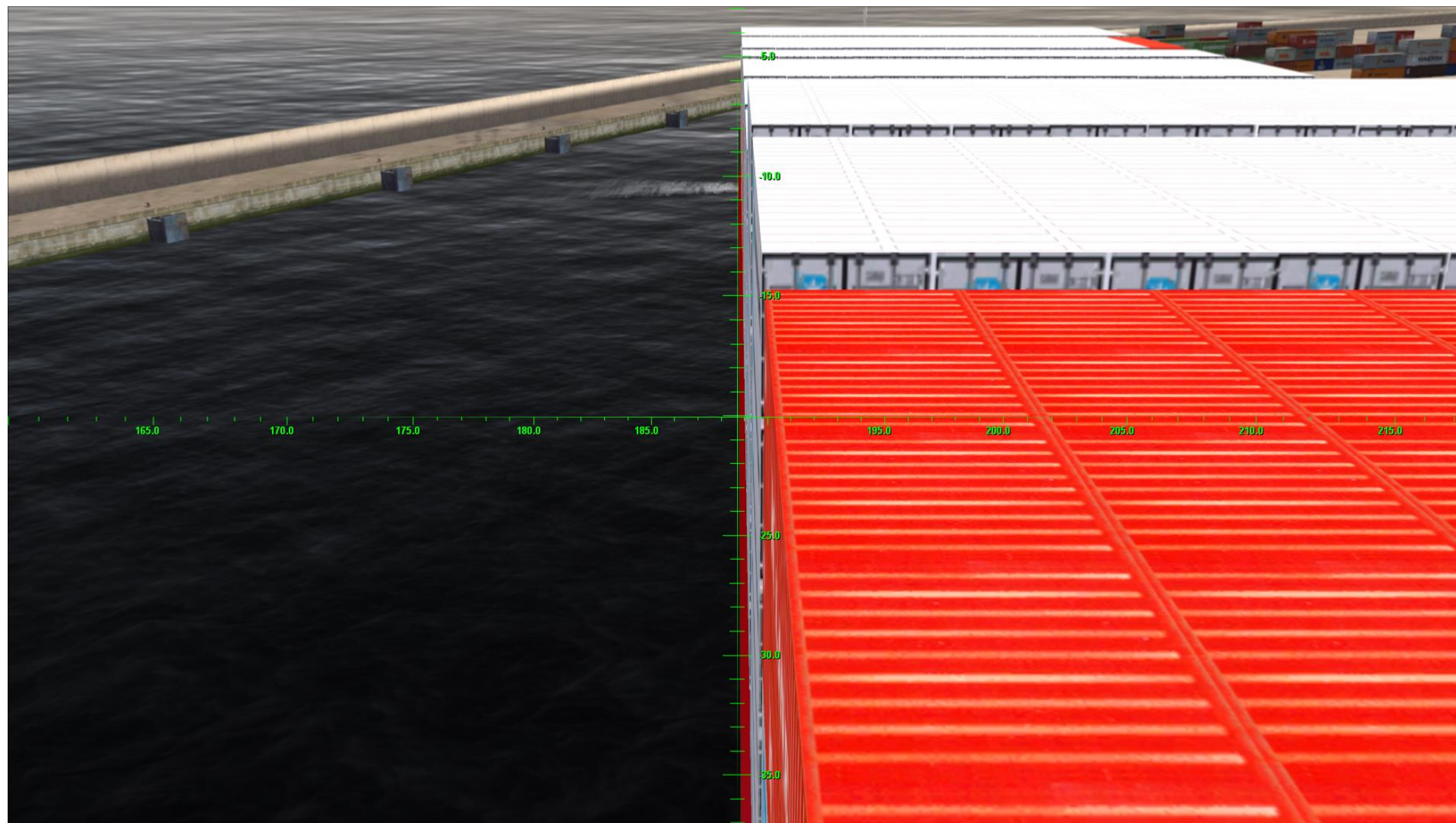




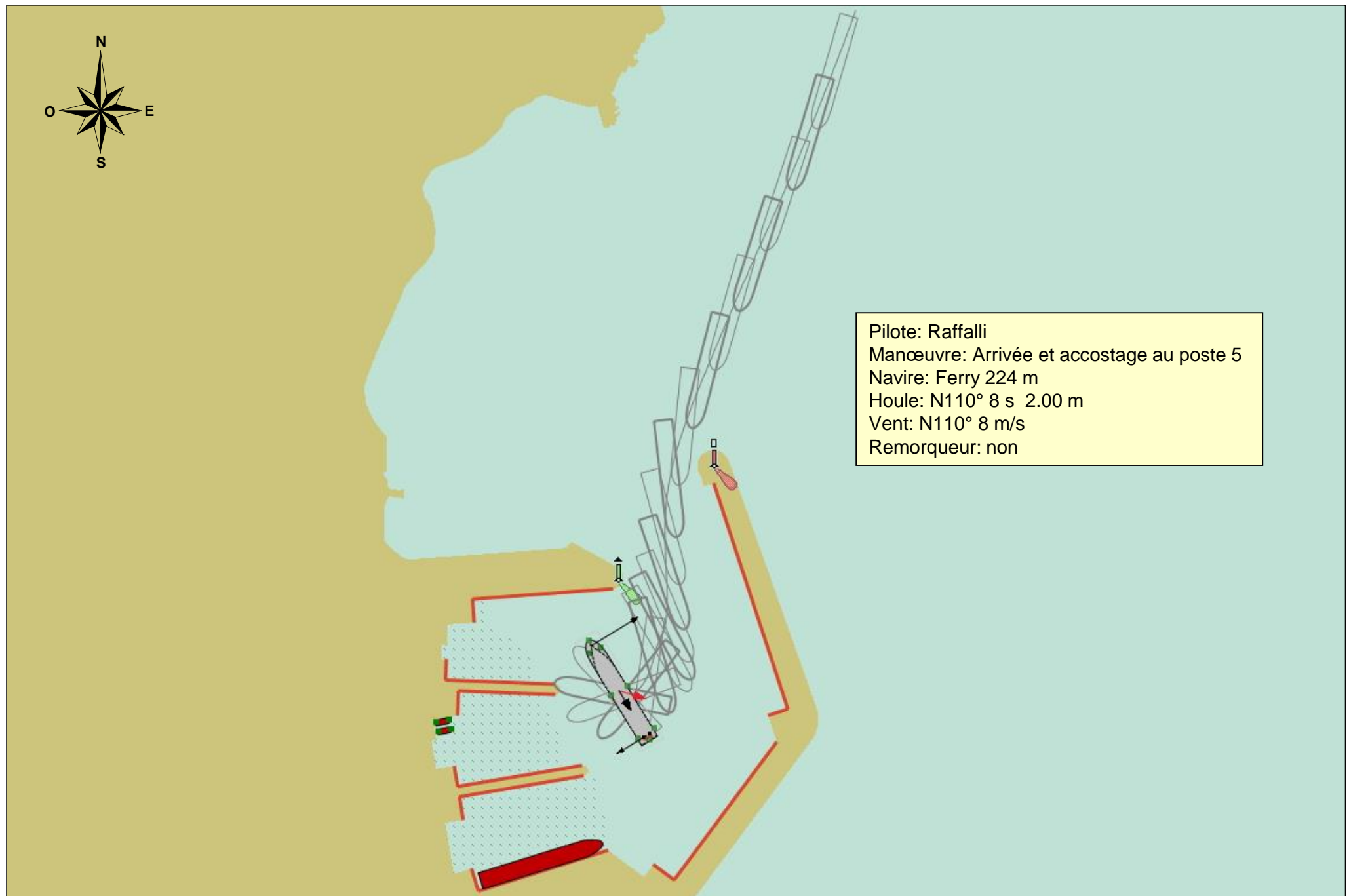




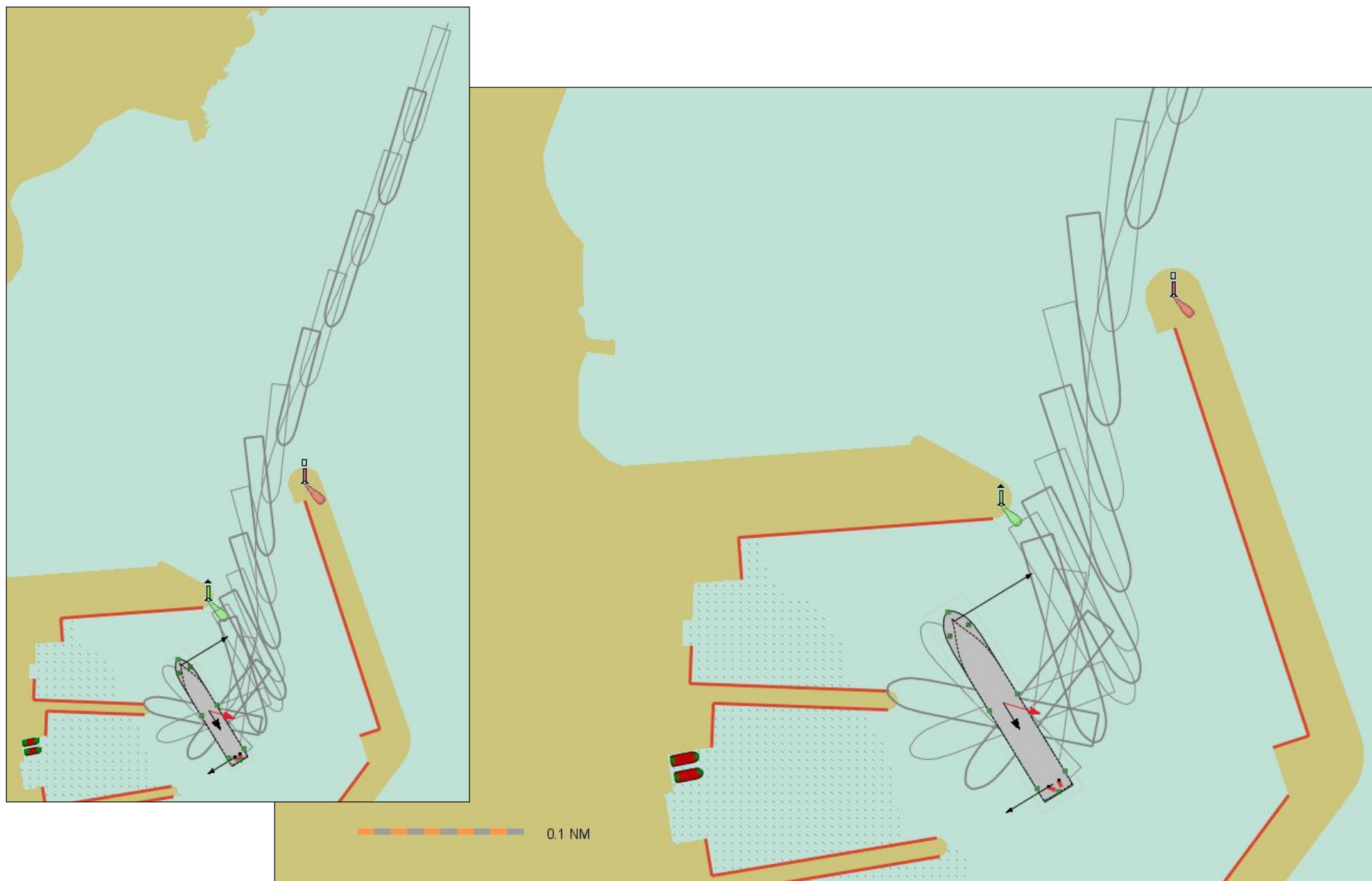


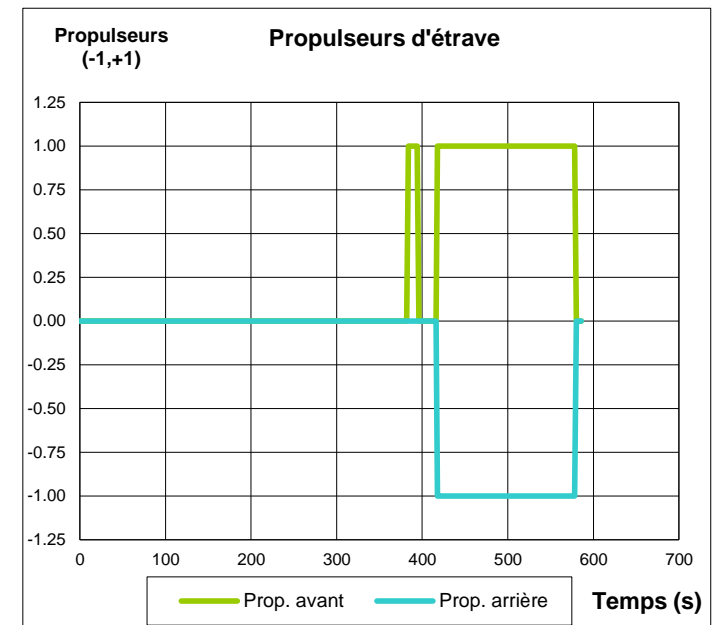
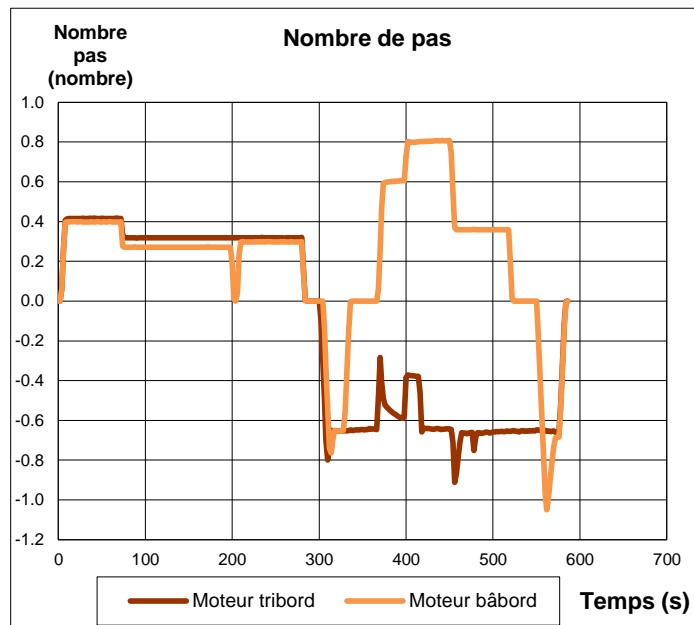
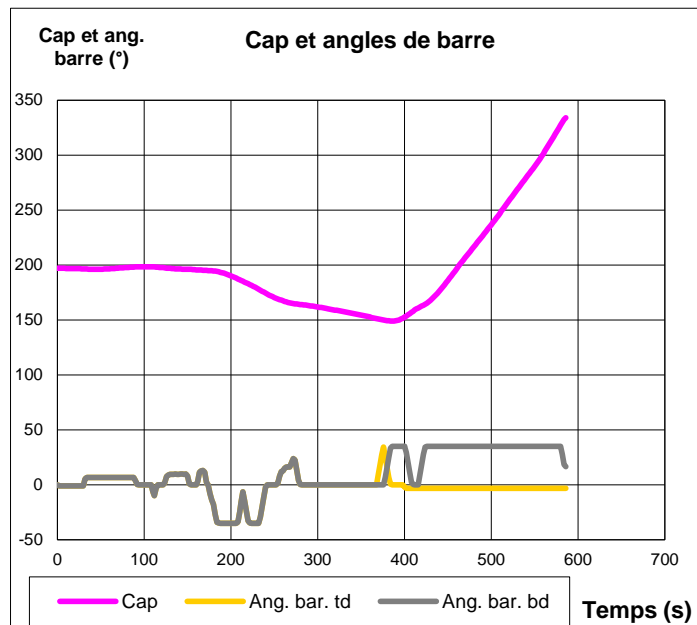
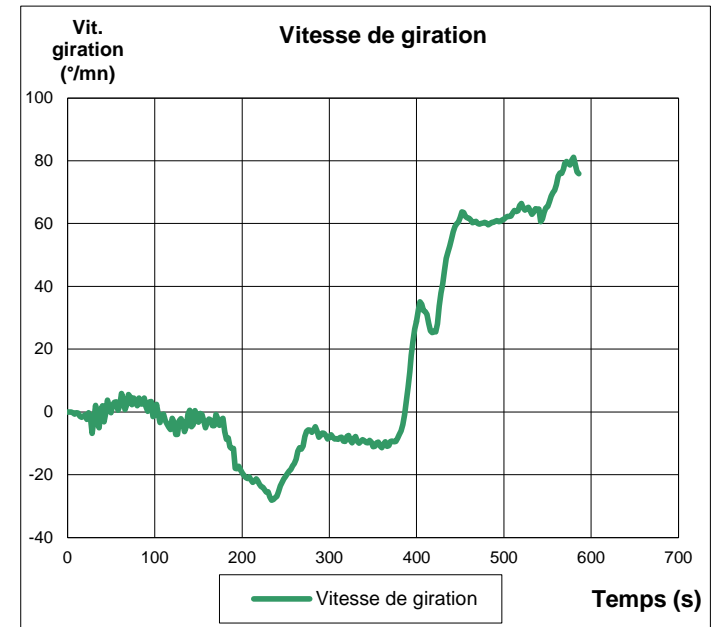
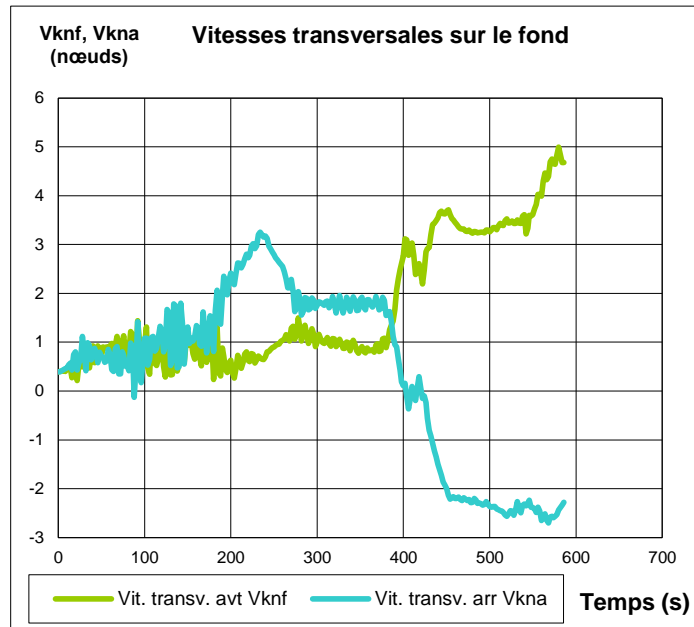
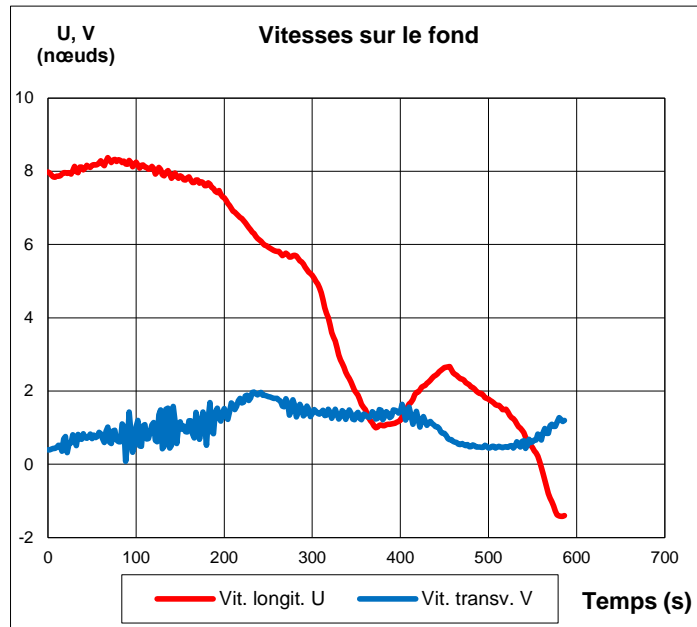




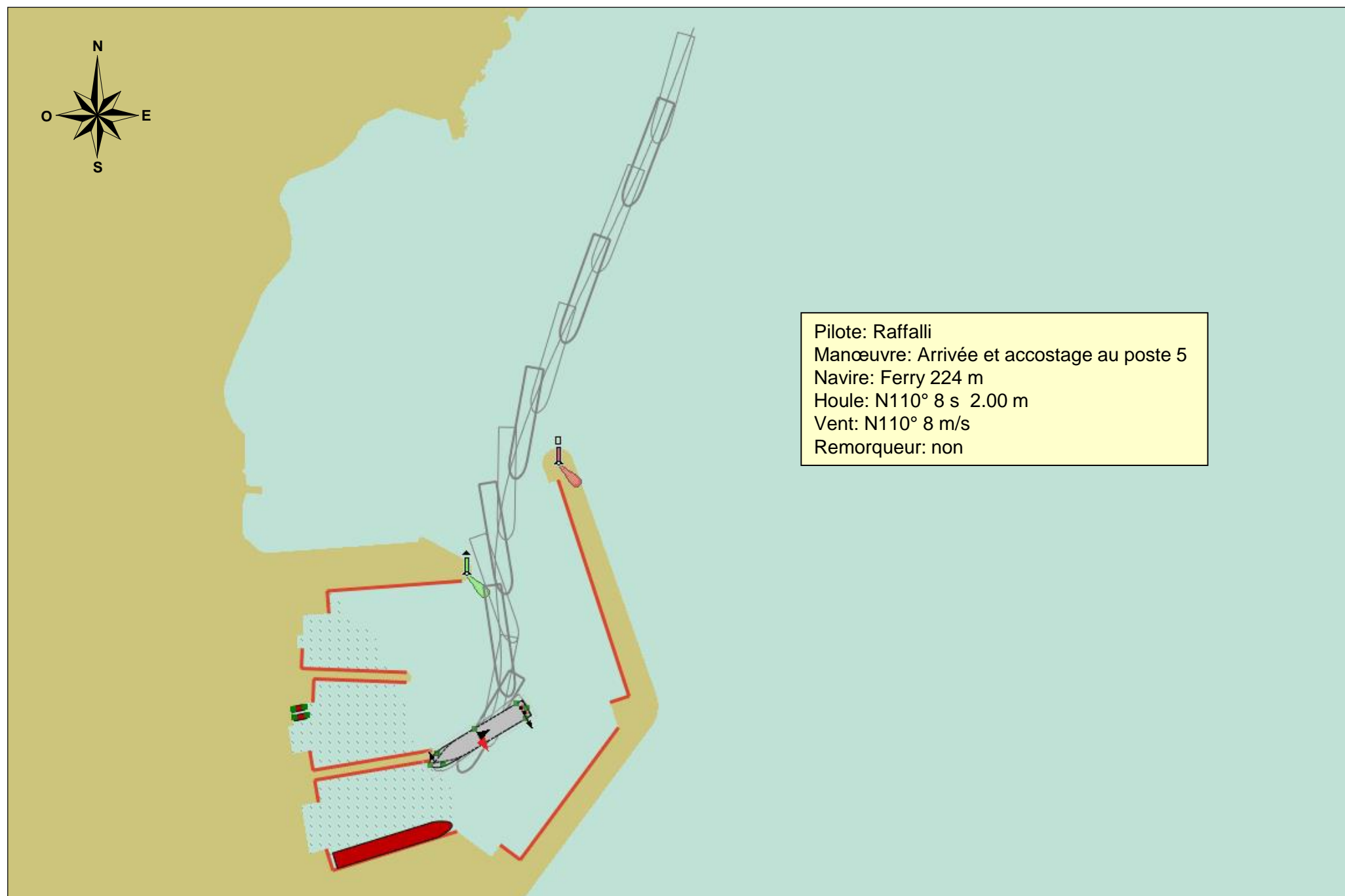




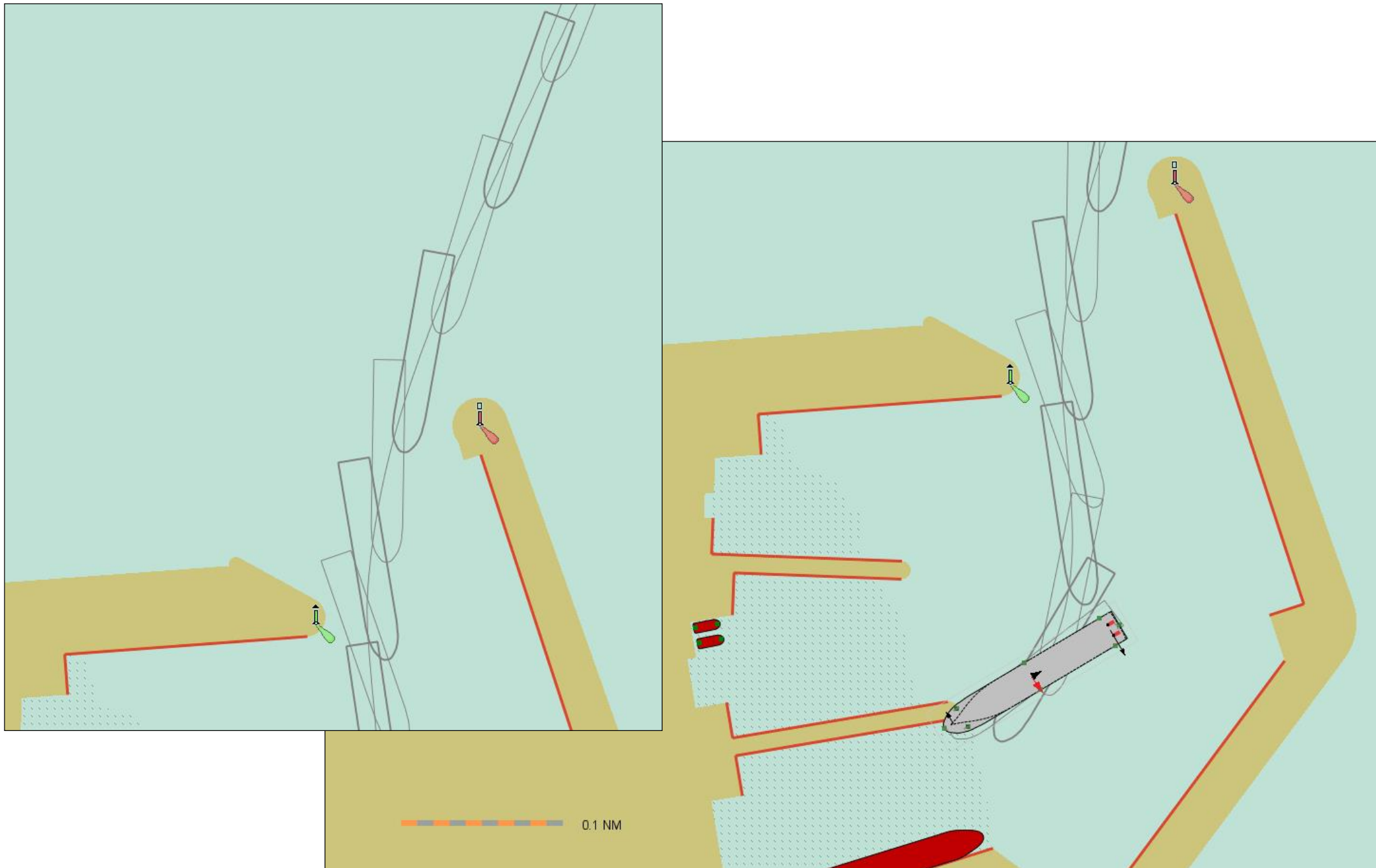




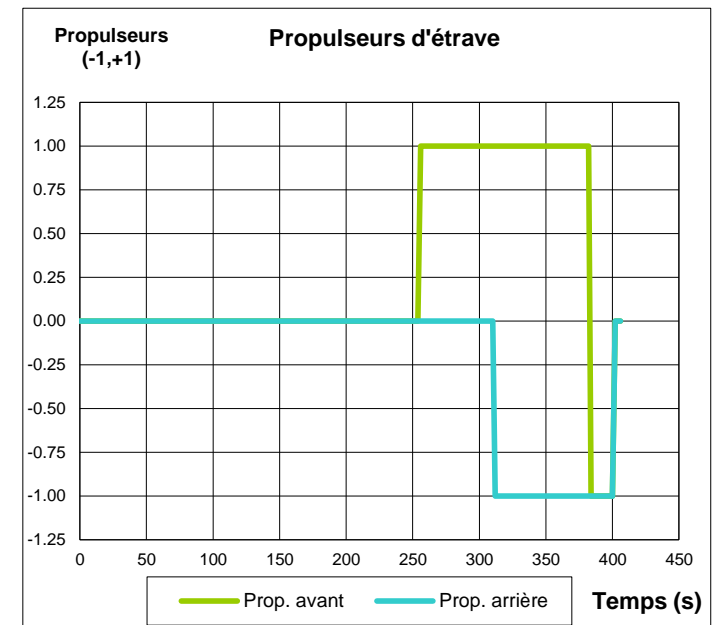
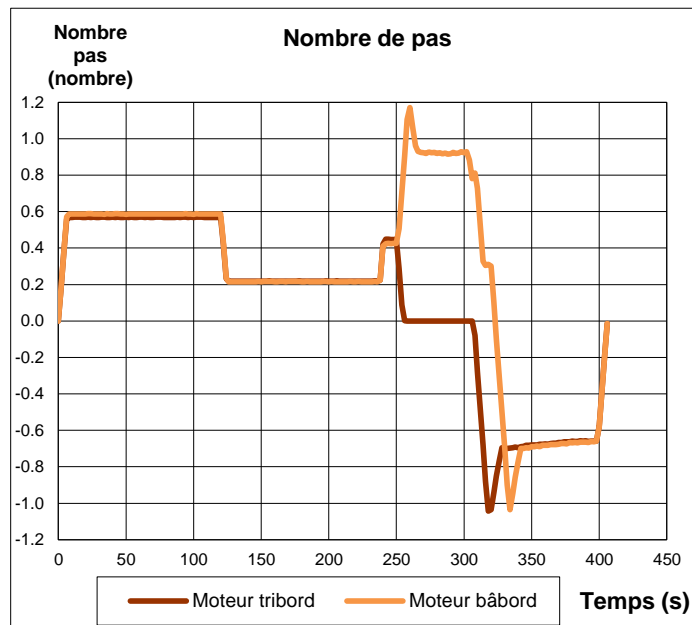
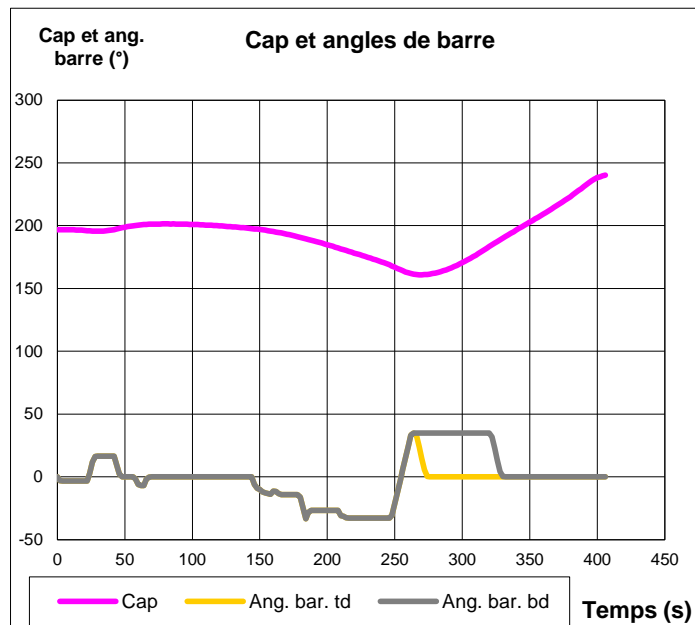
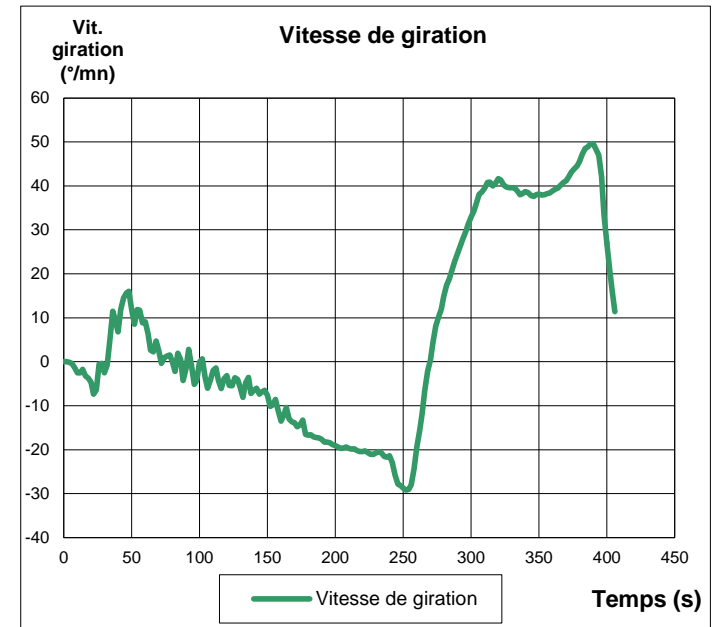
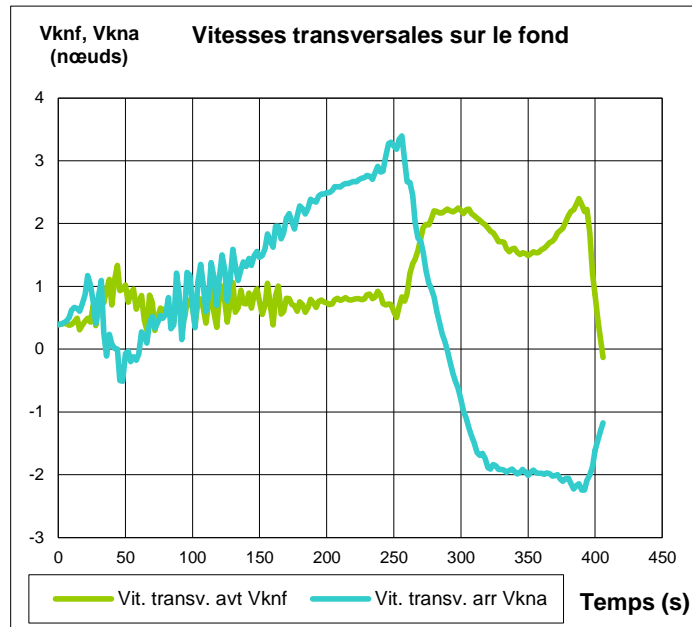
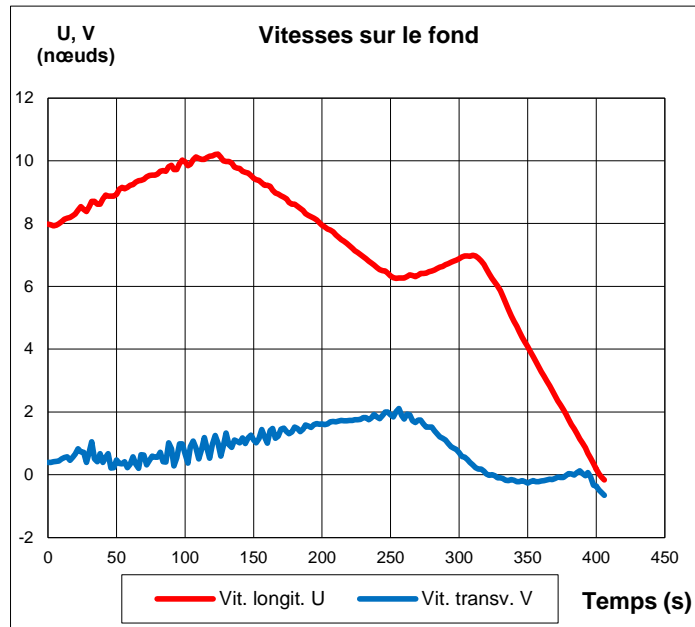










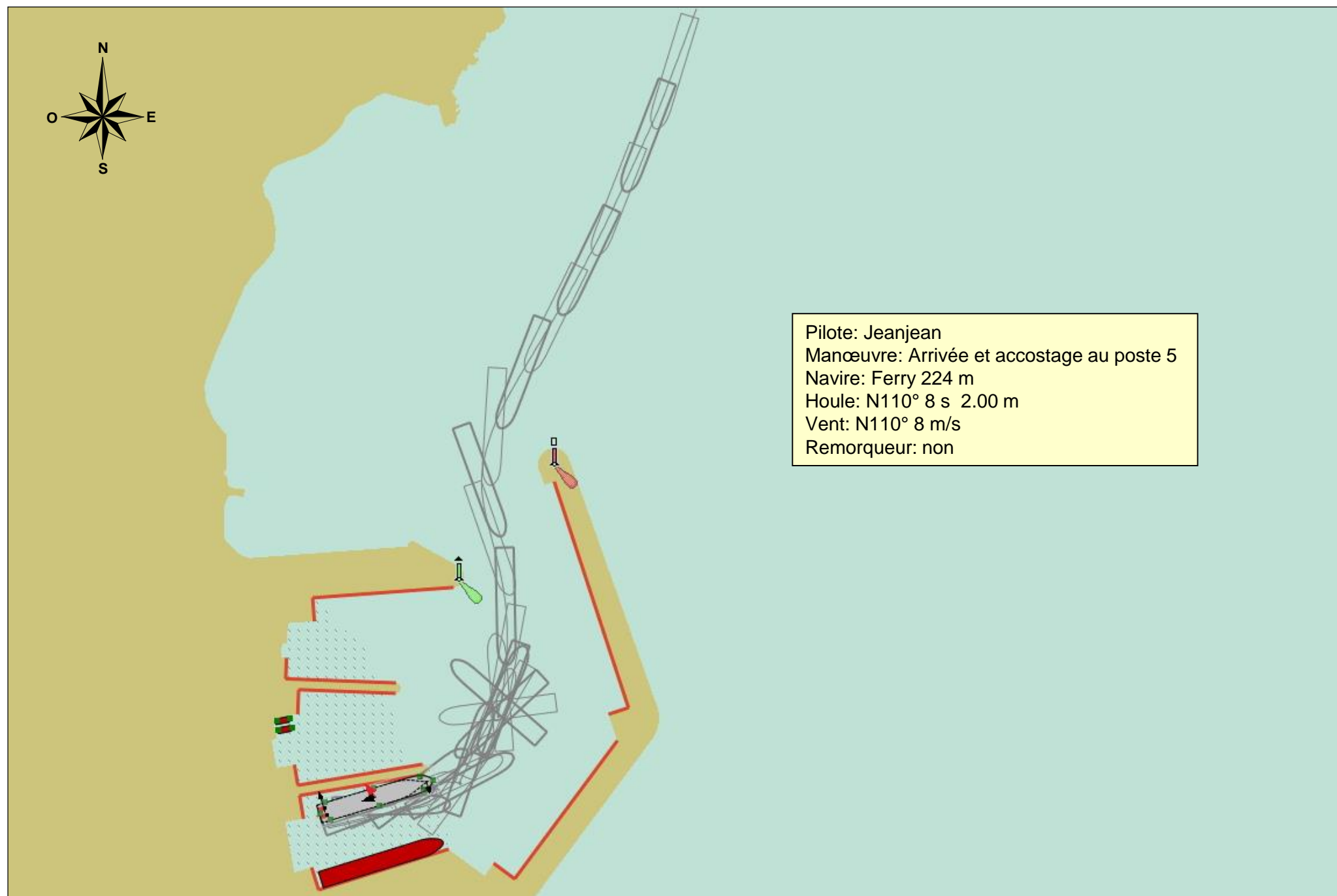


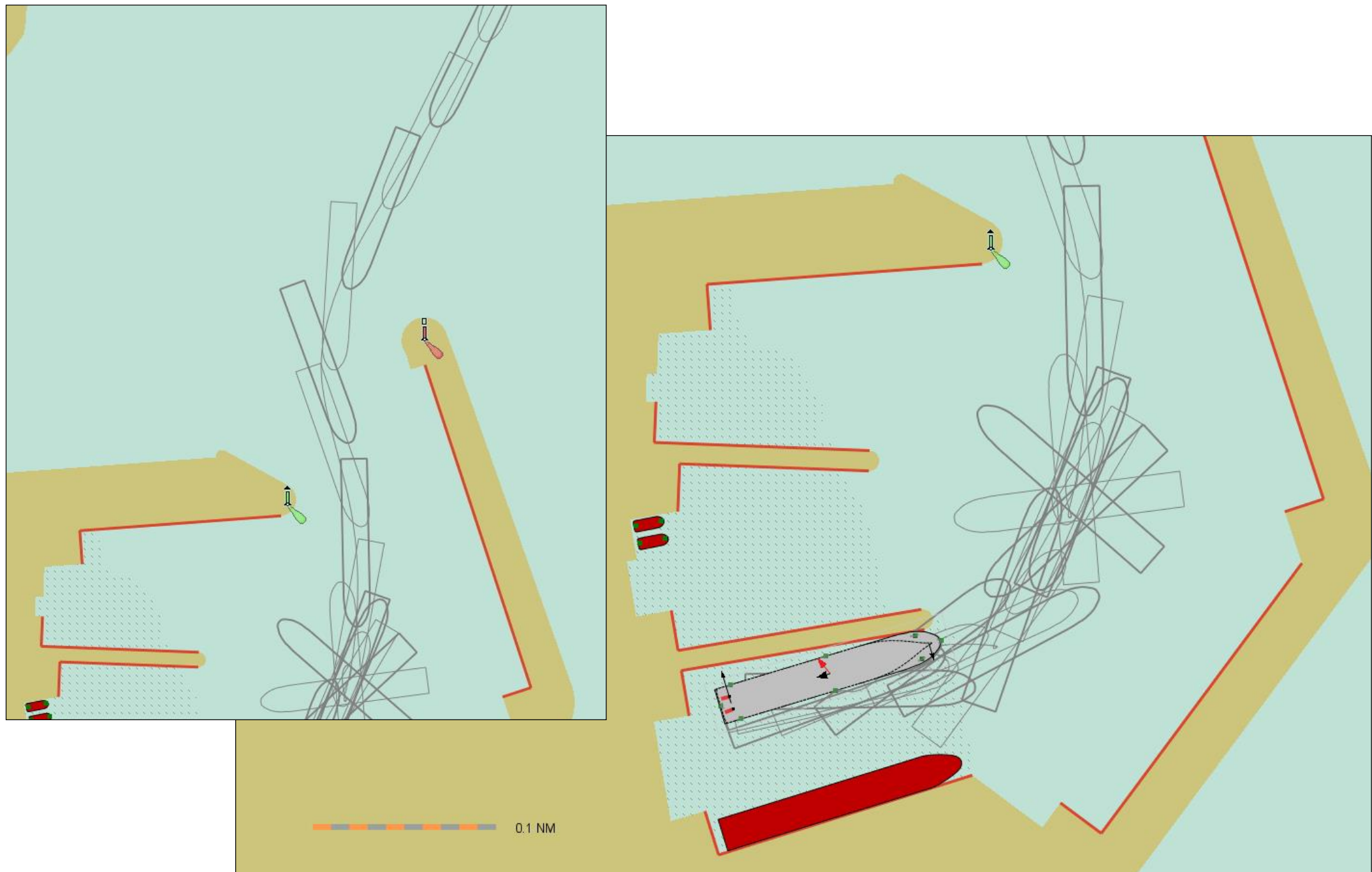


---

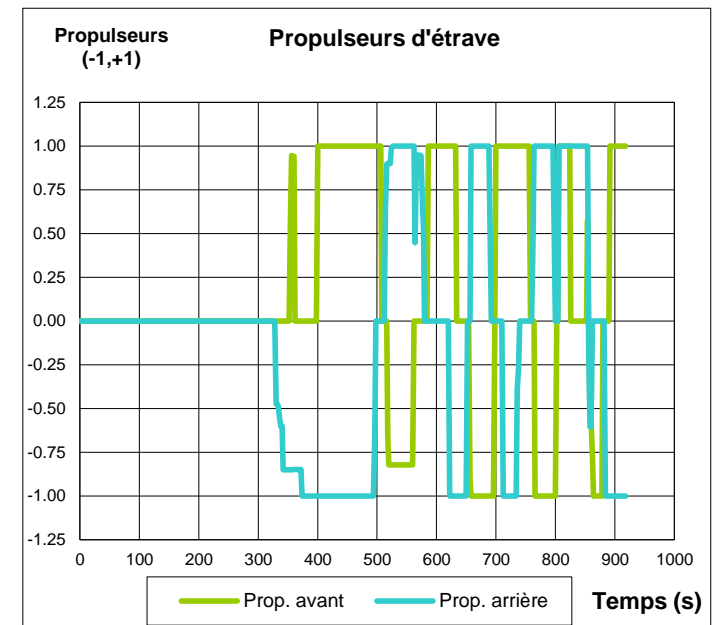
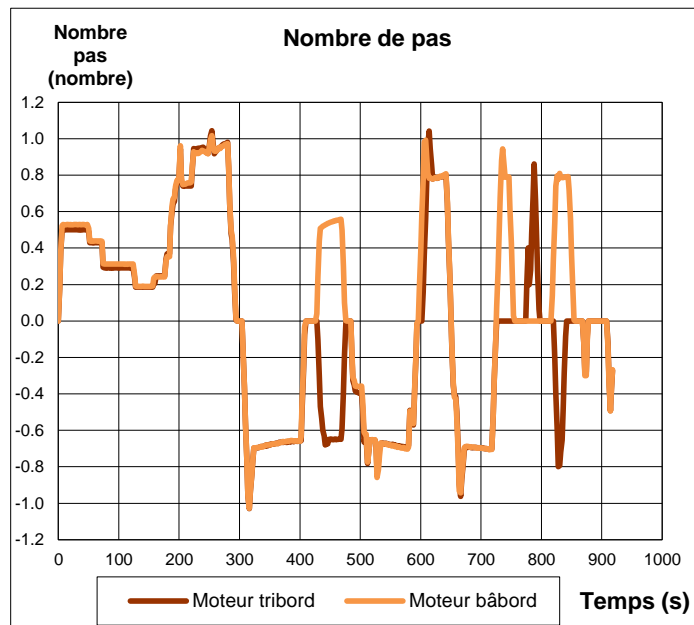
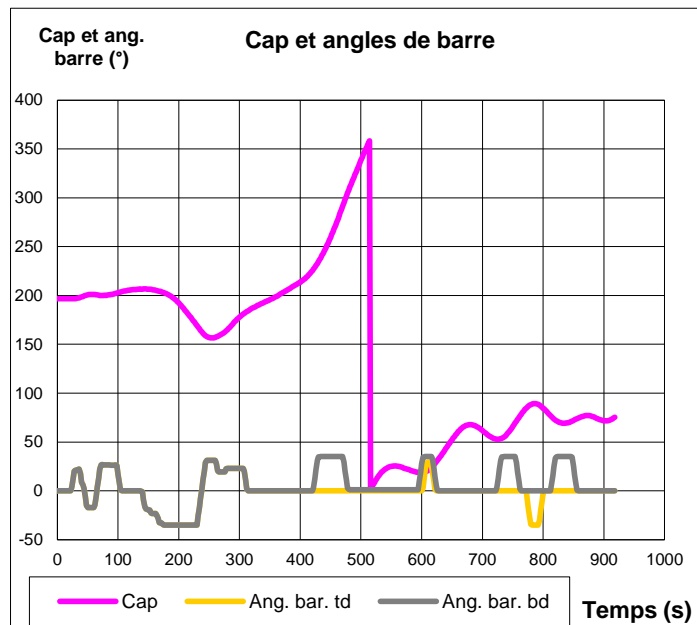
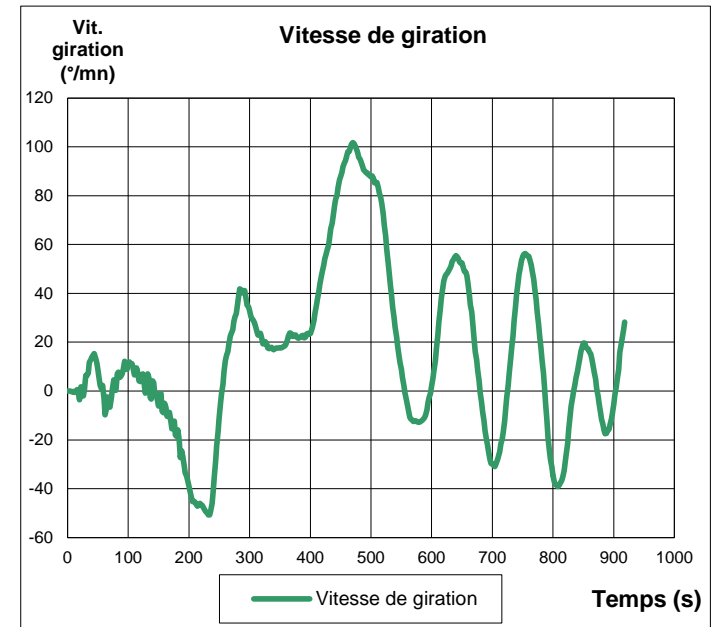
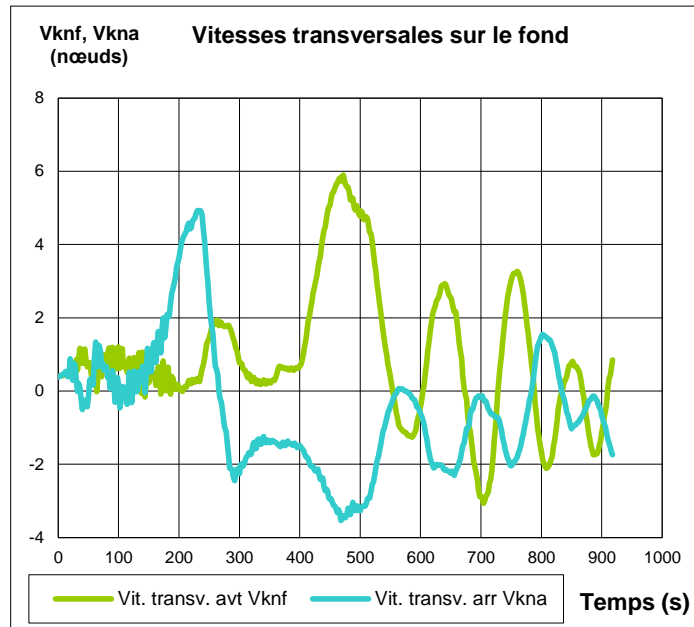
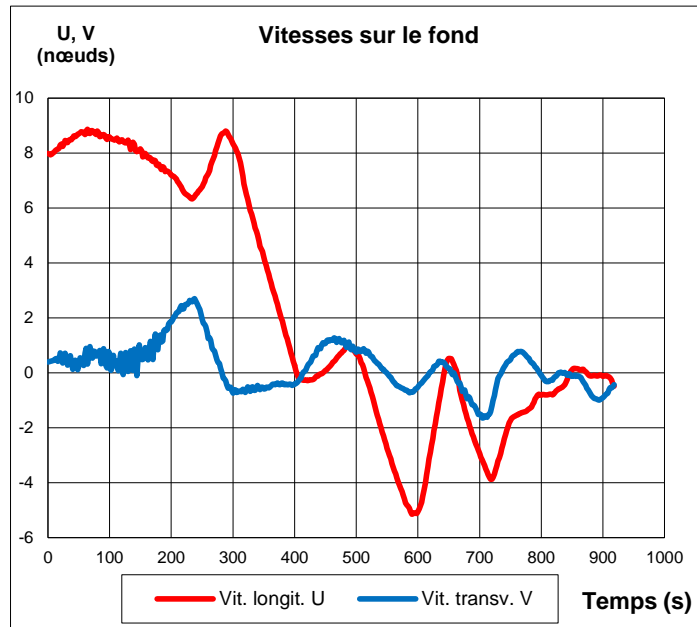
## **SIMULATIONS DE NAVIGATION**

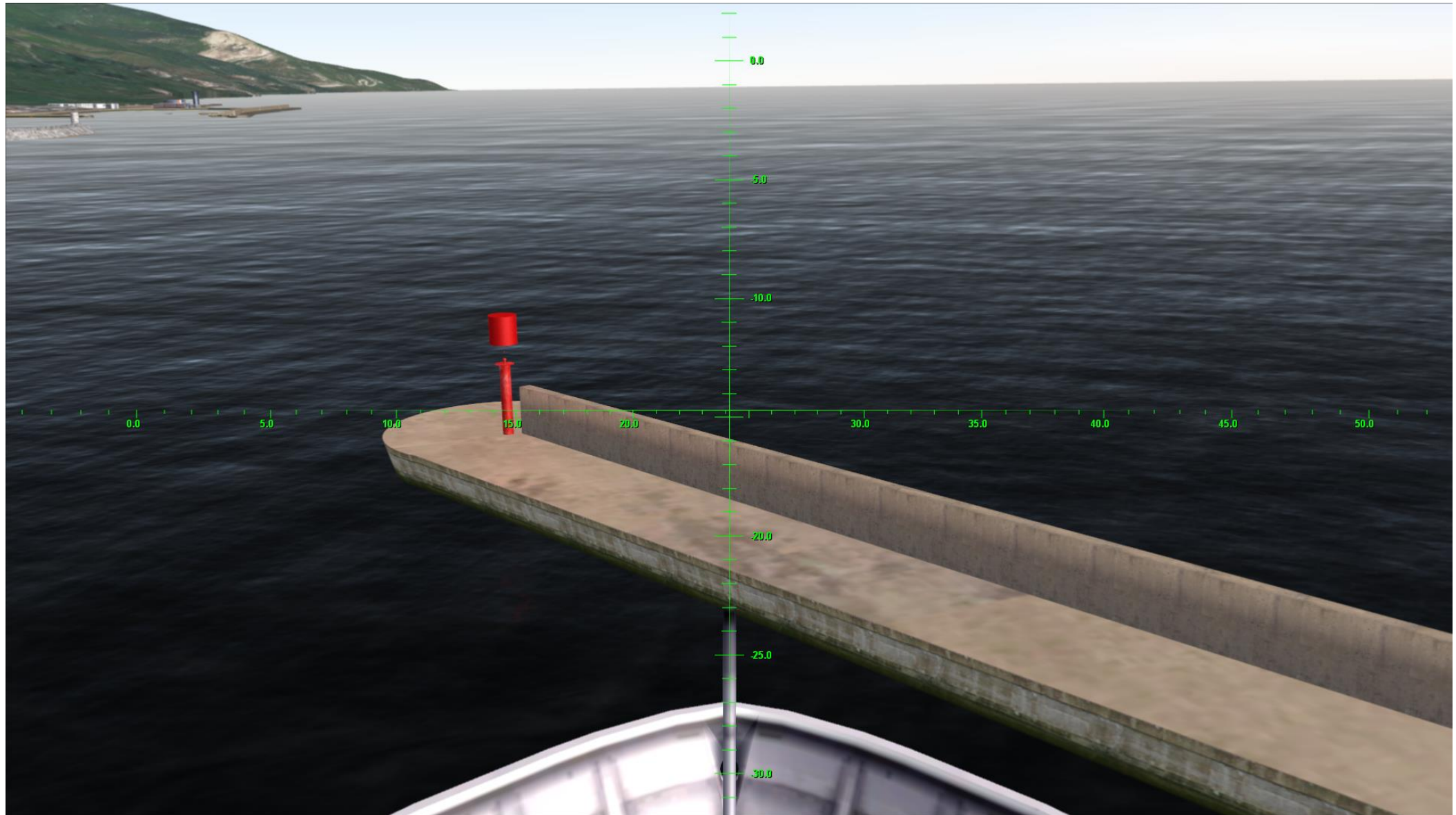
### **ESSAIS 31 - 40**

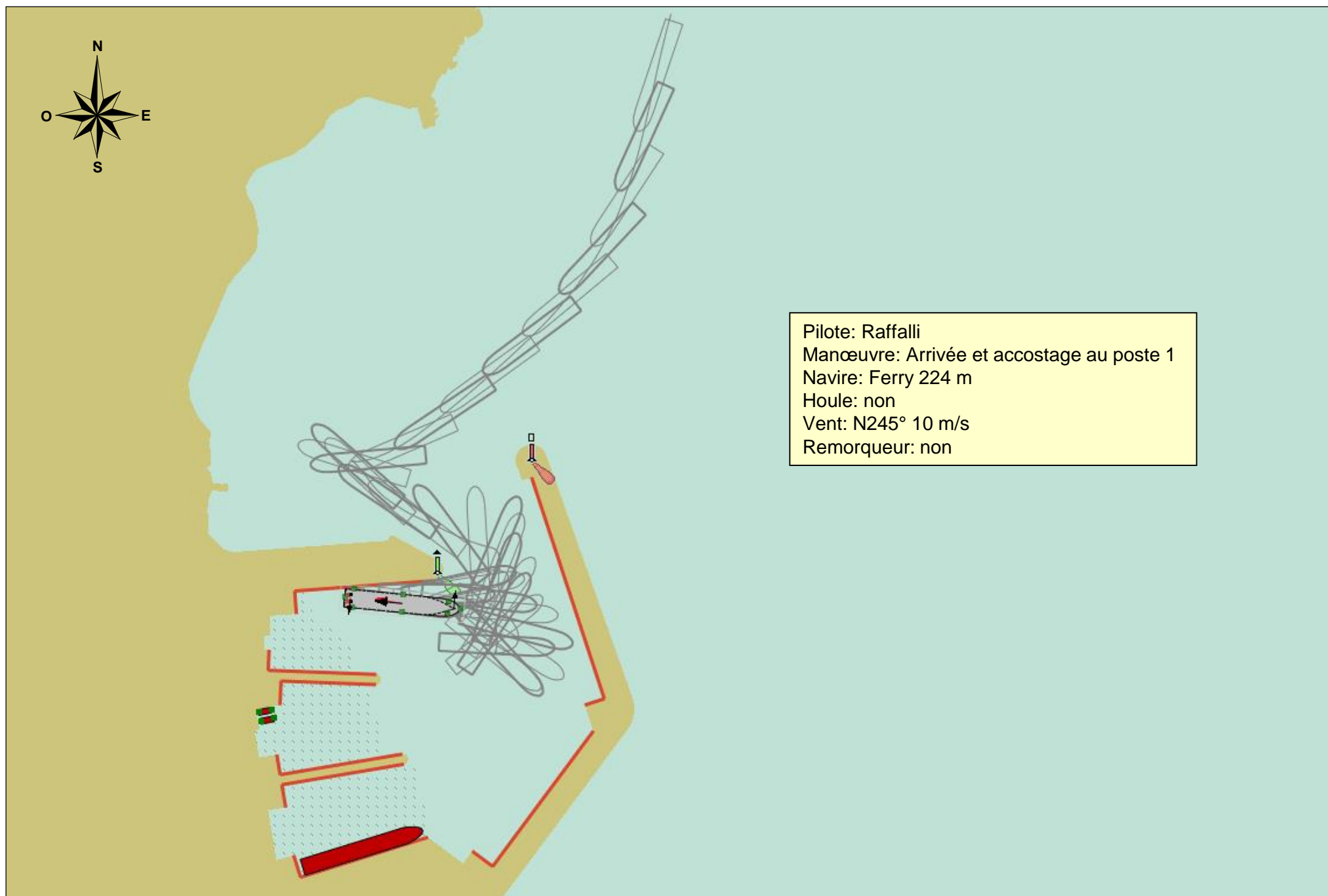


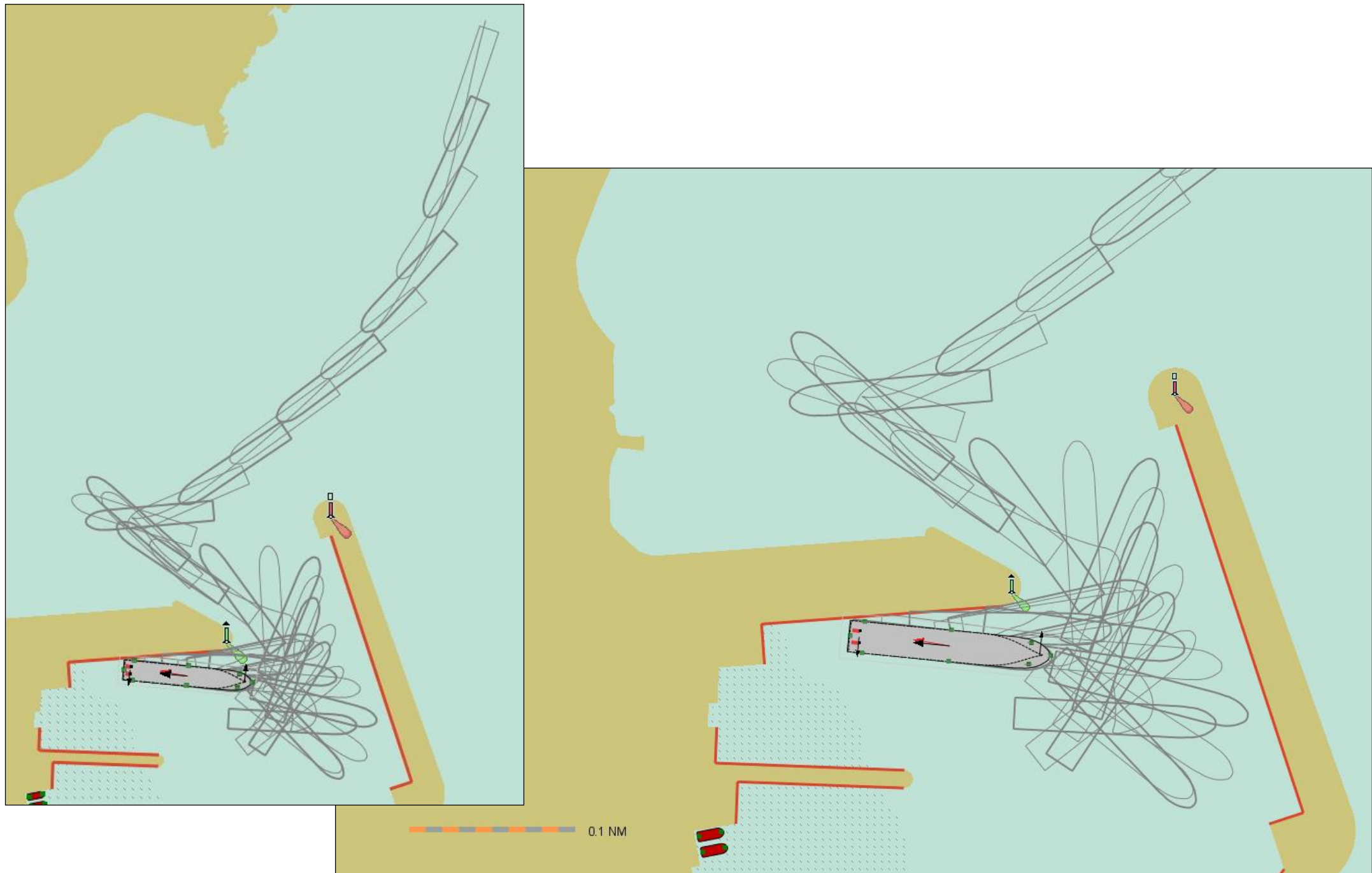




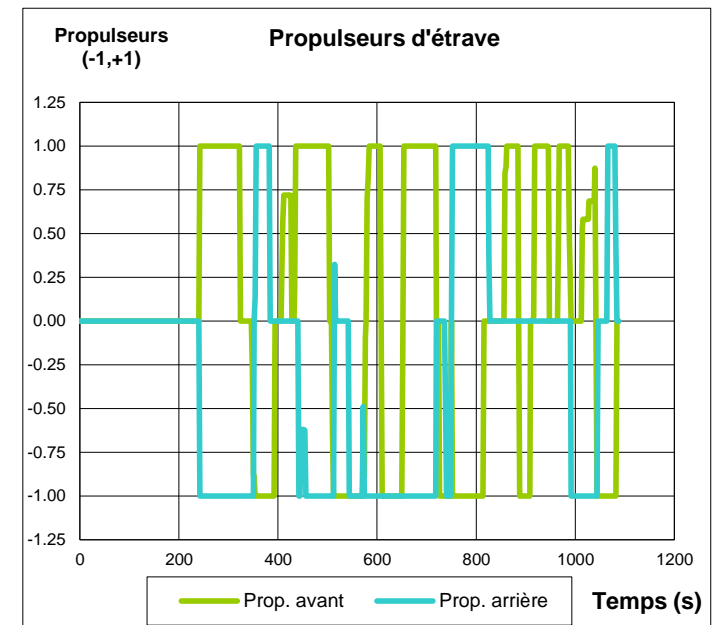
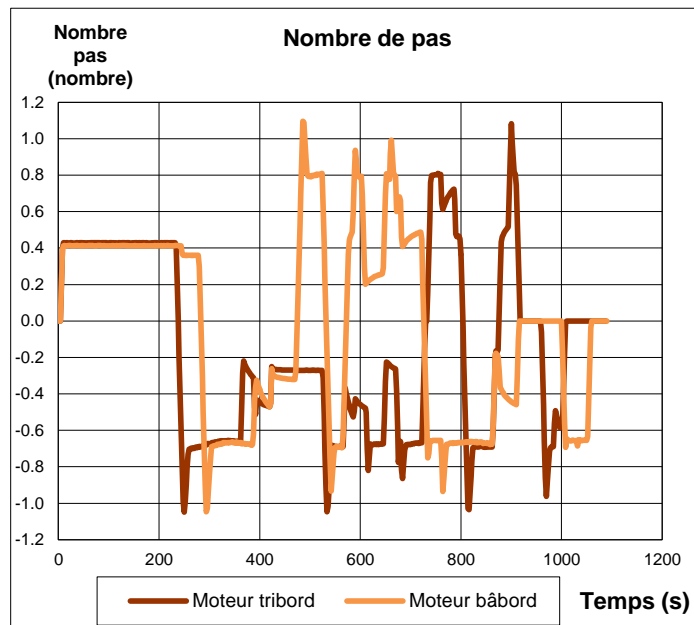
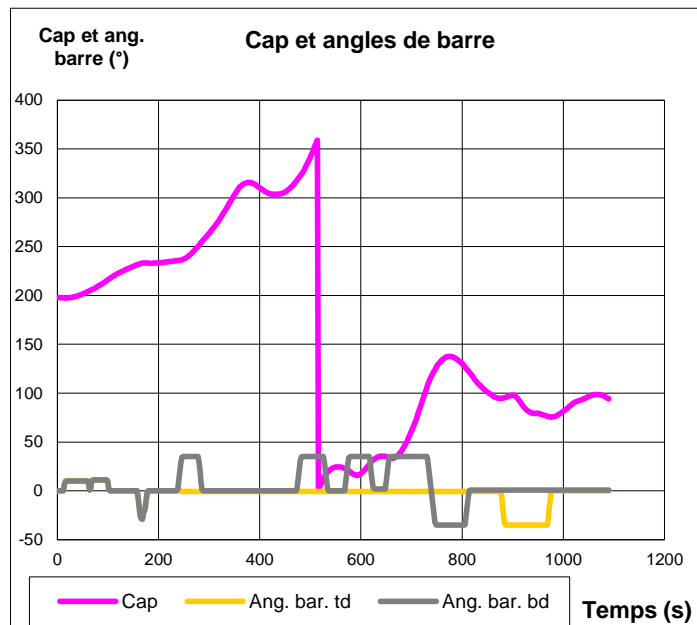
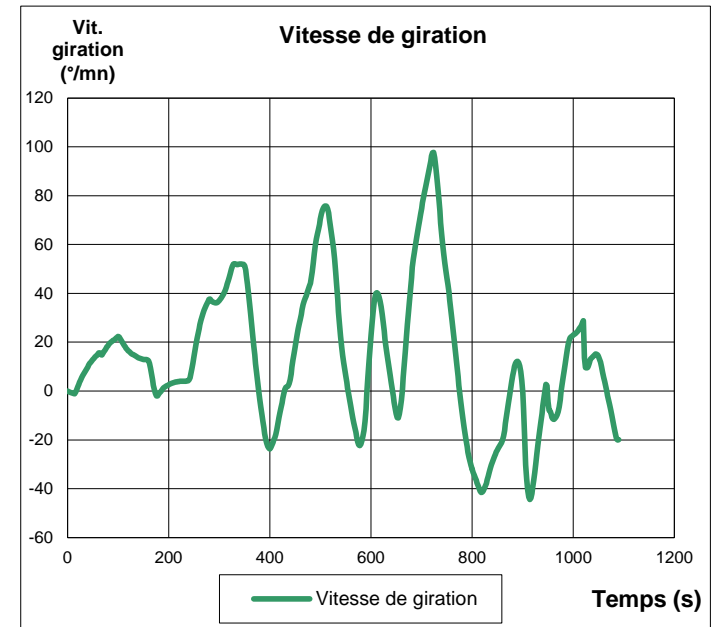
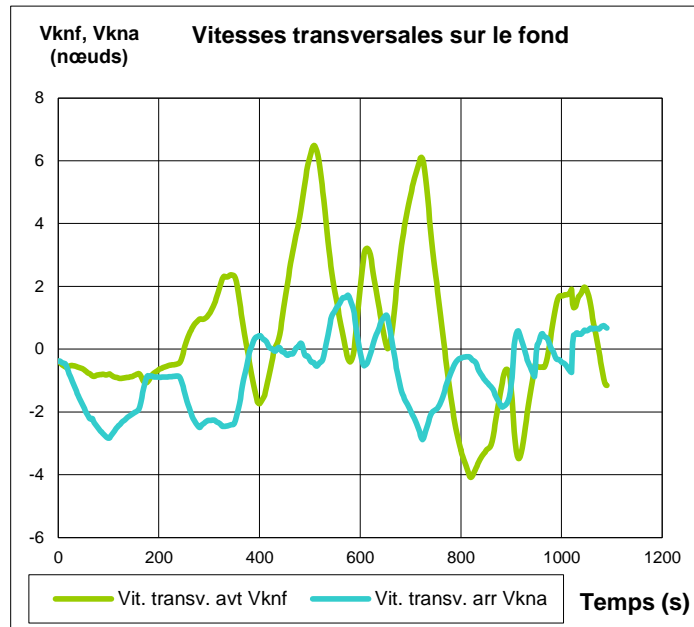
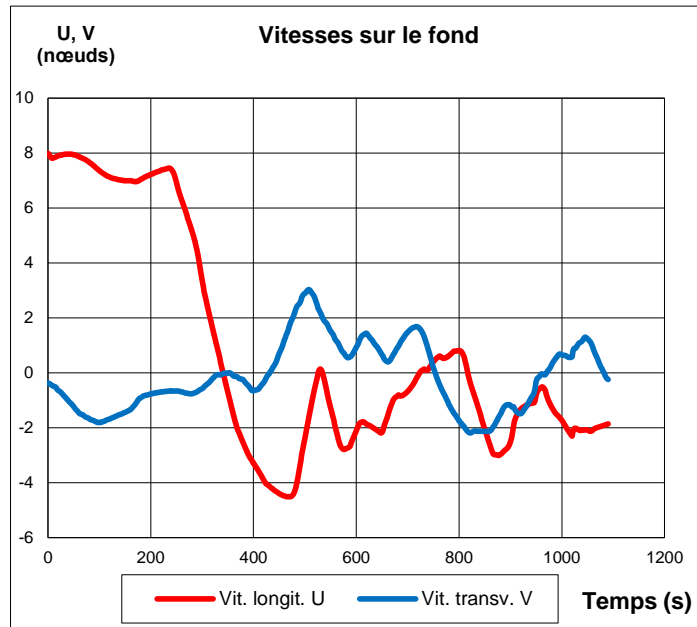




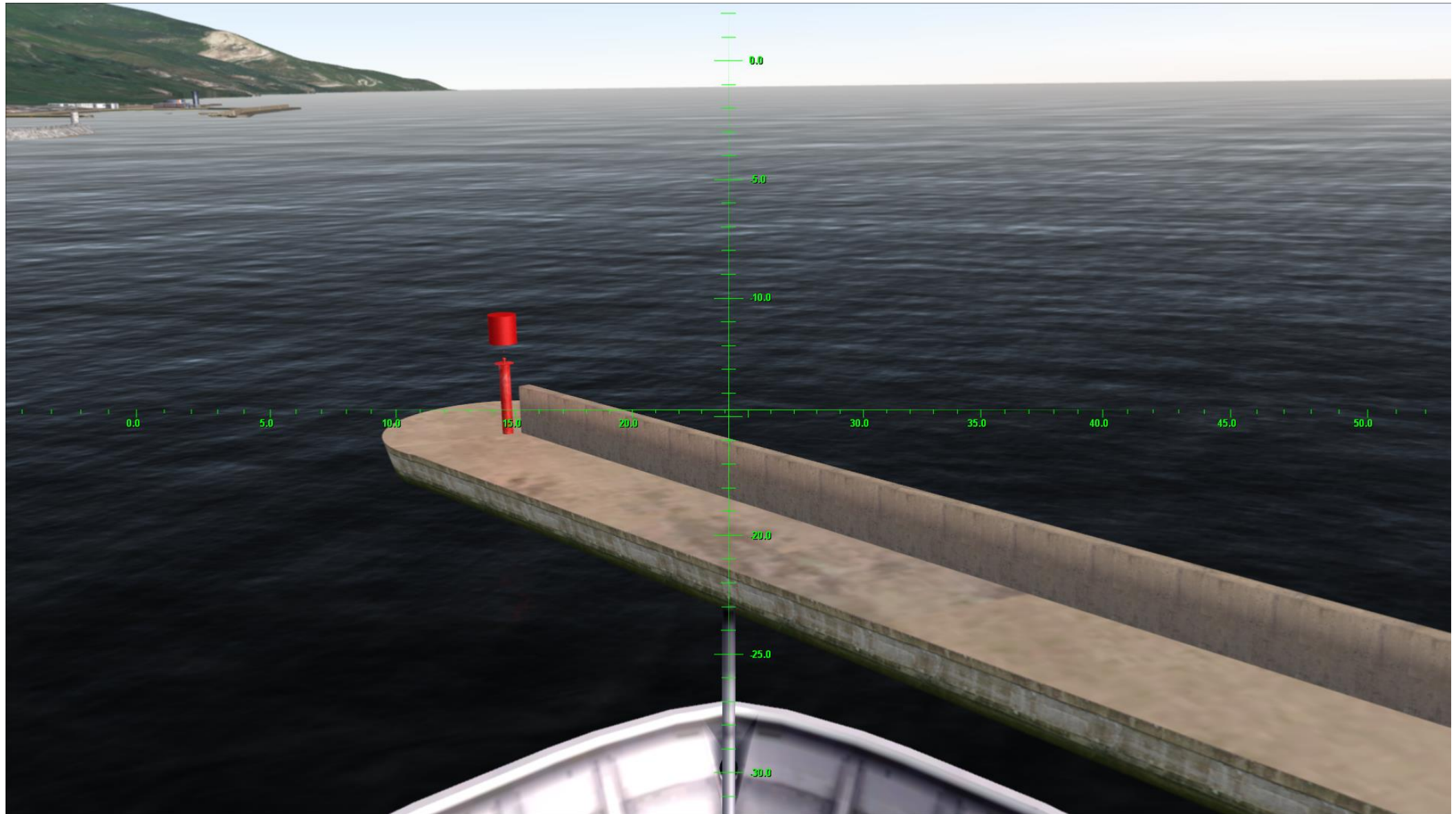


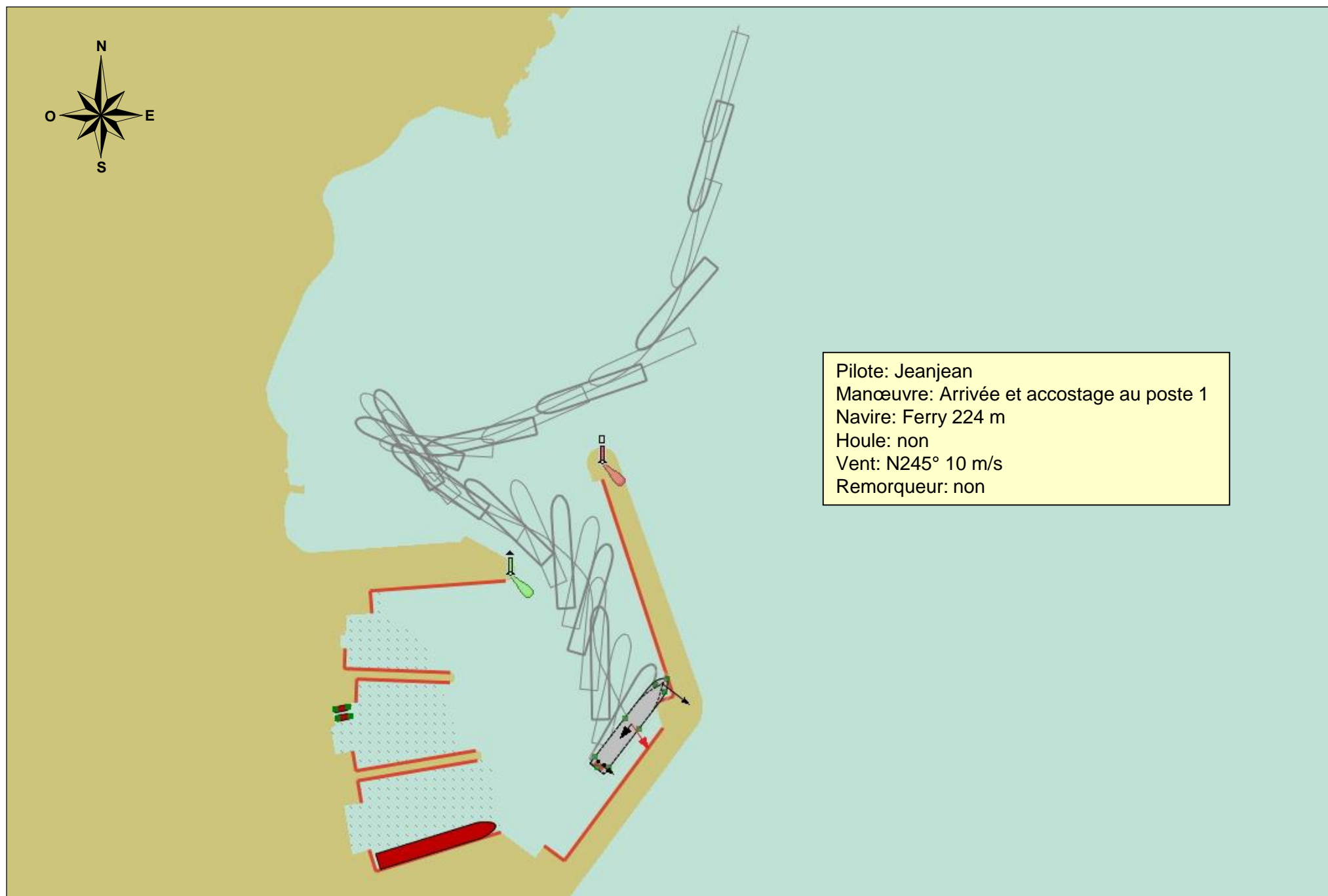




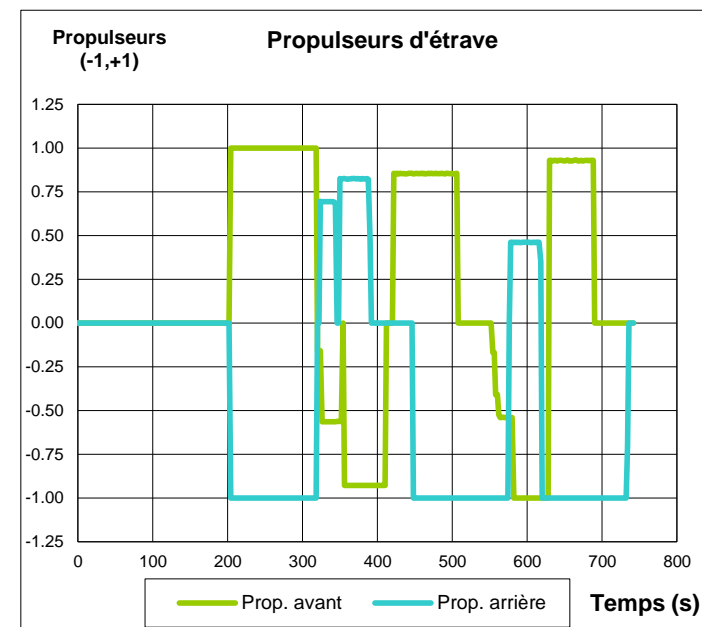
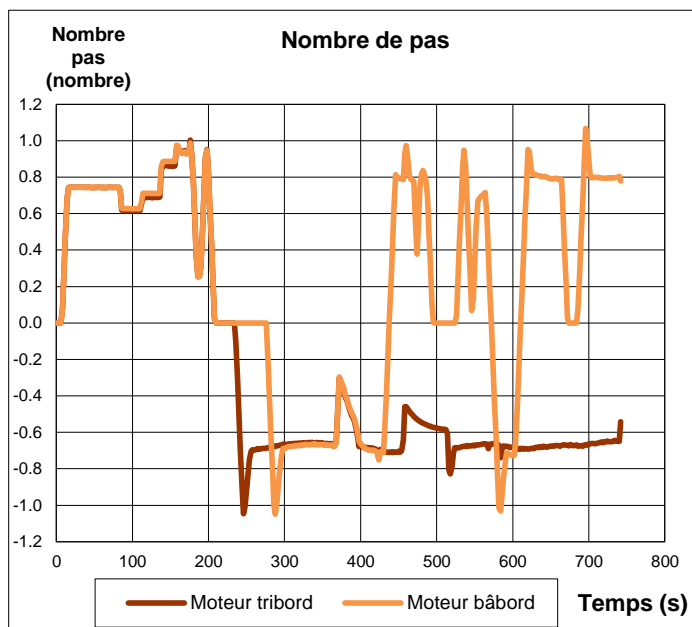
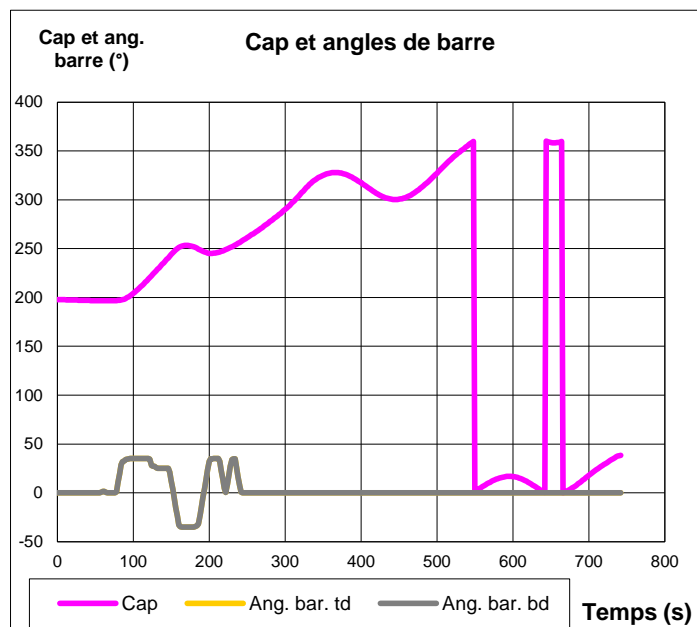
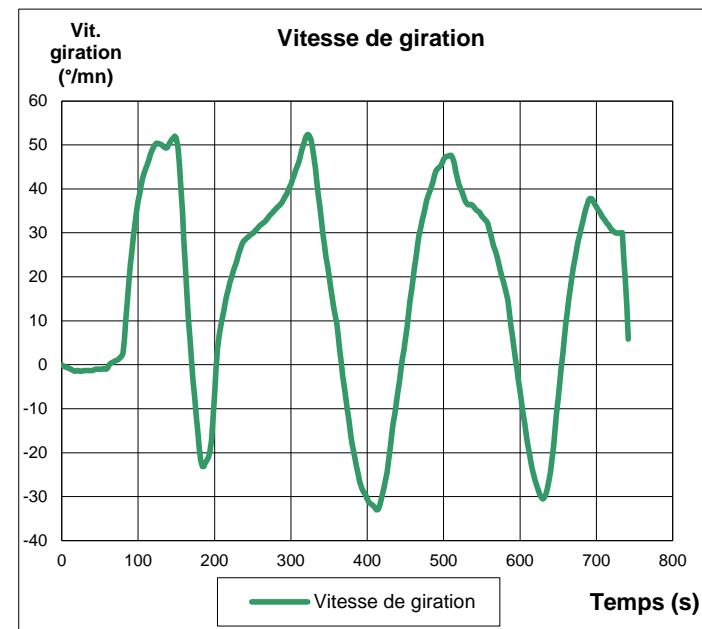
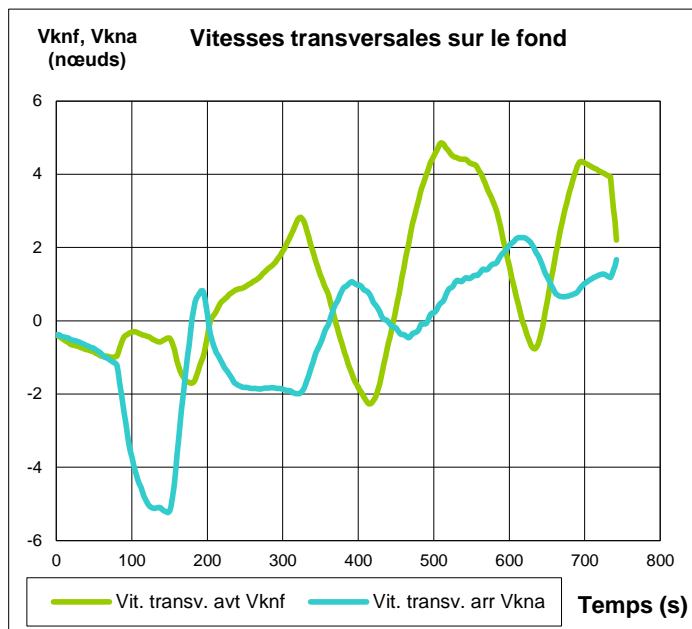
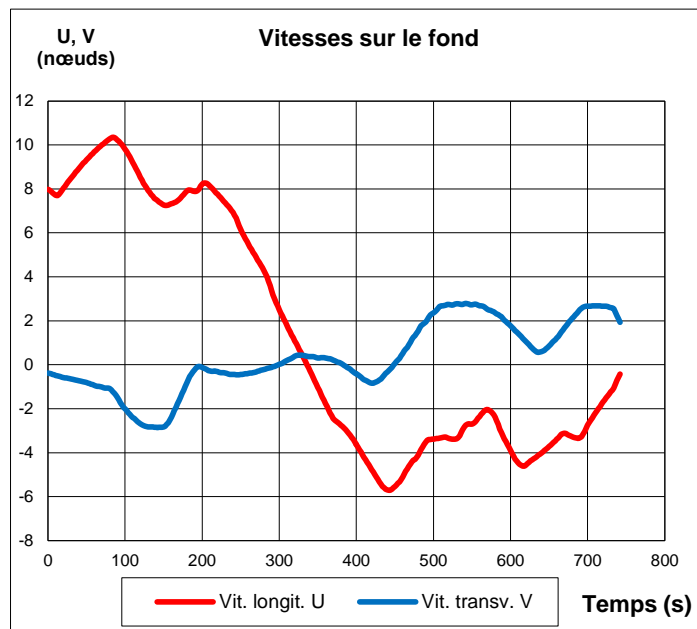








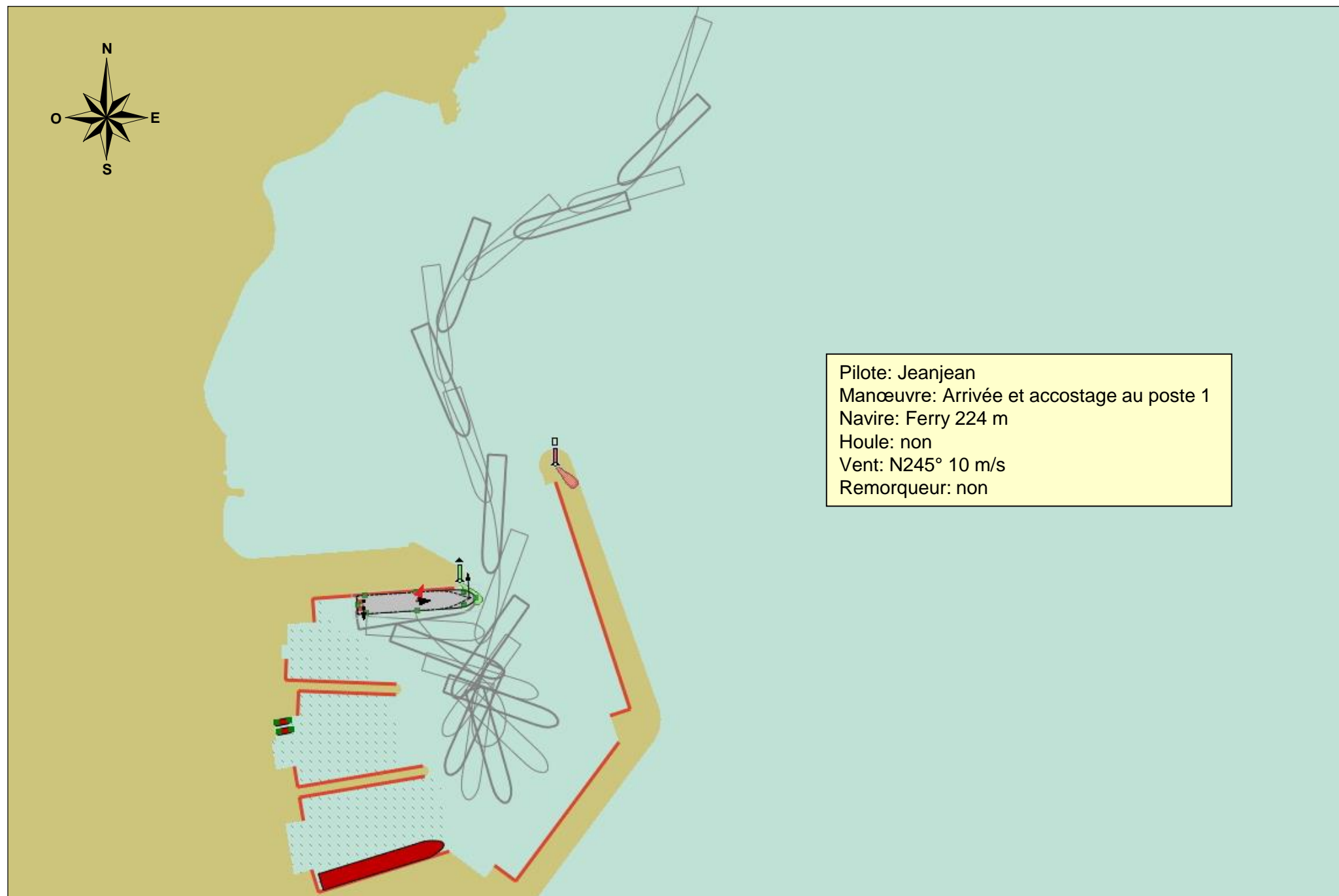


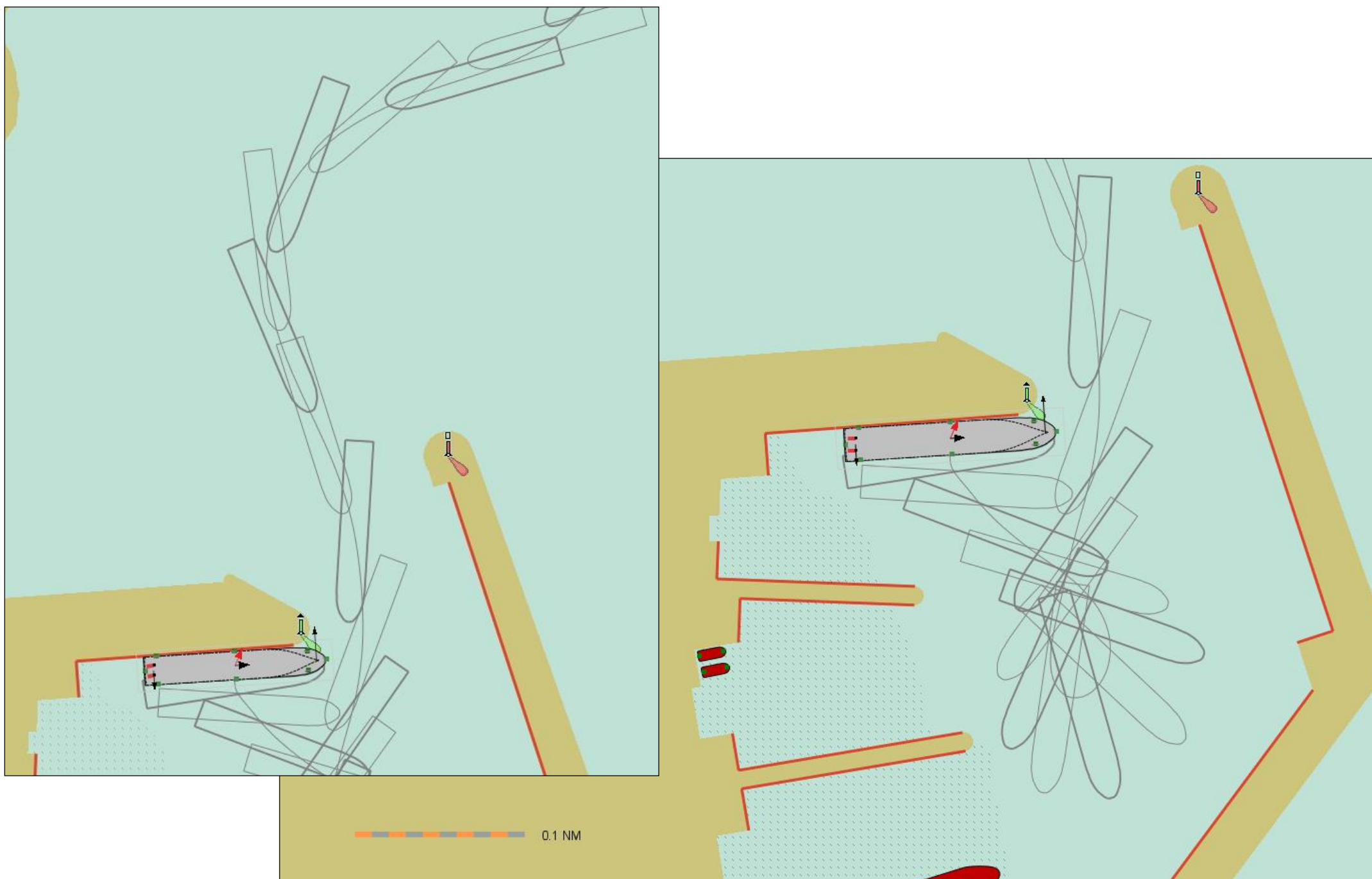


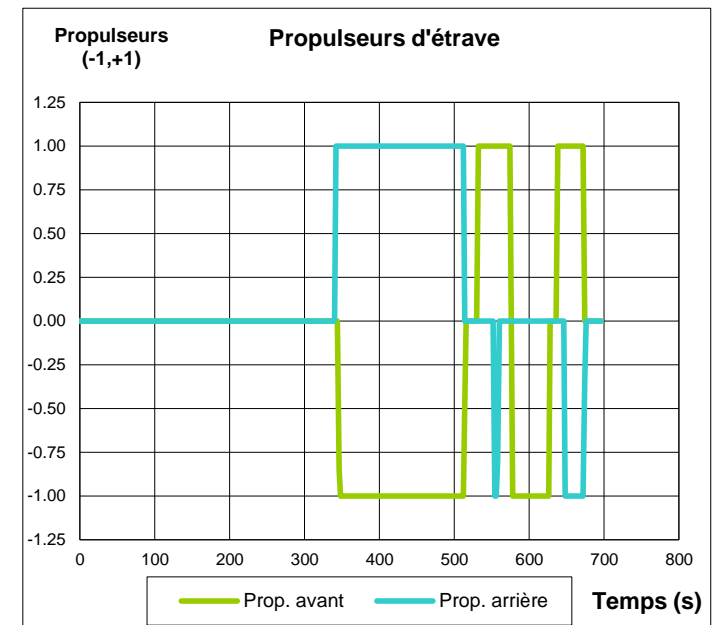
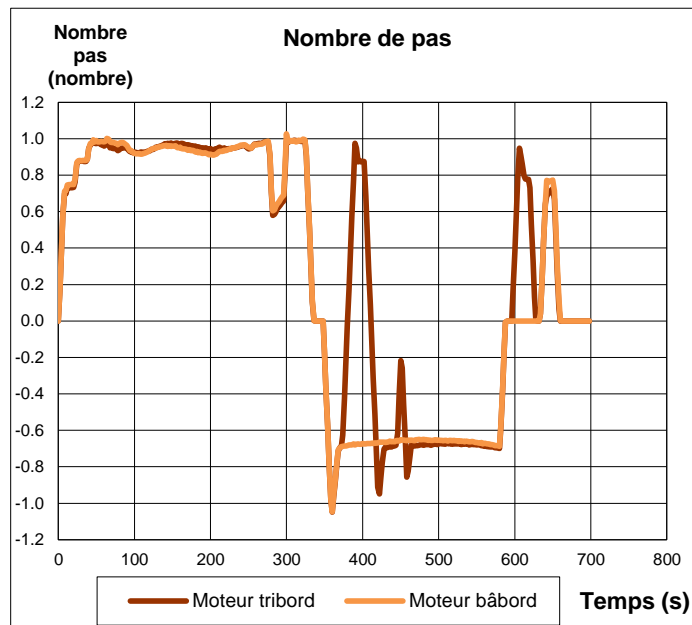
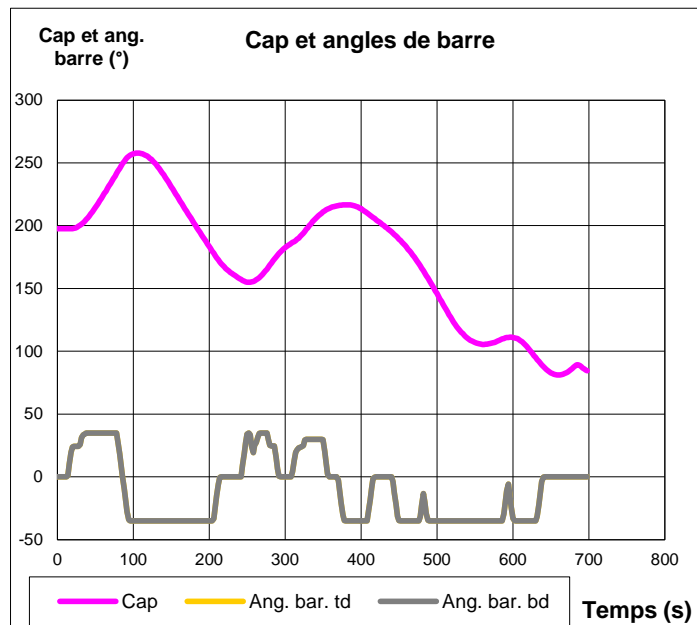
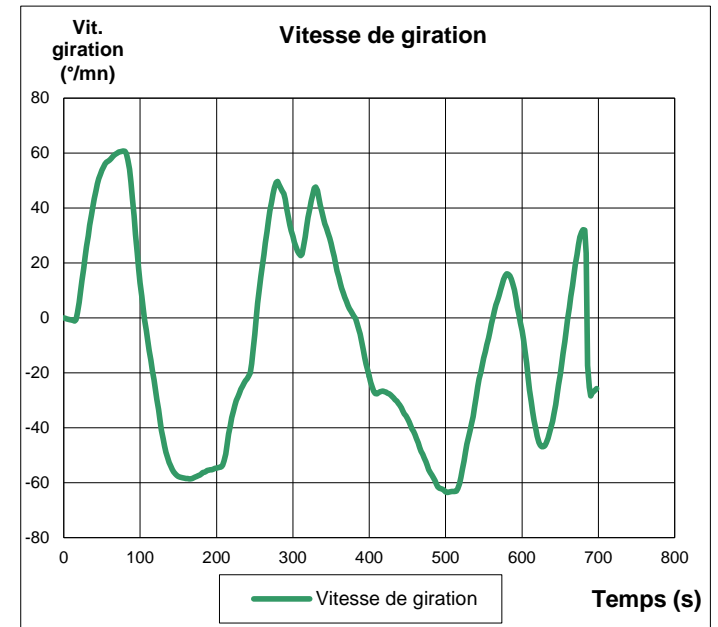
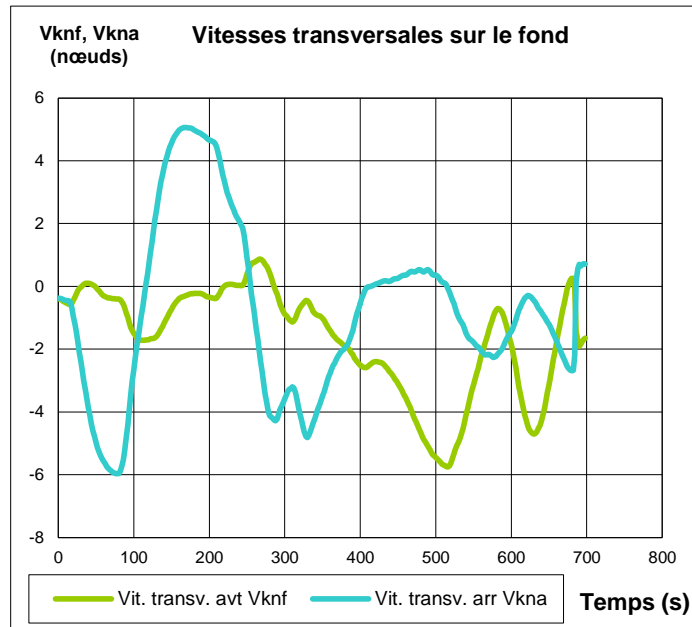
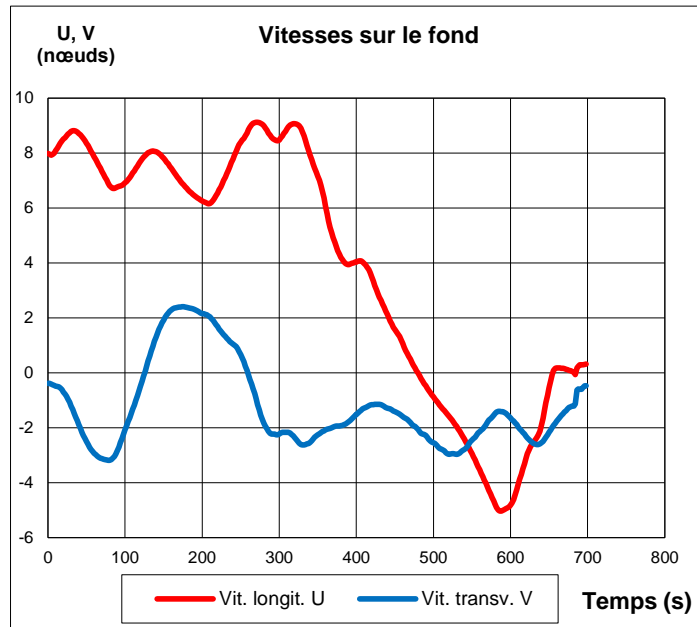






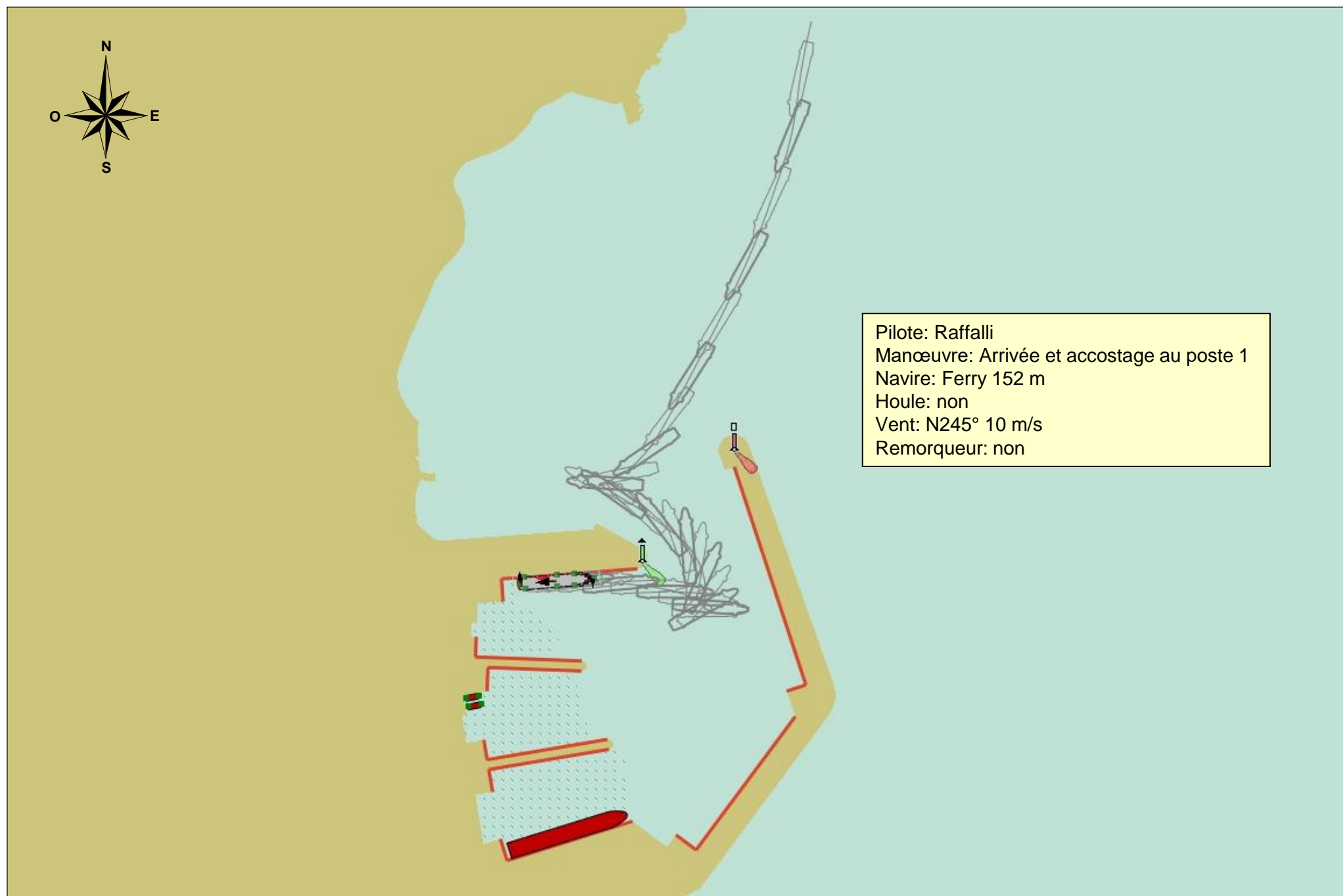




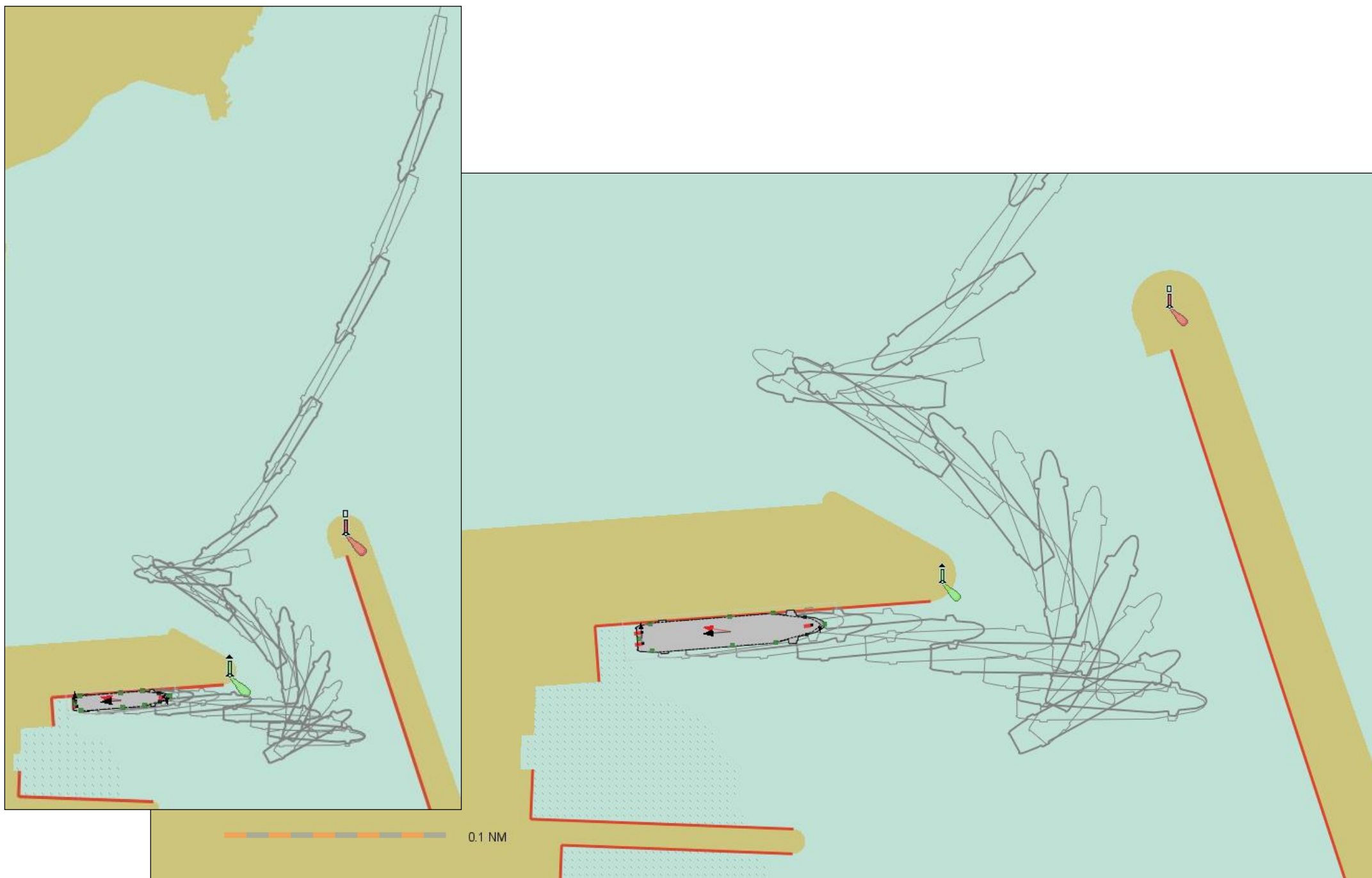


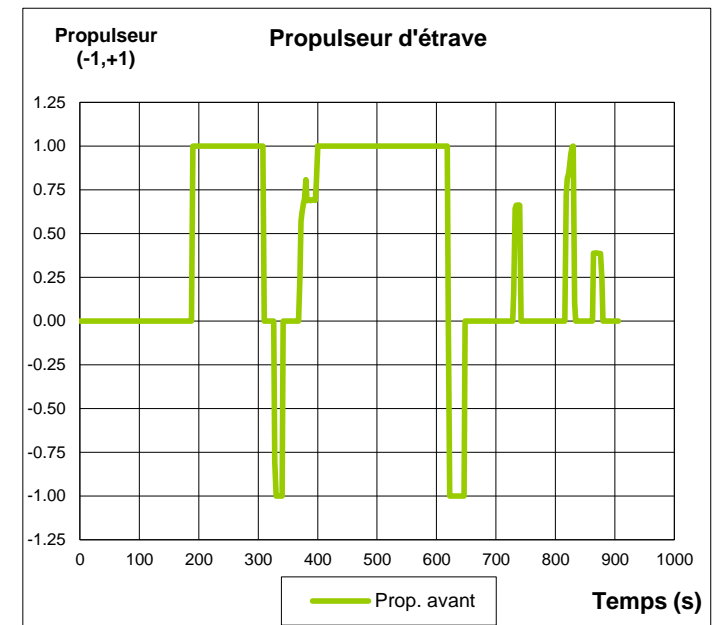
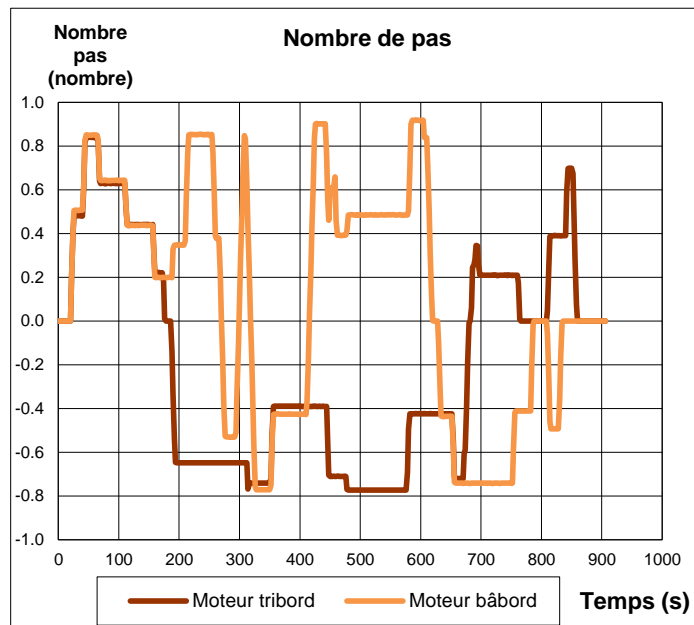
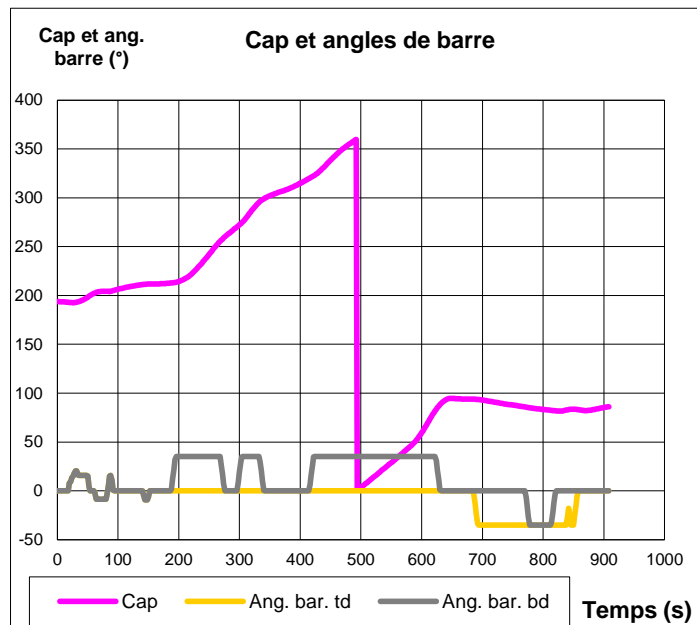
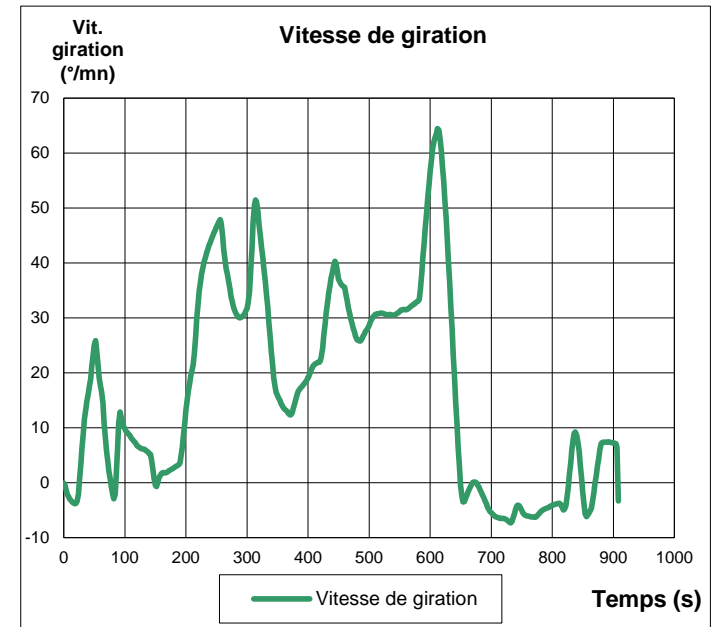
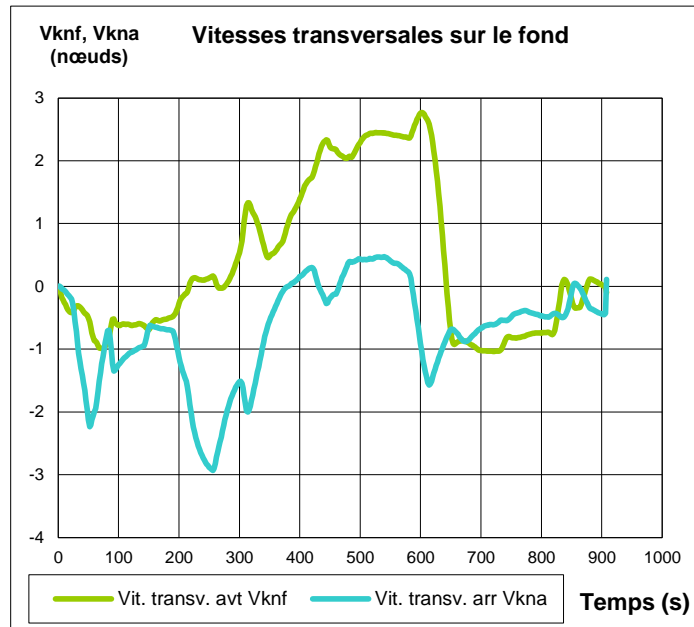
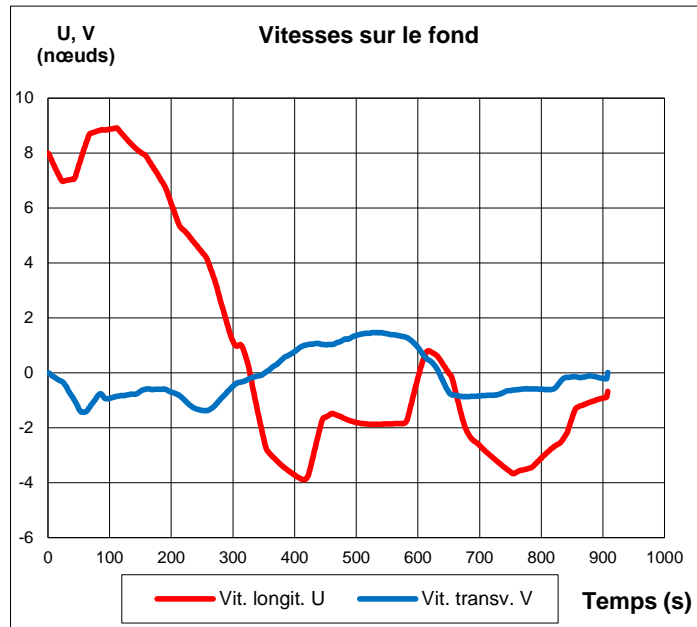


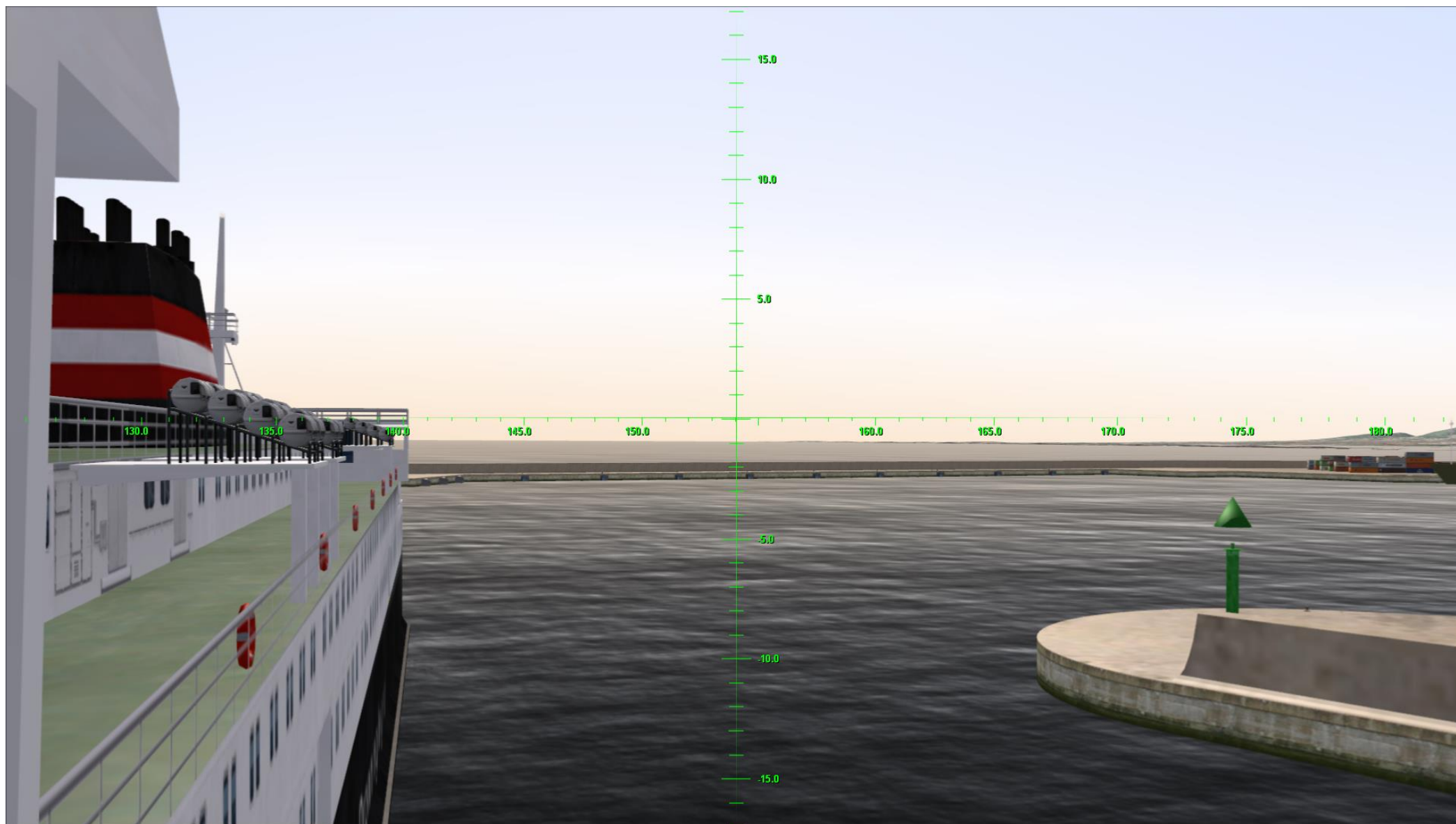


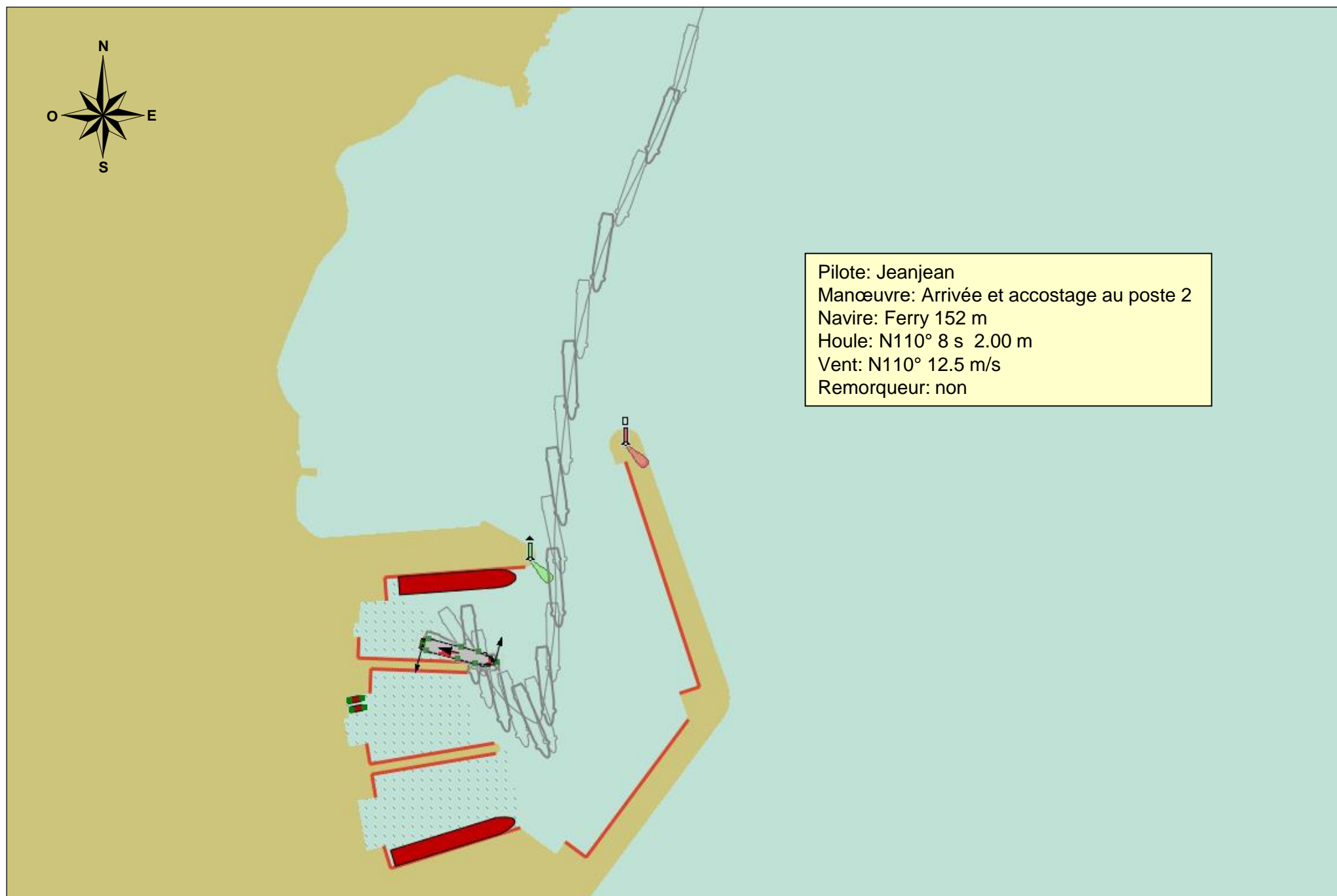


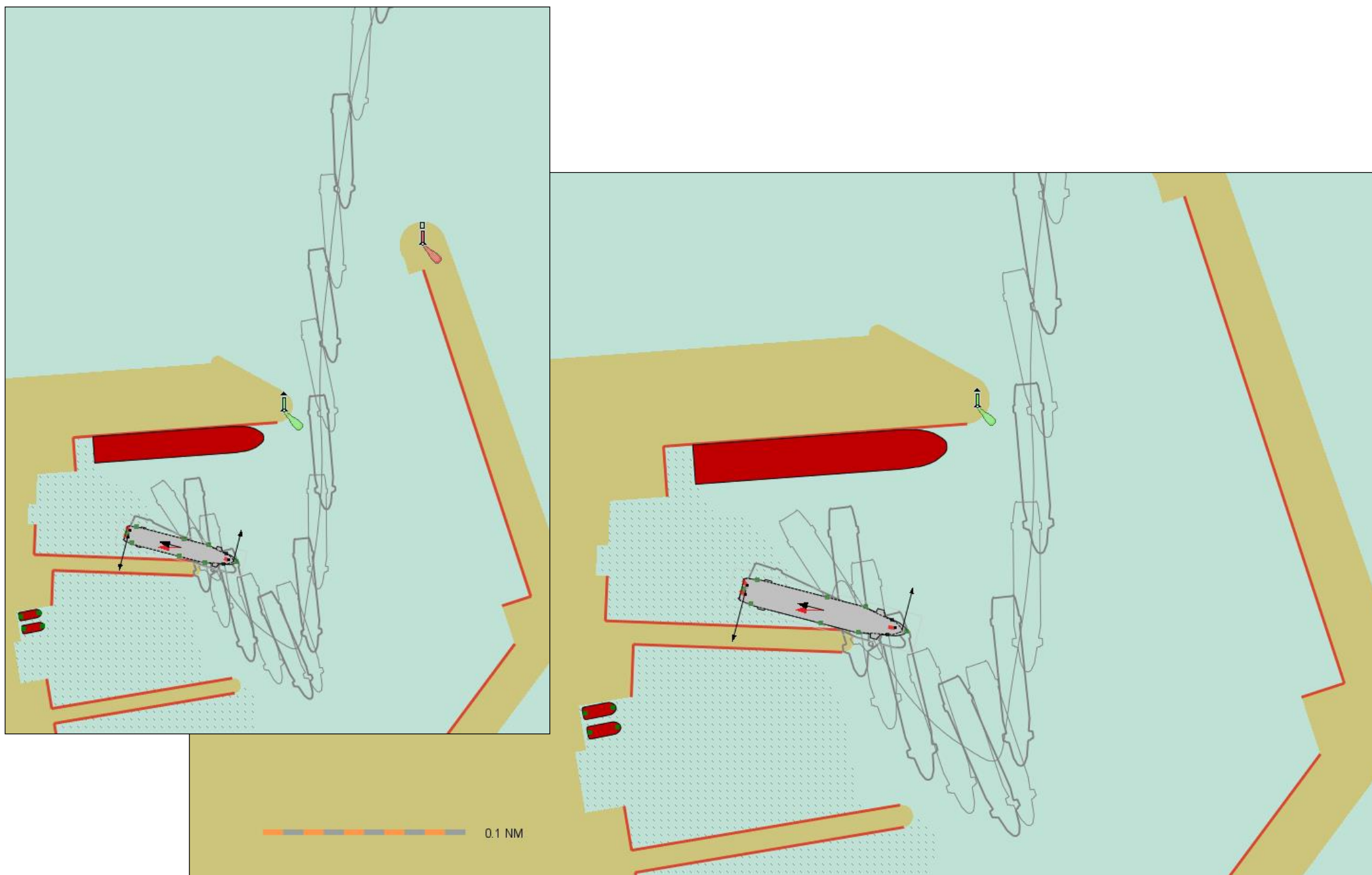




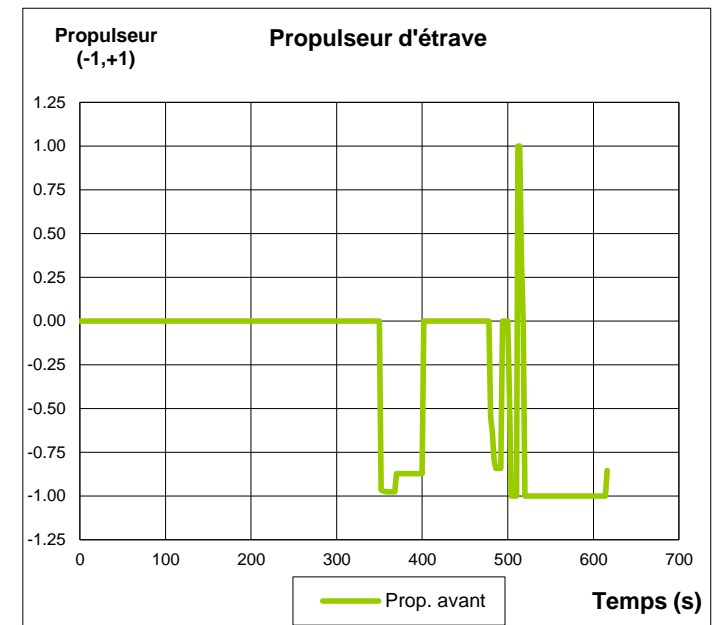
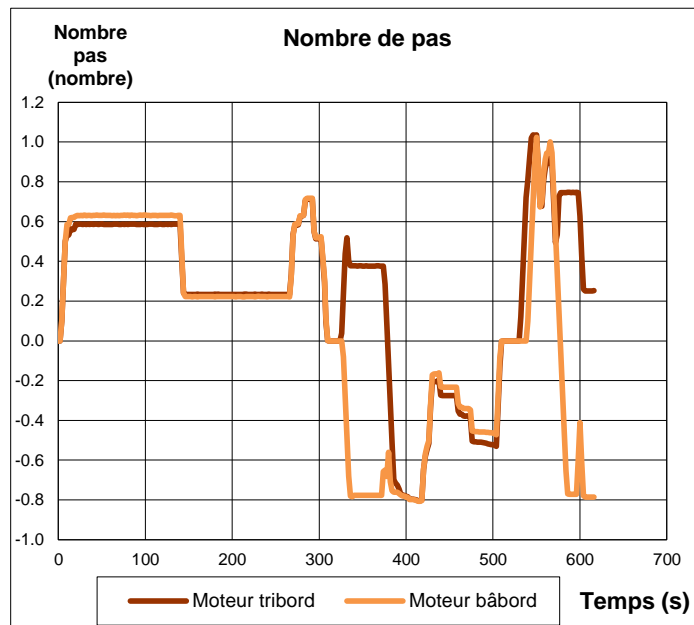
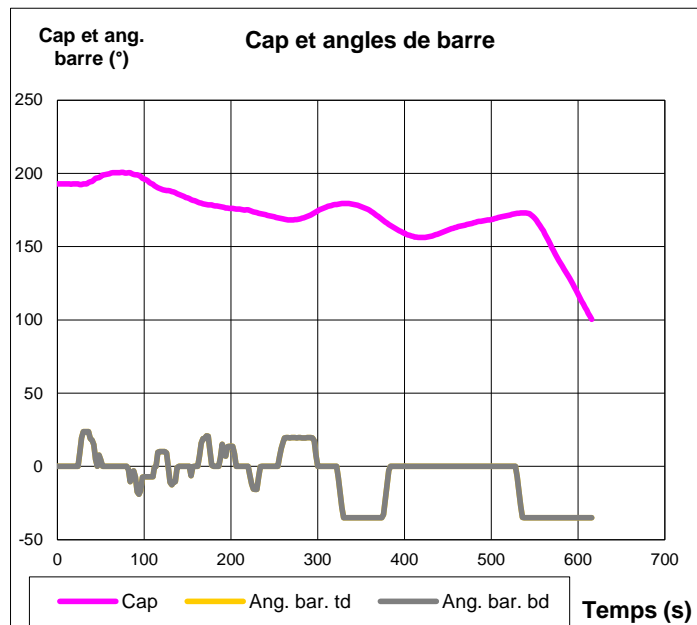
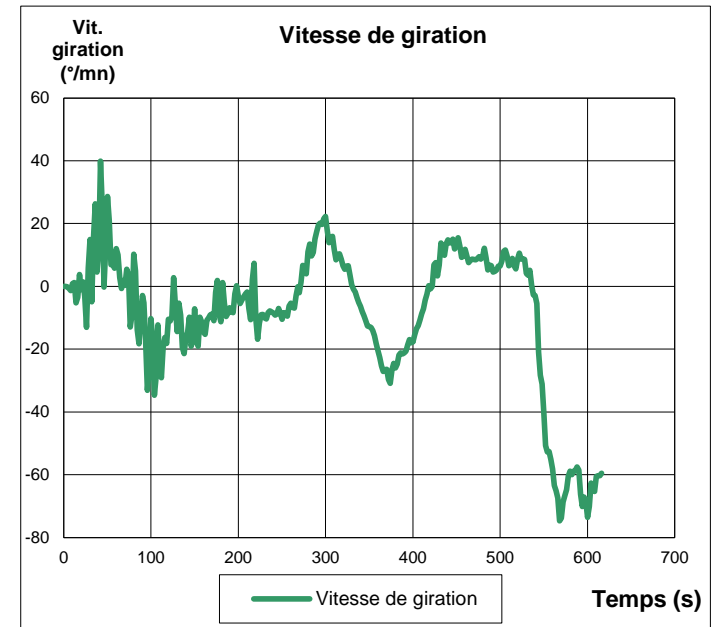
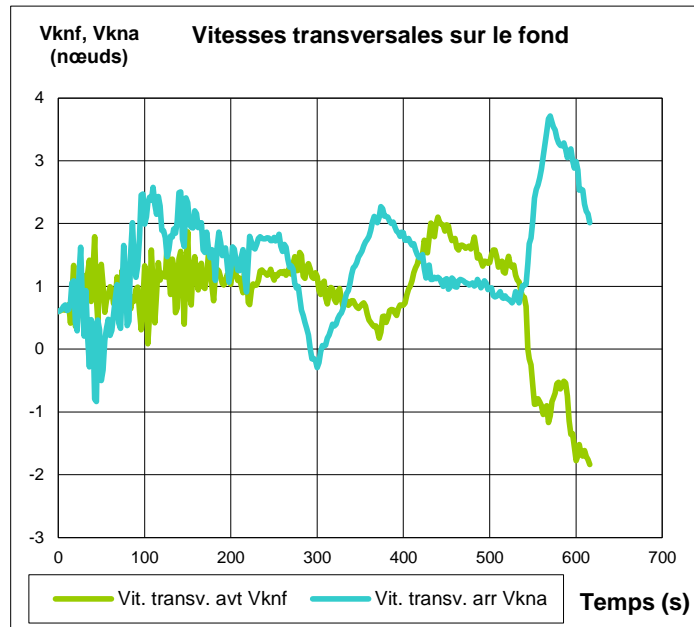
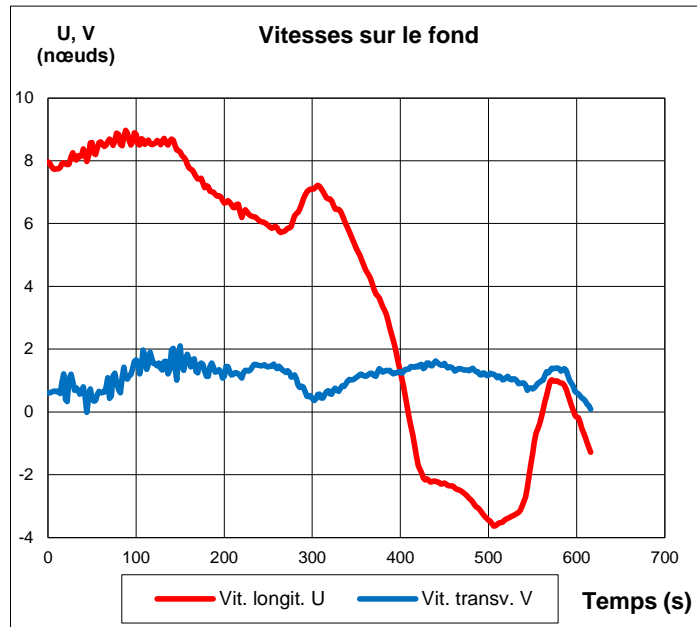




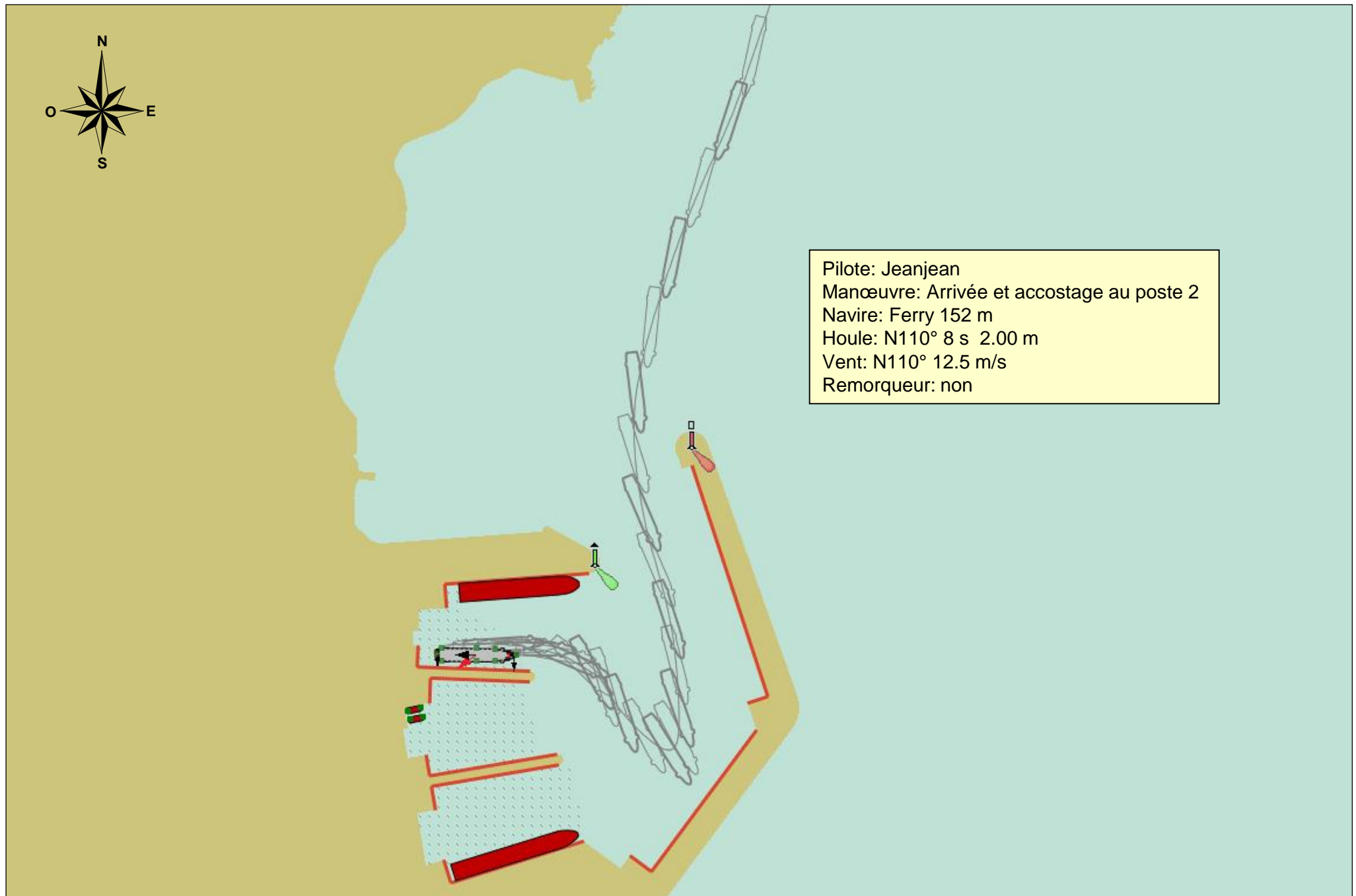


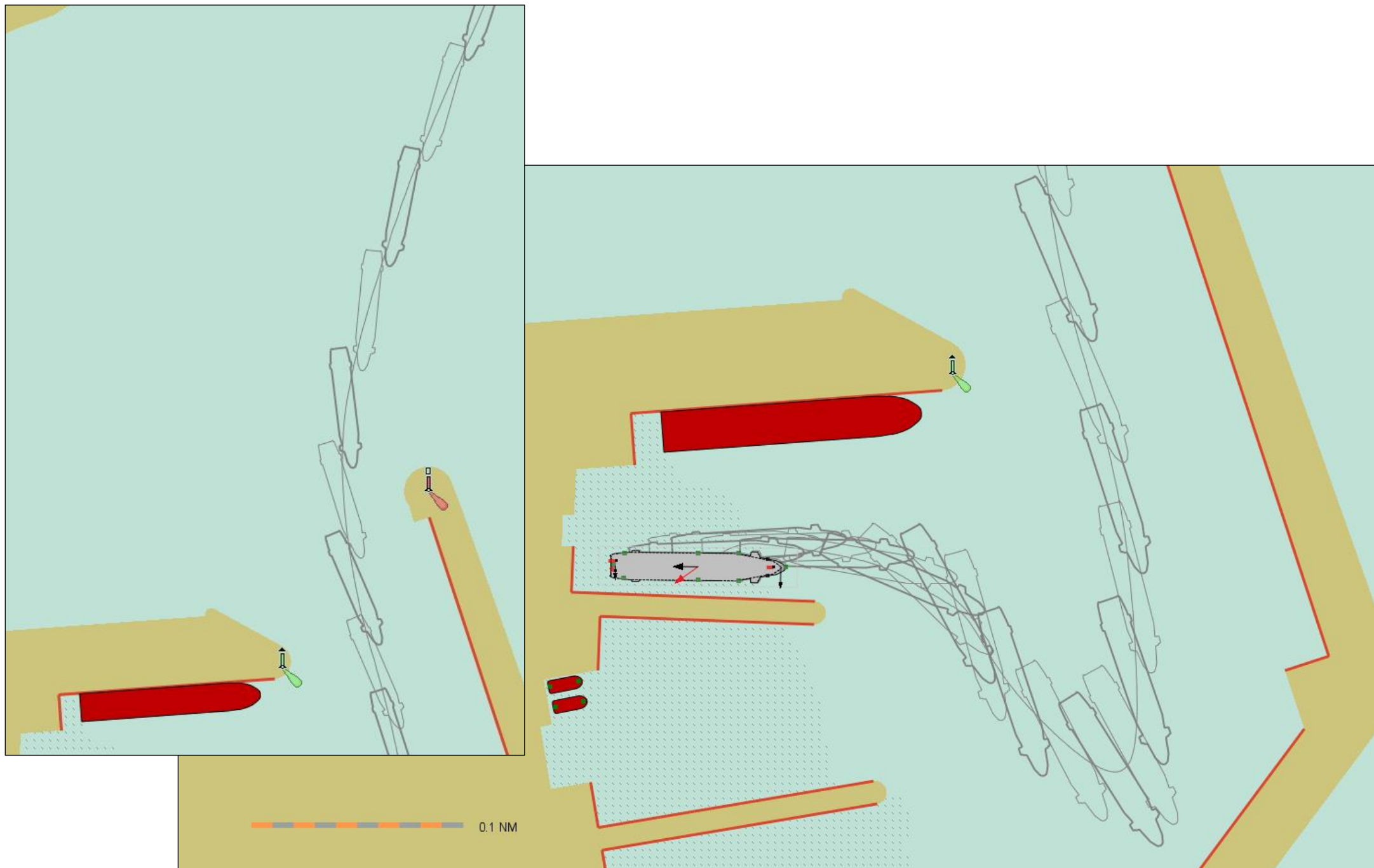




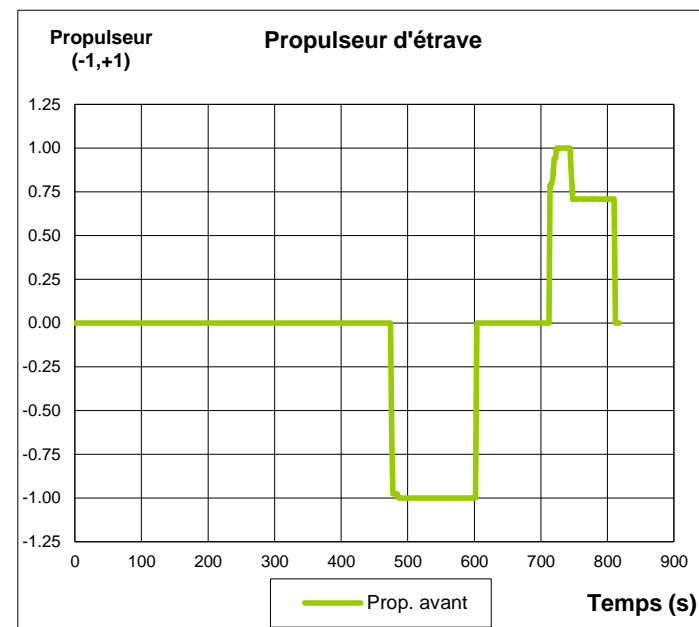
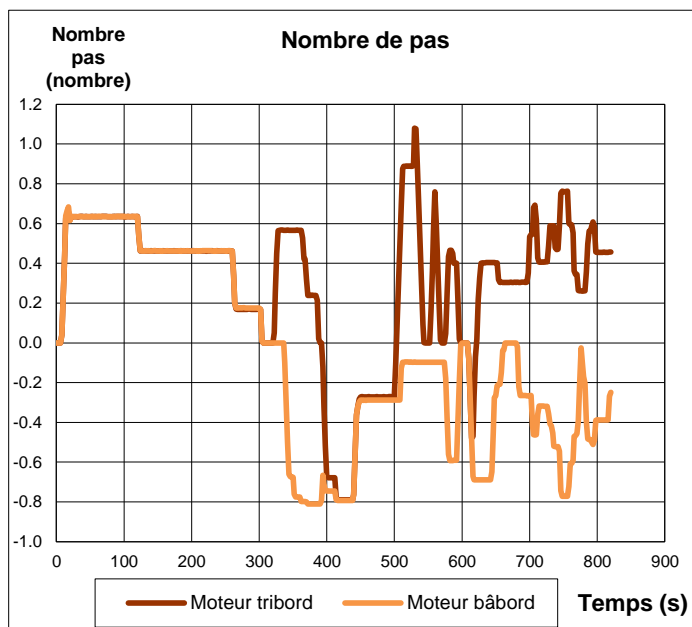
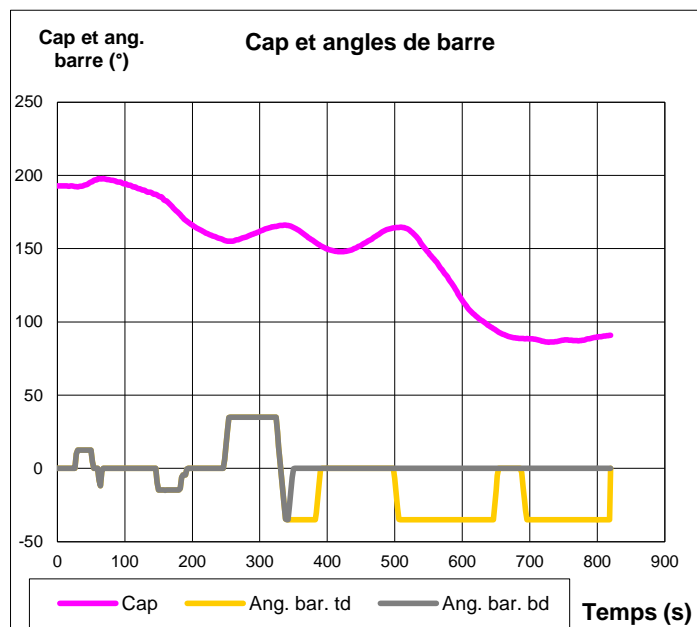
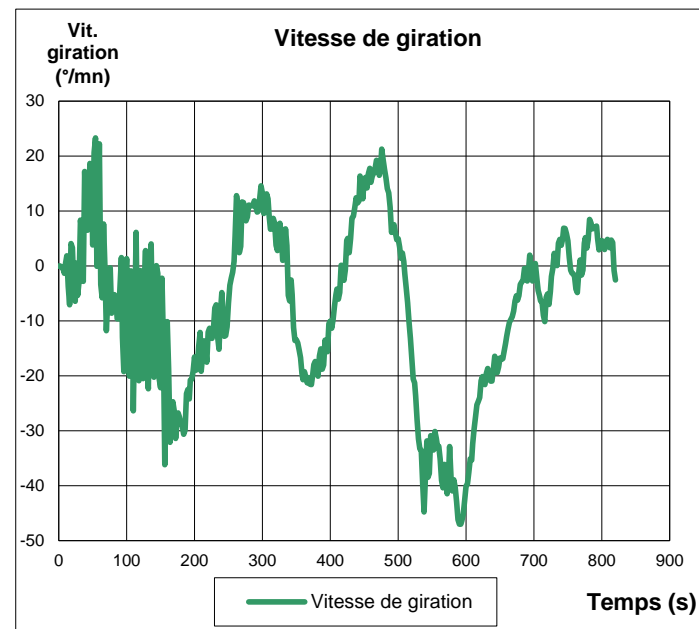
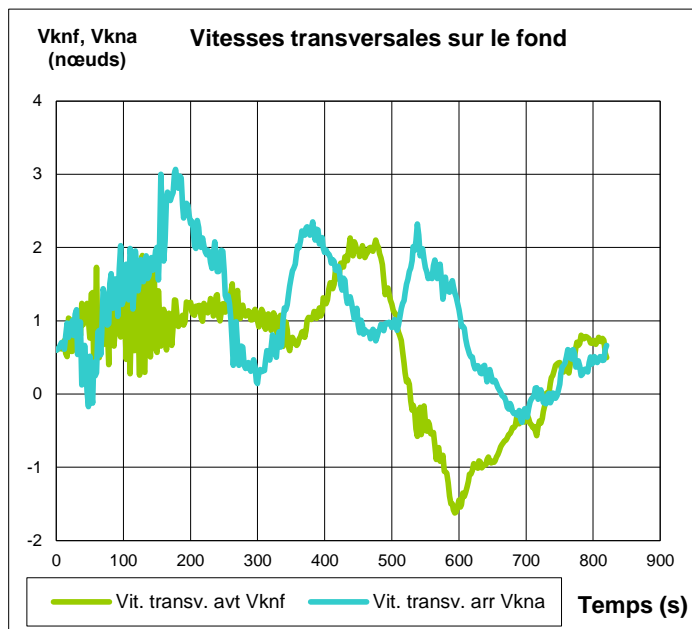
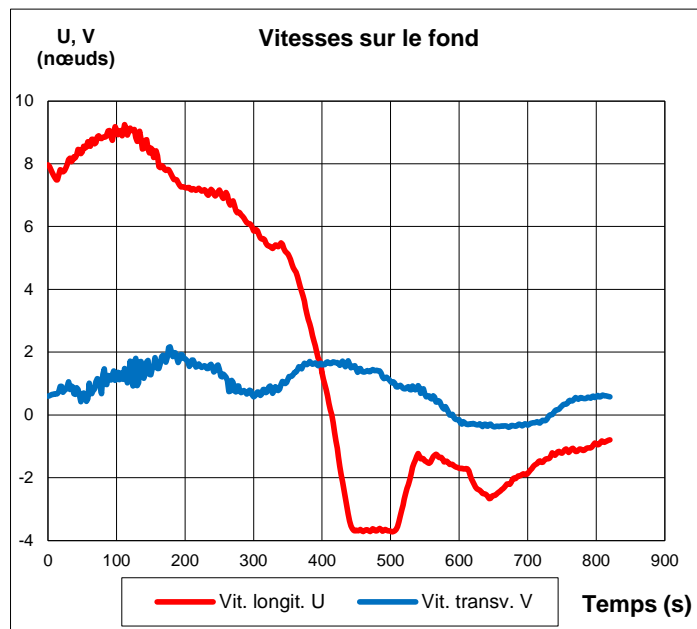




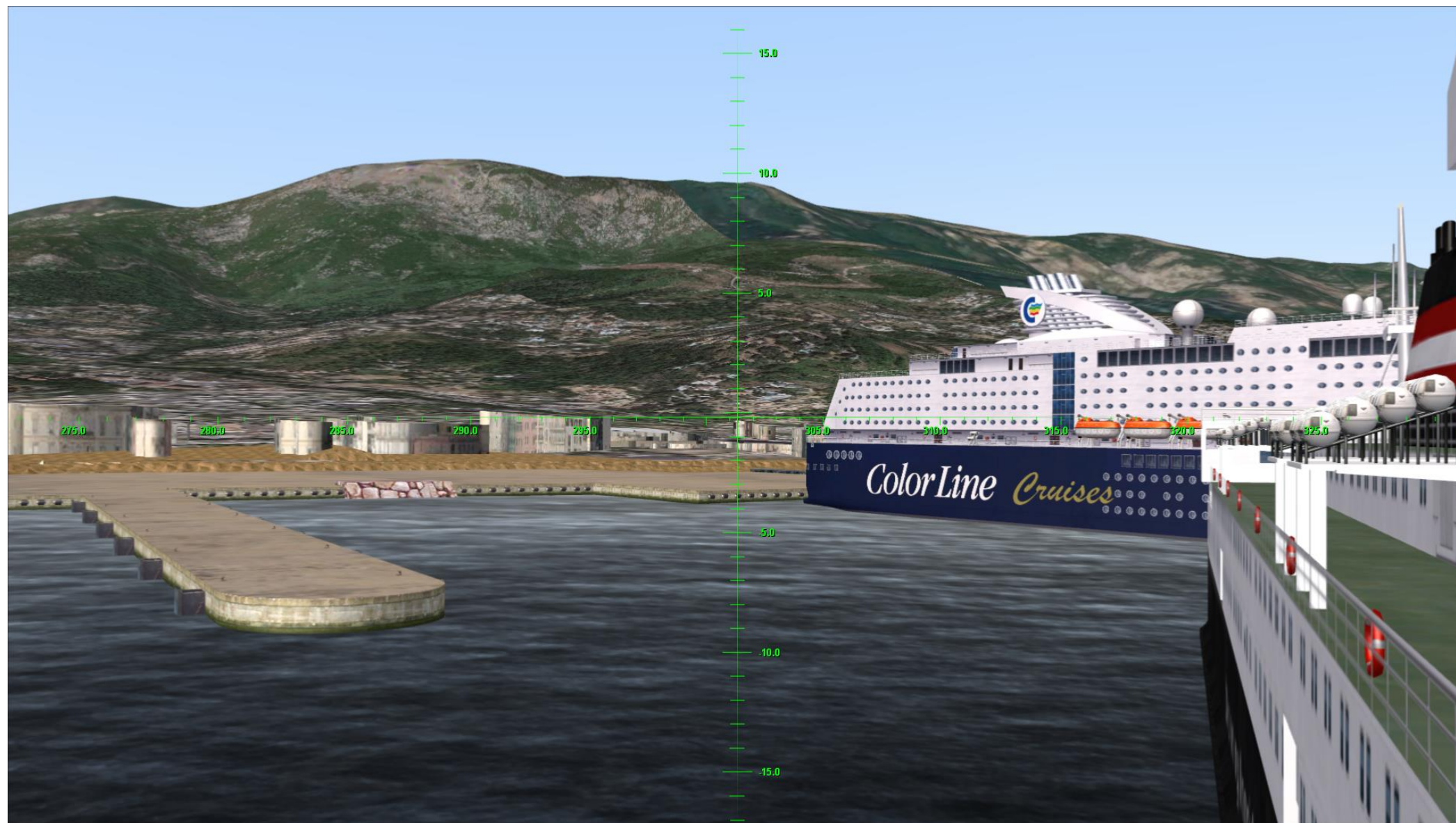


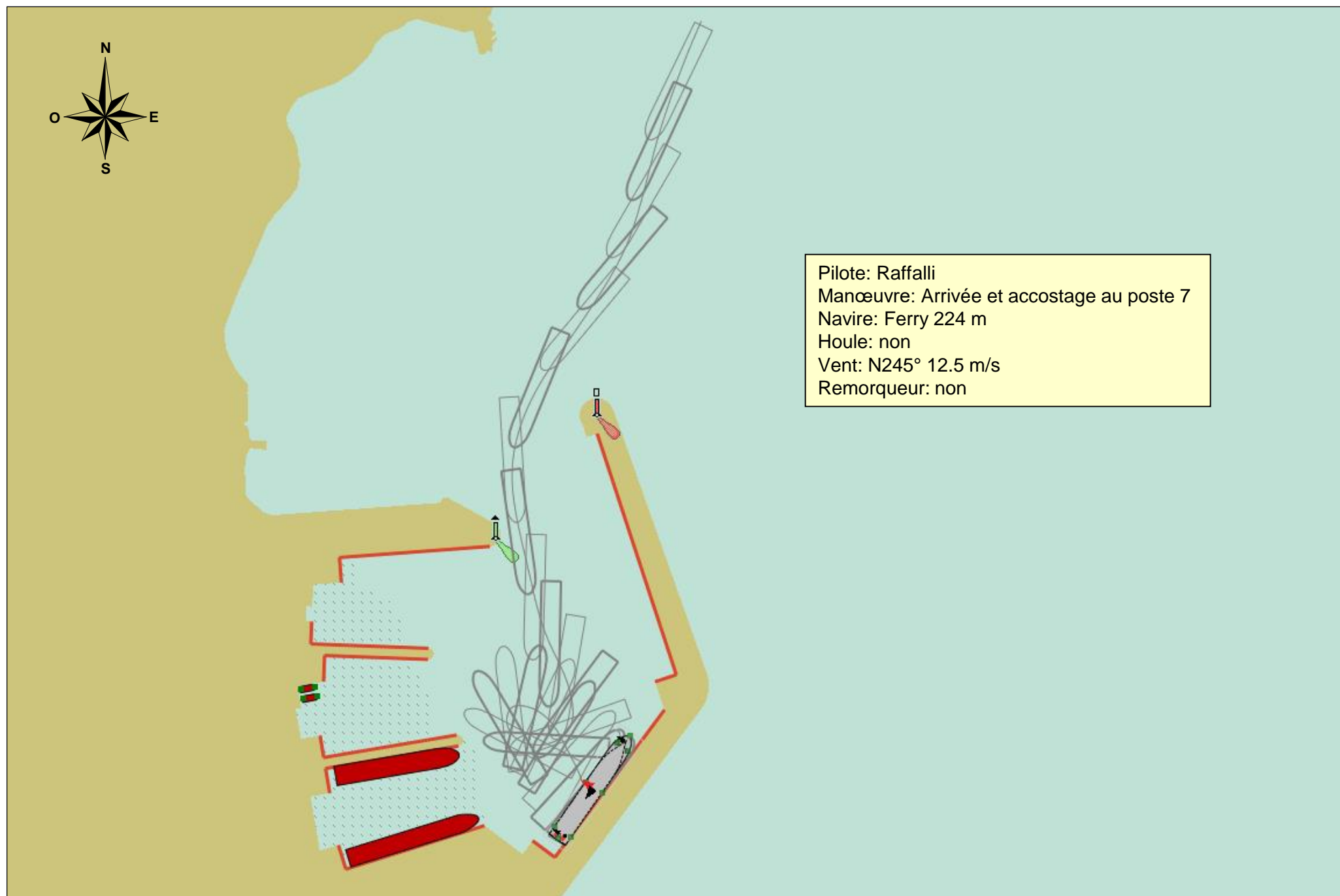


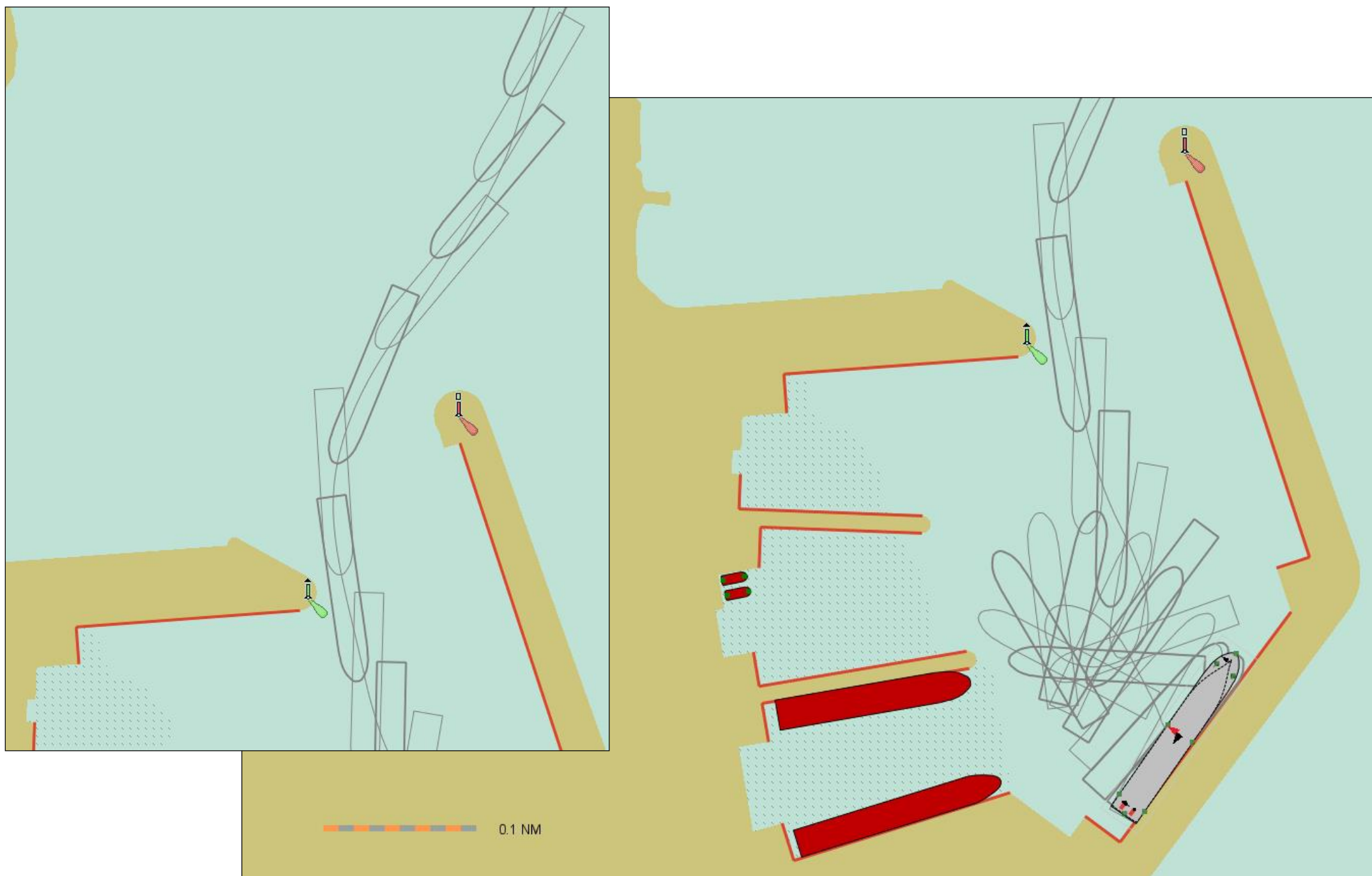


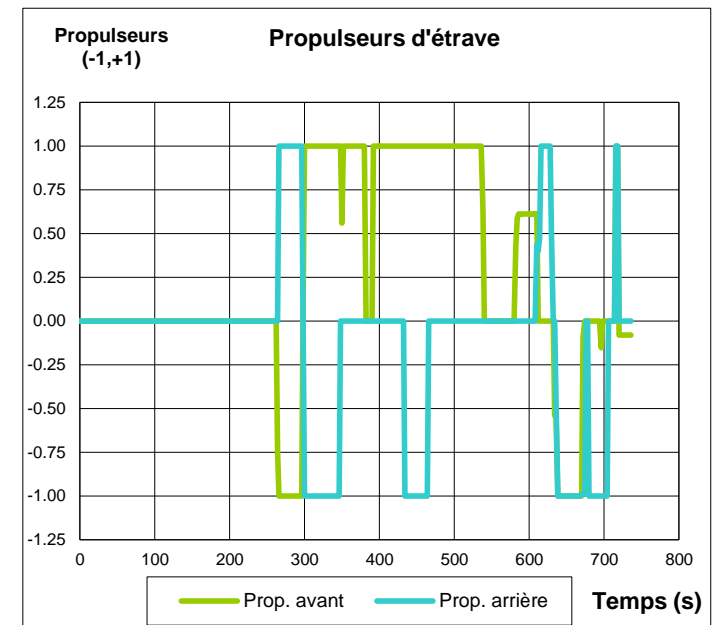
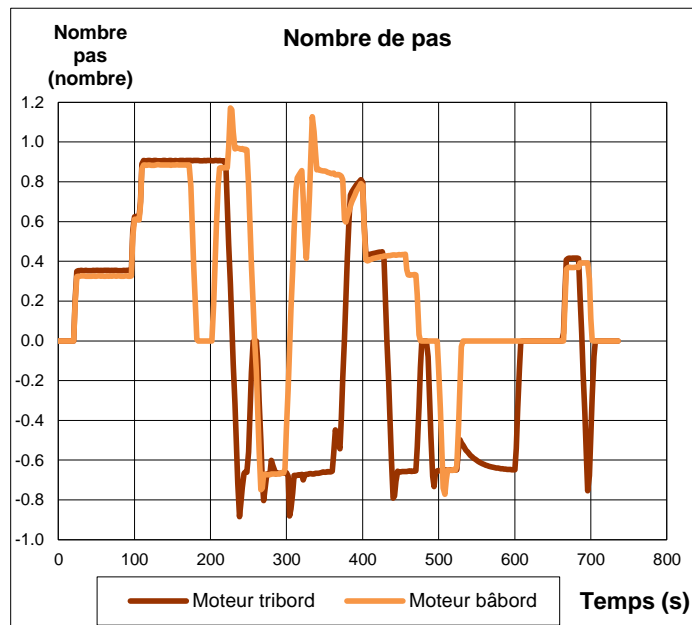
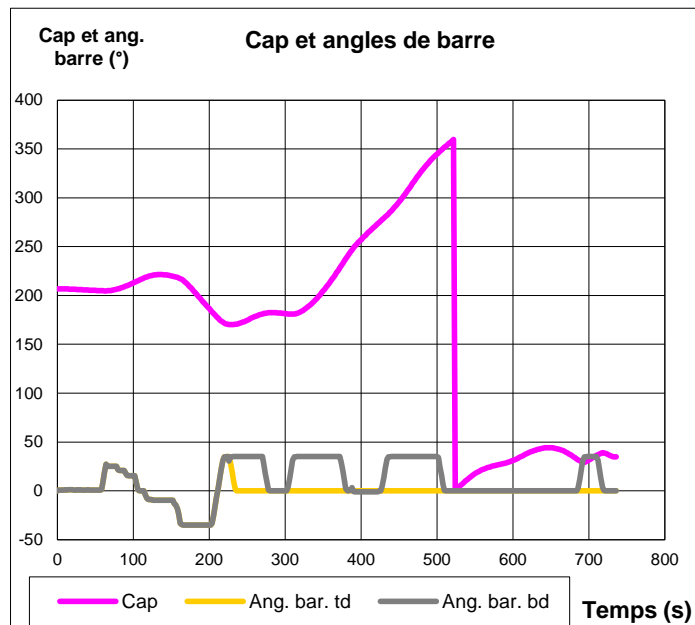
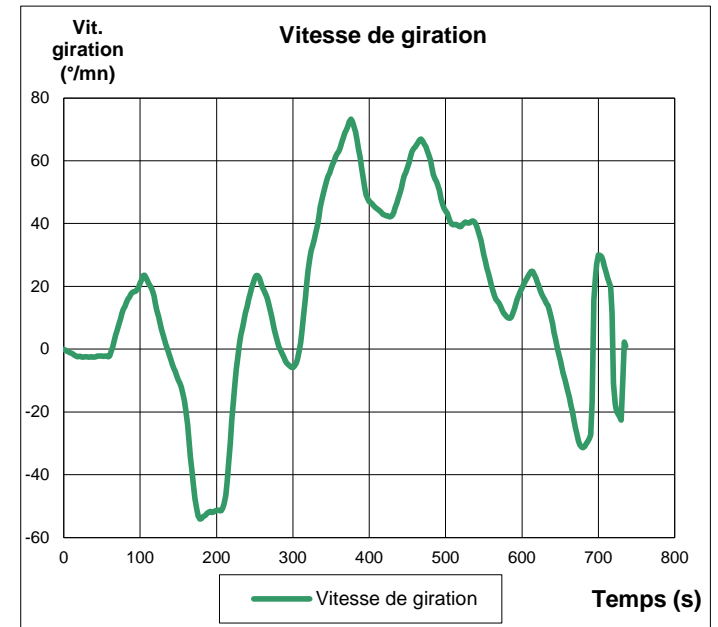
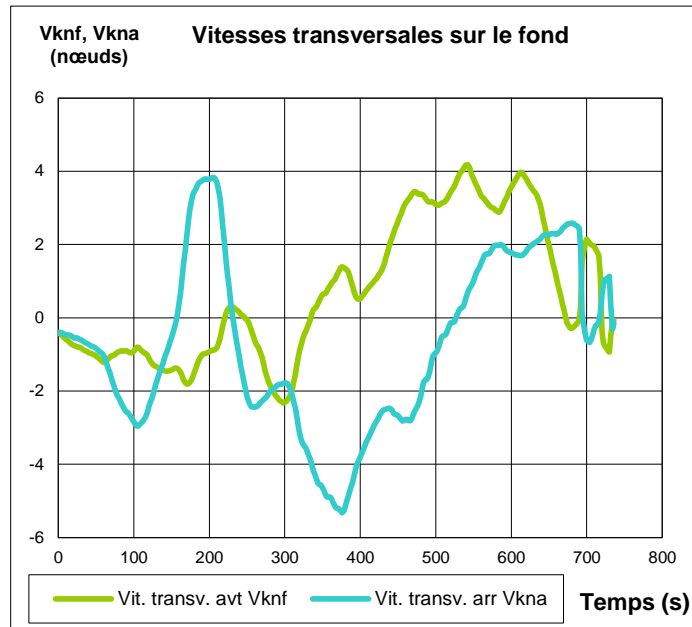
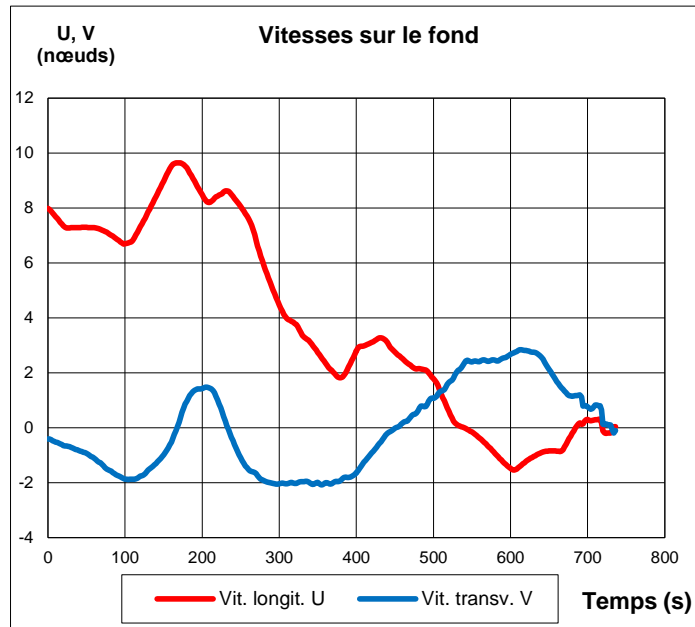




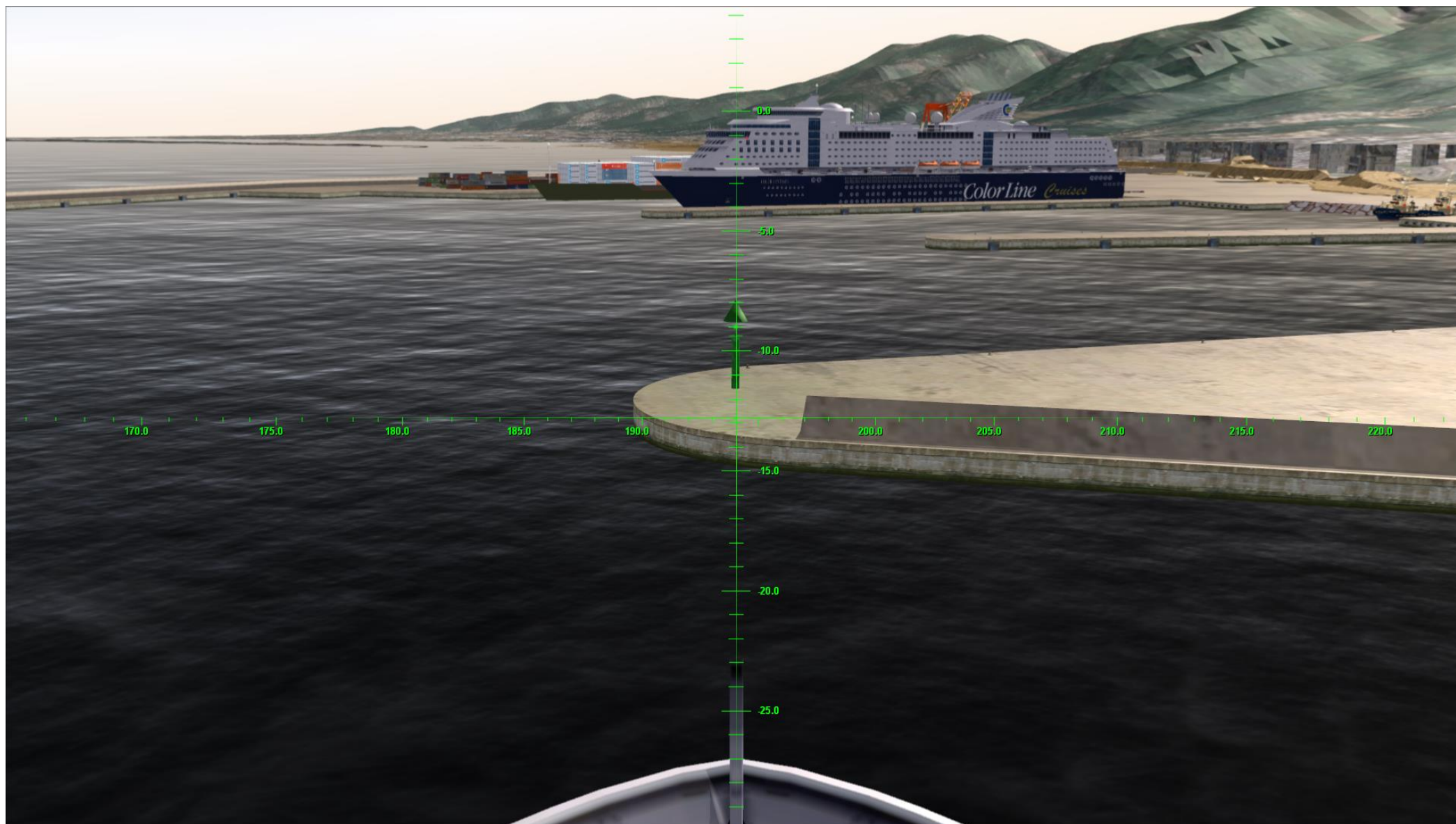




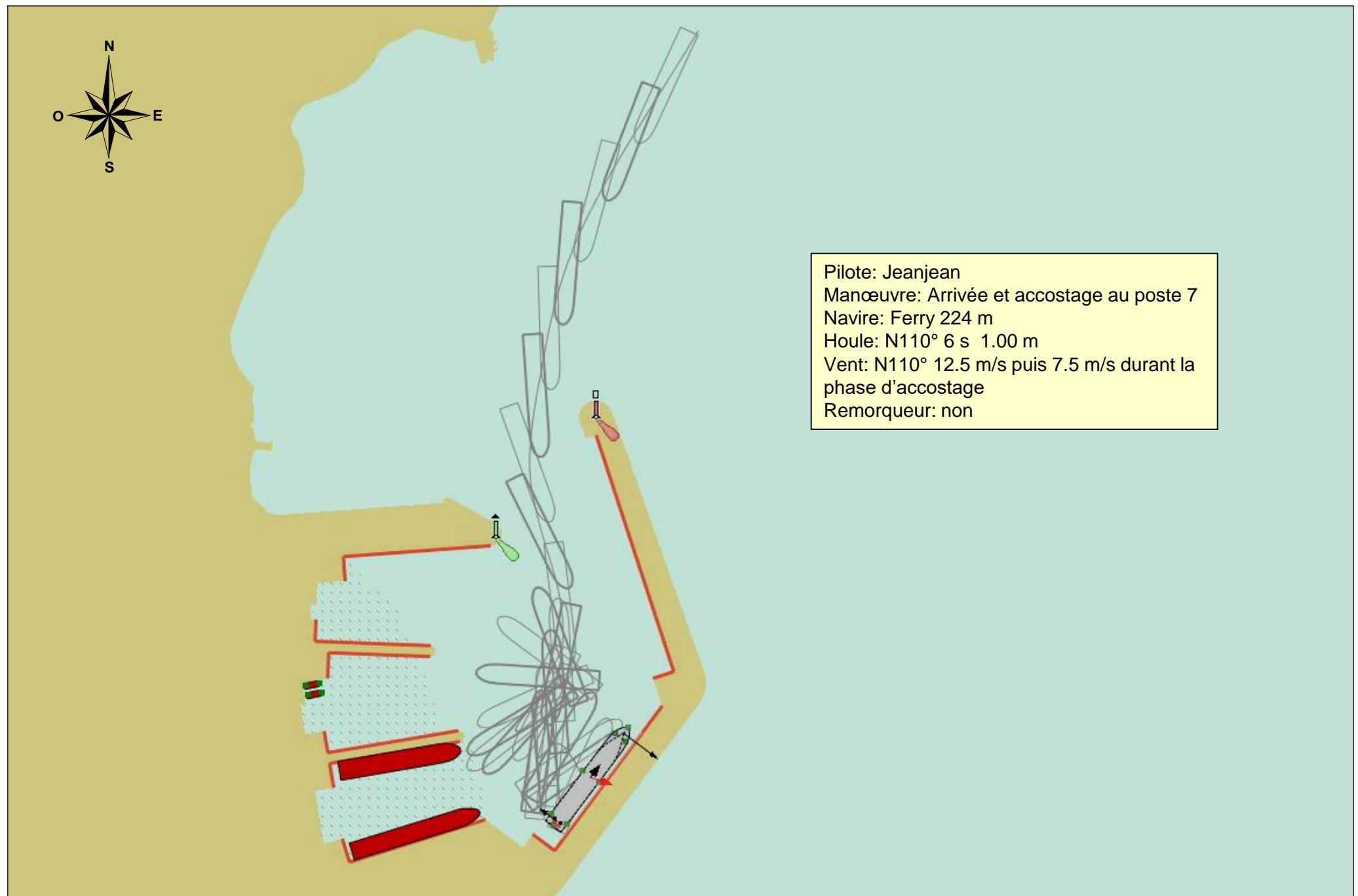


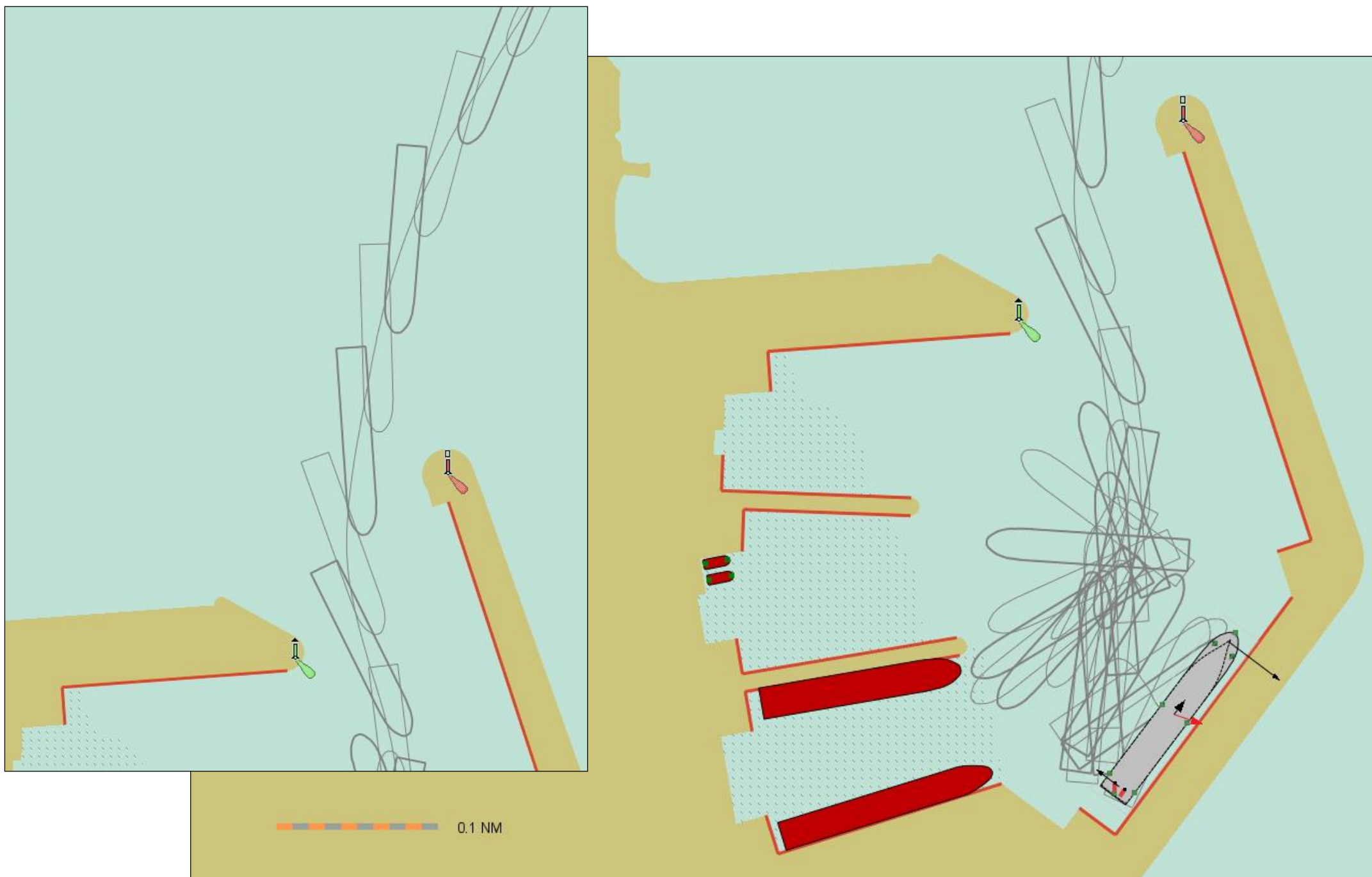


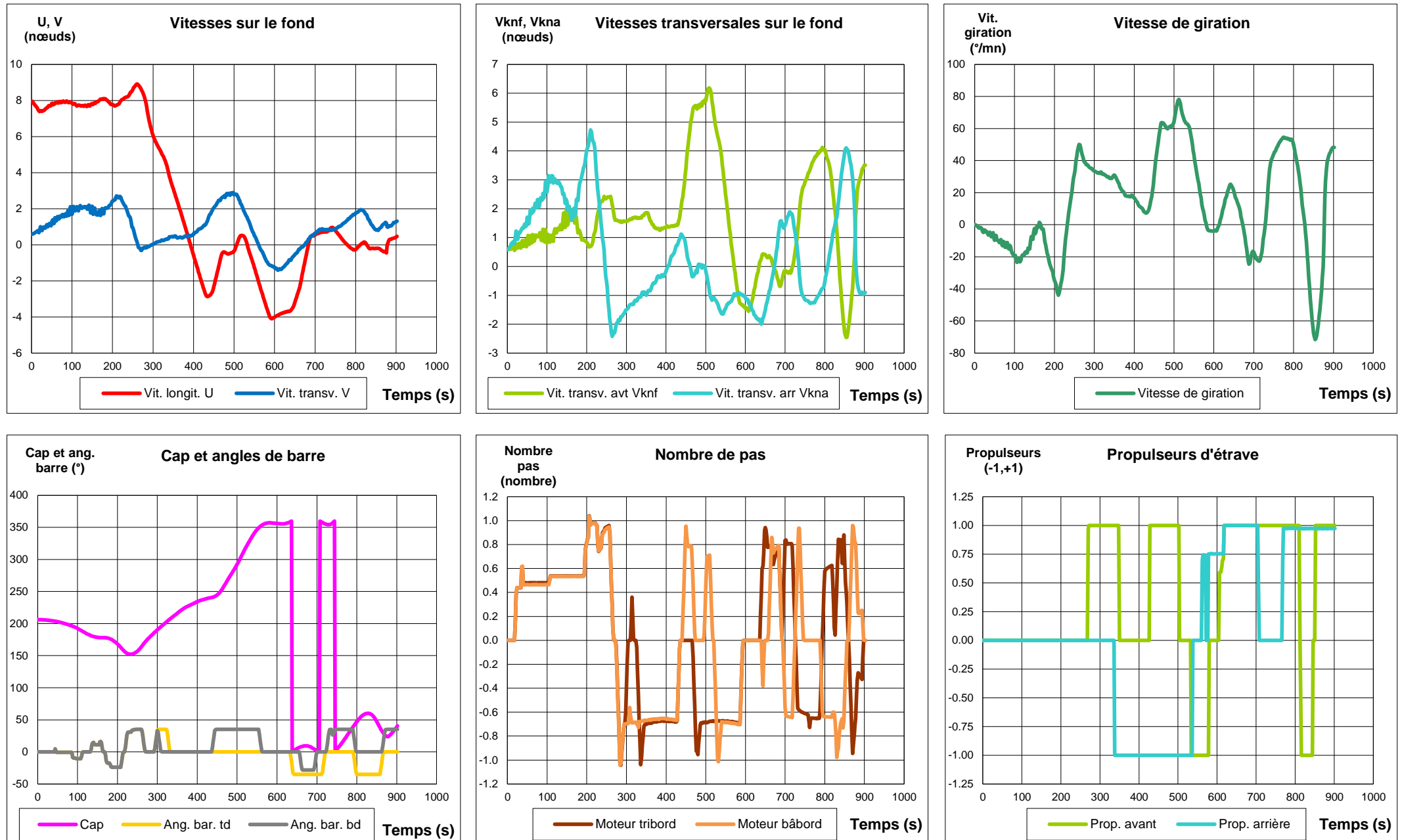




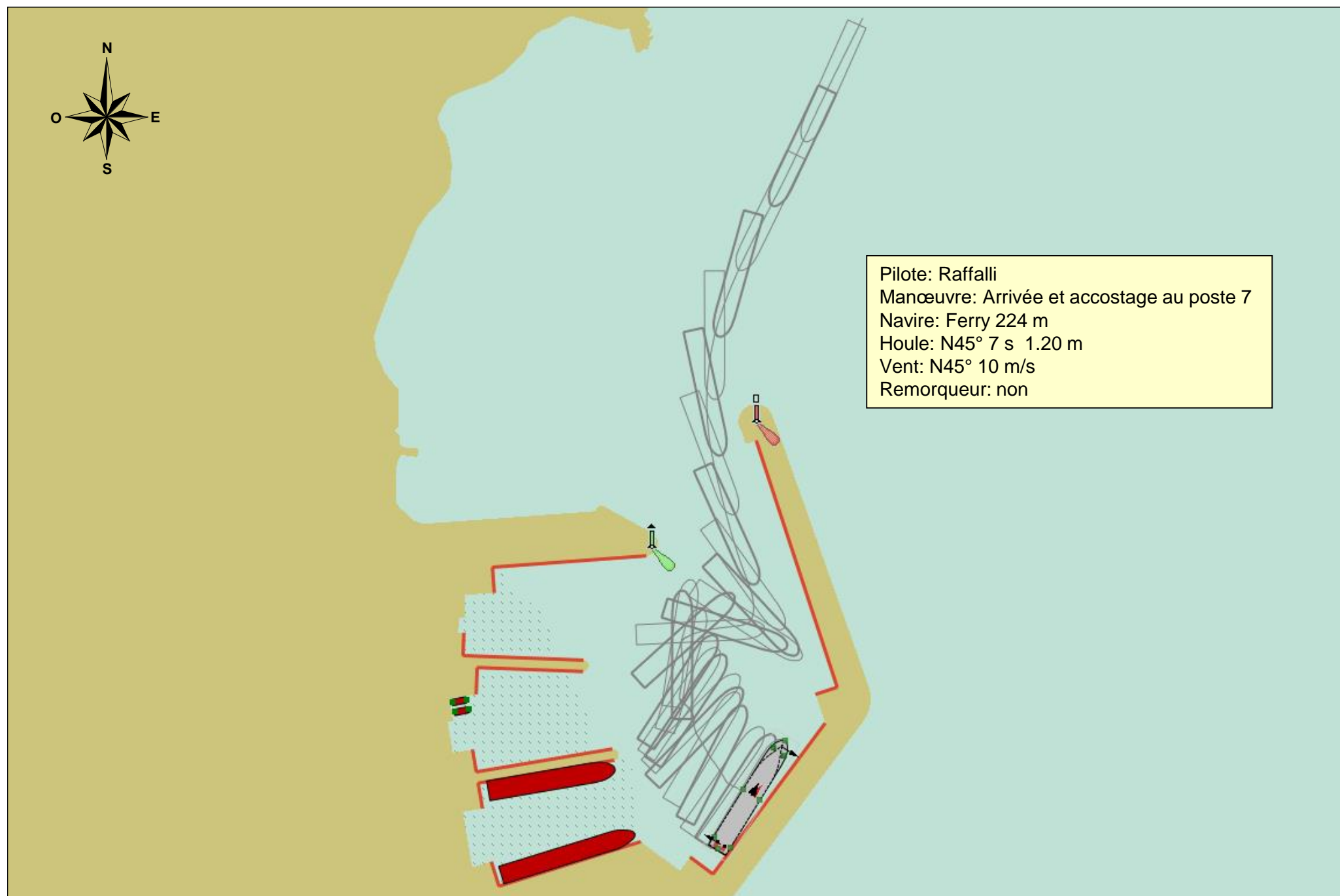






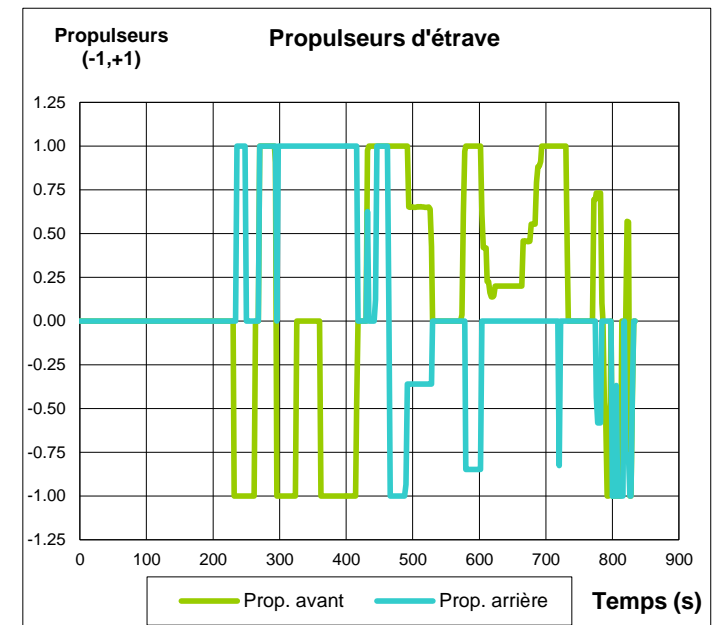
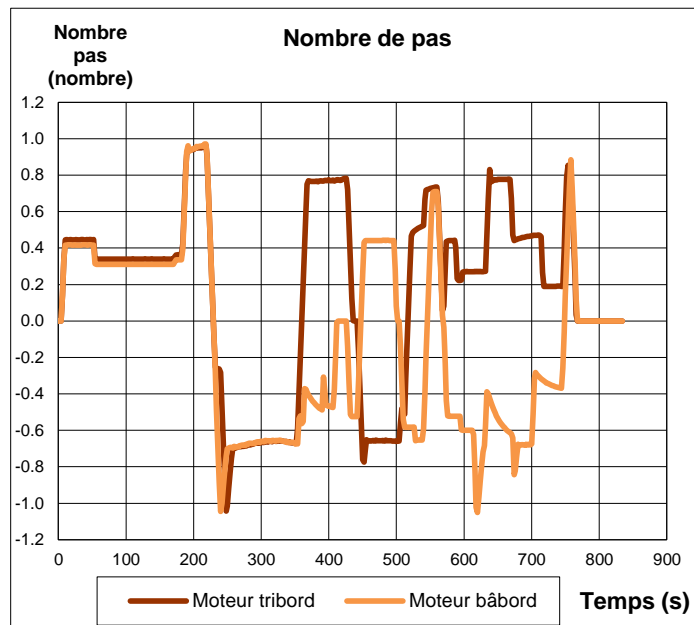
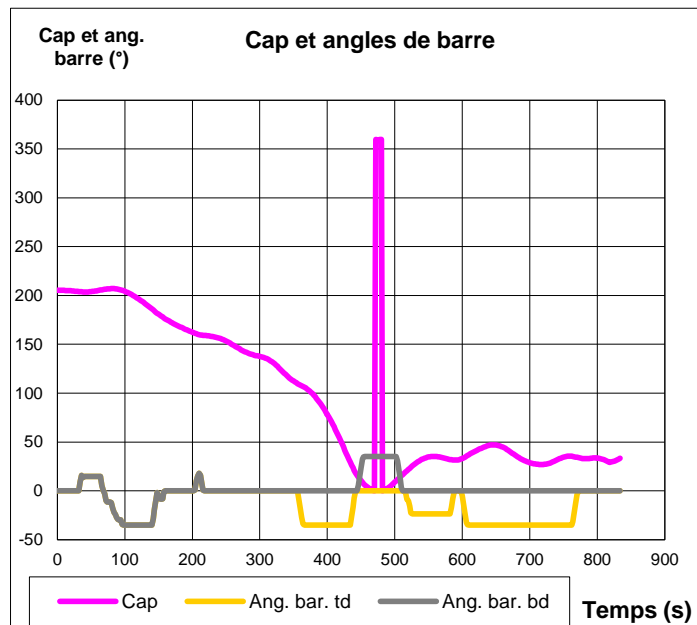
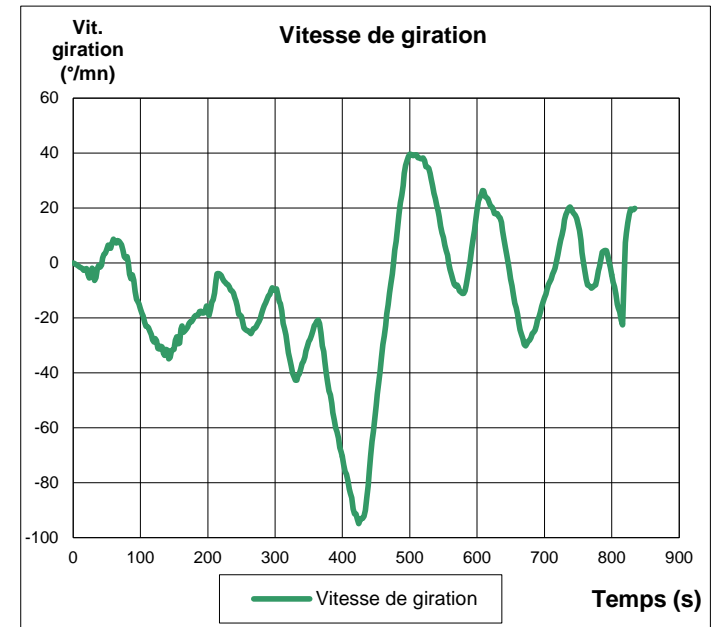
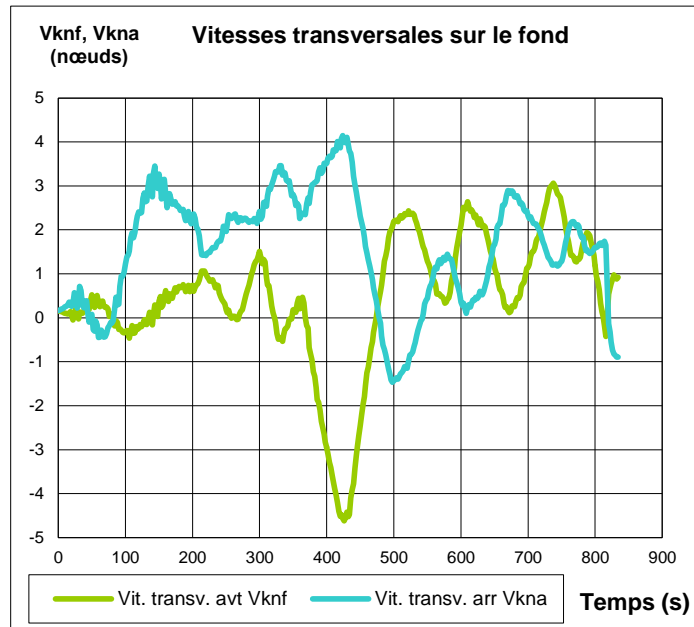
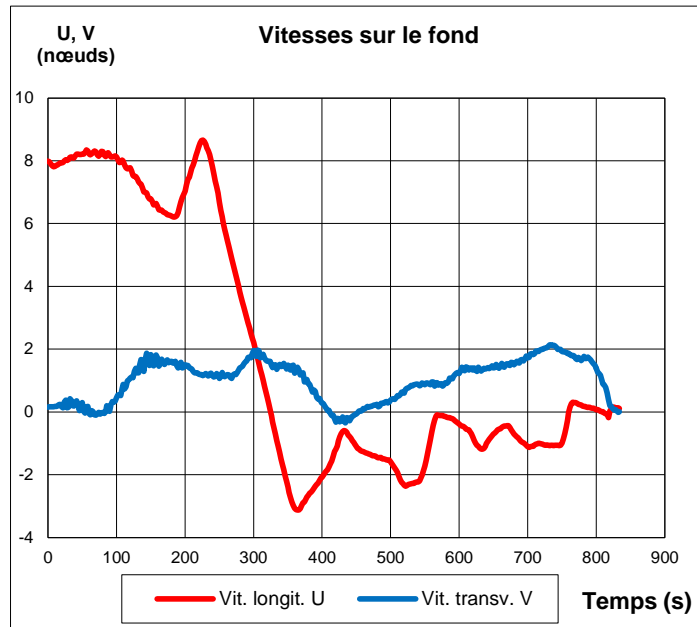










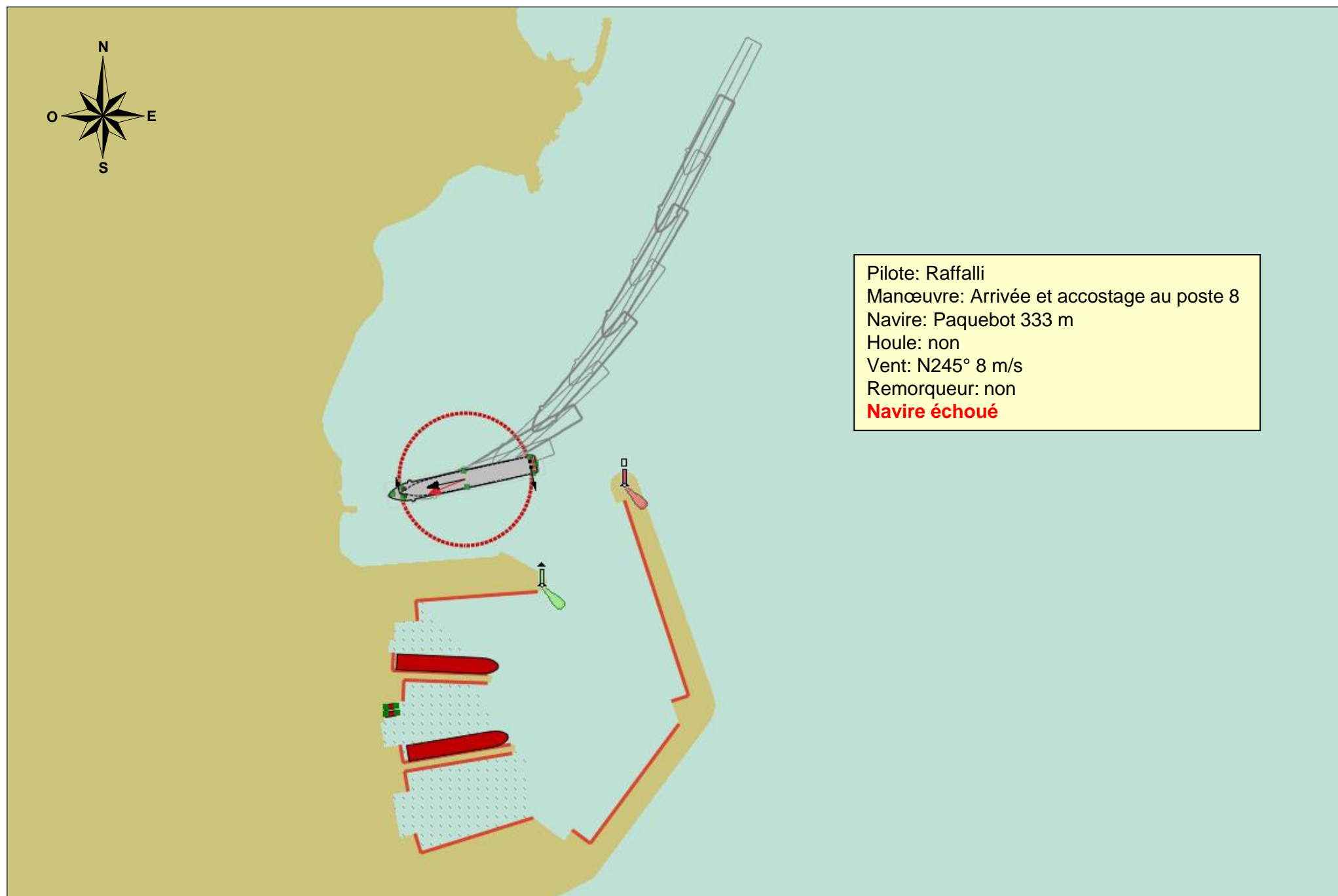




---

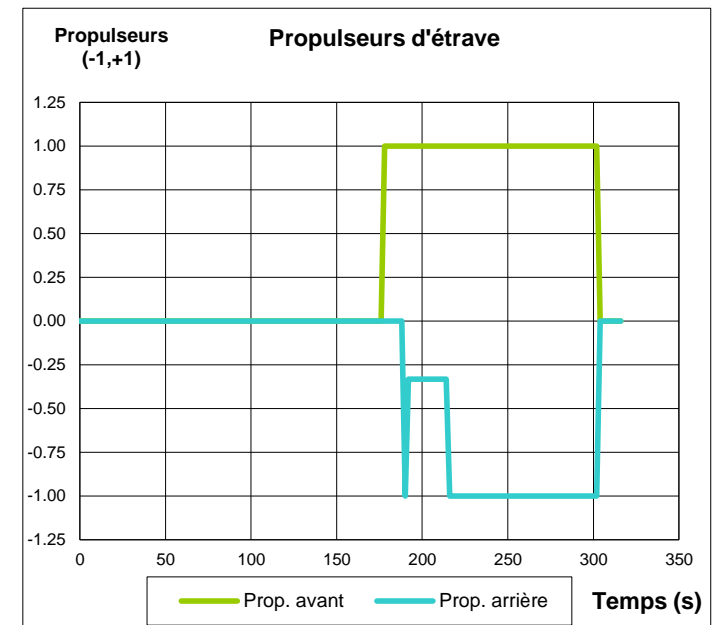
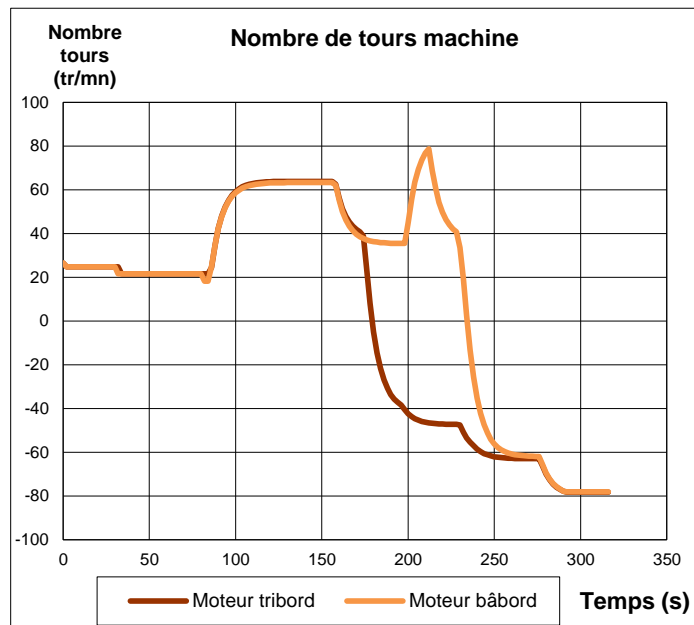
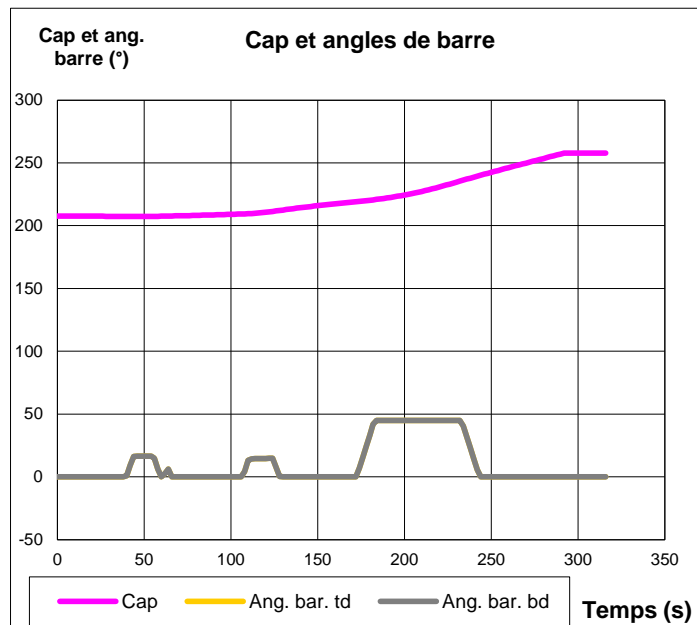
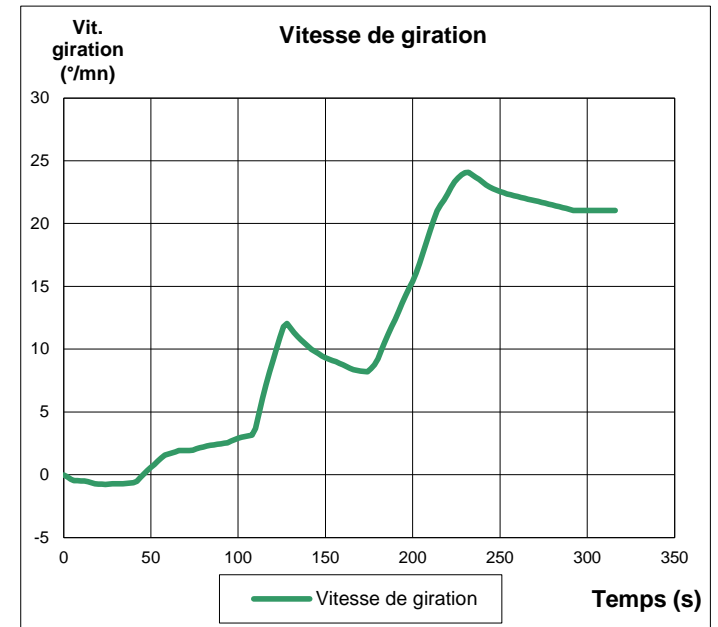
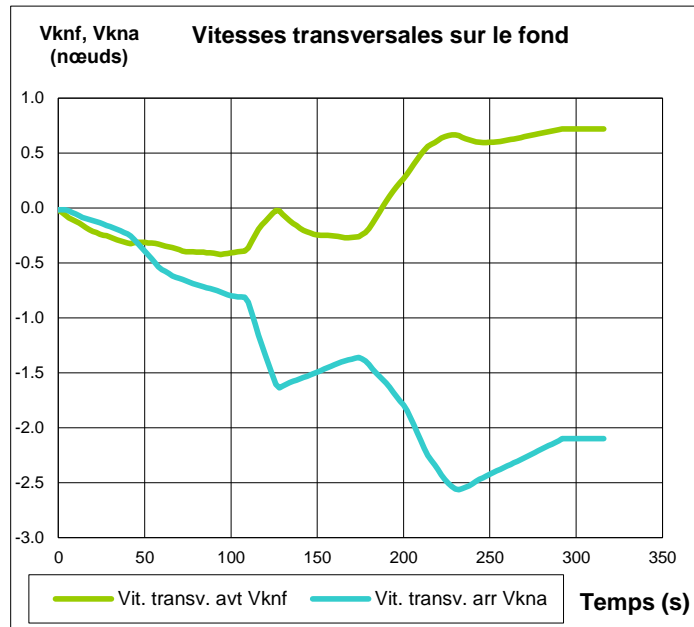
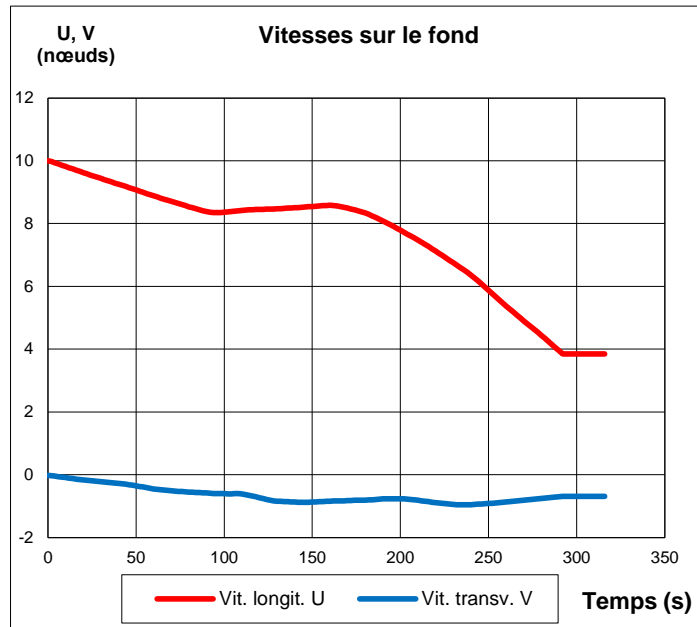
## **SIMULATIONS DE NAVIGATION**

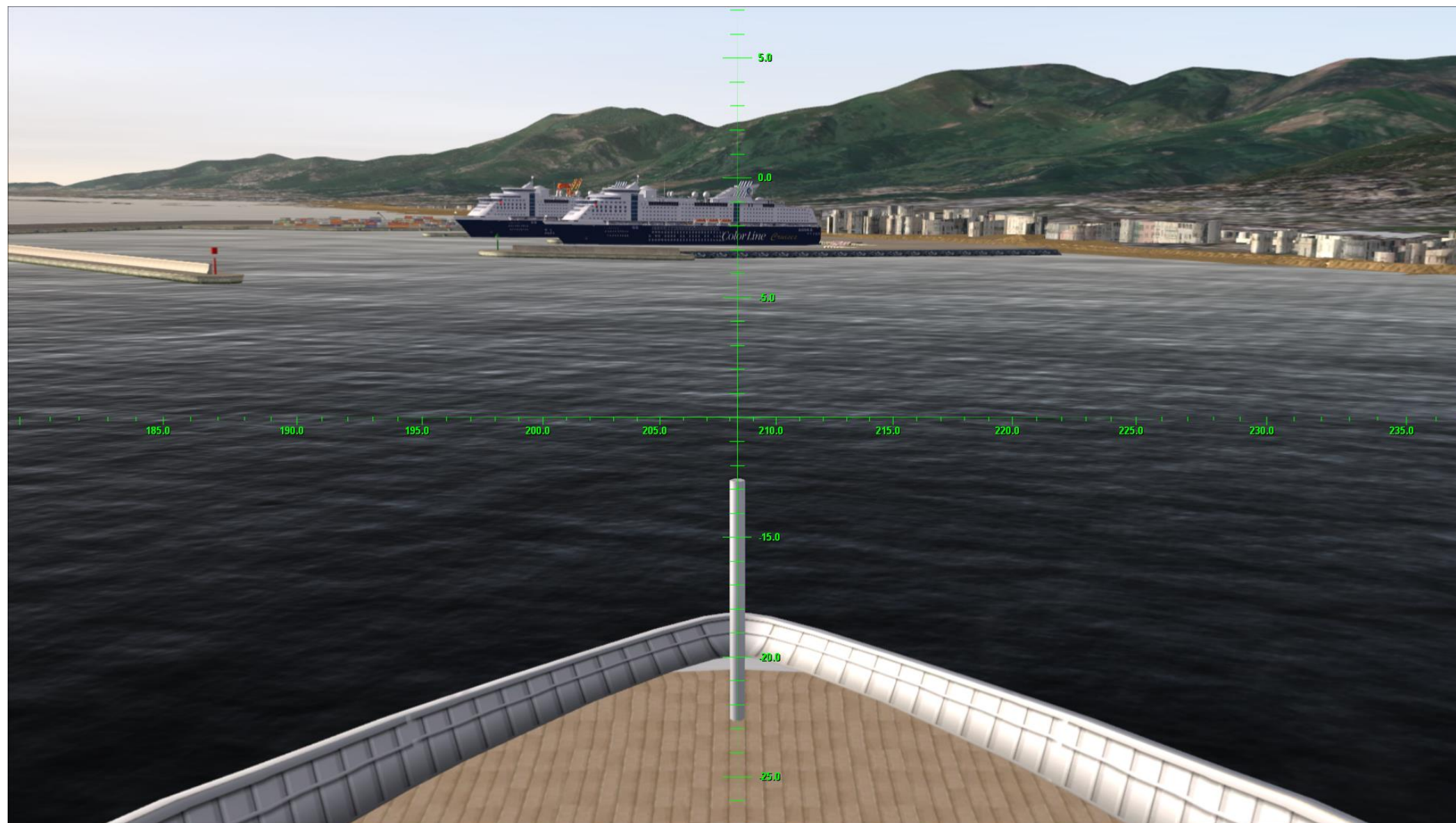
### **ESSAIS 41 - 46**

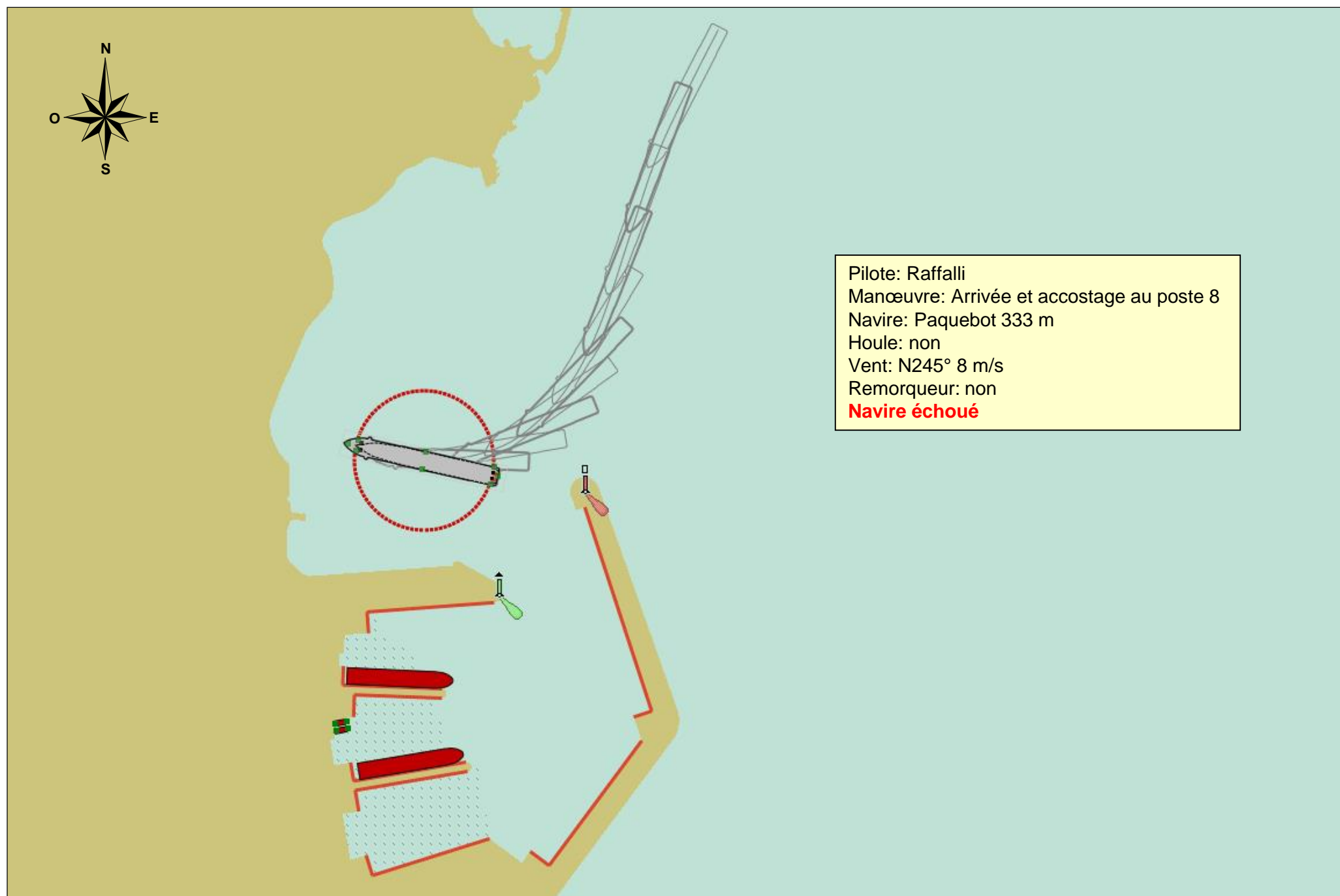








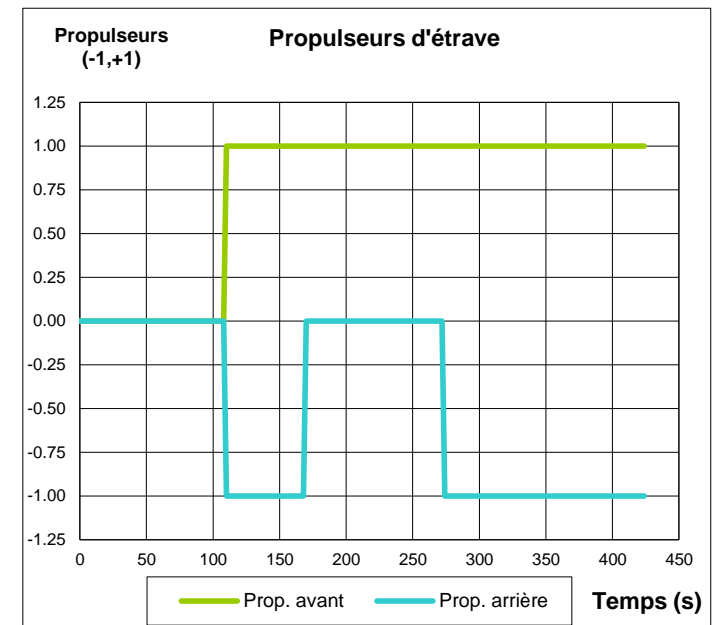
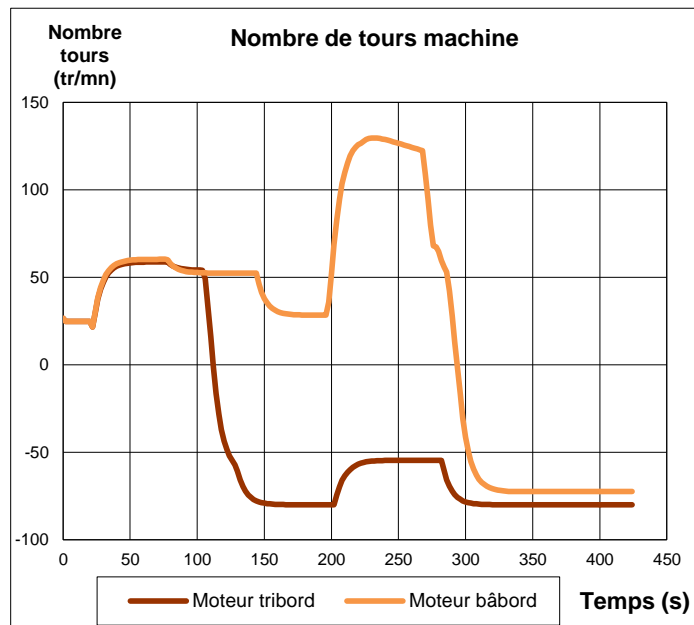
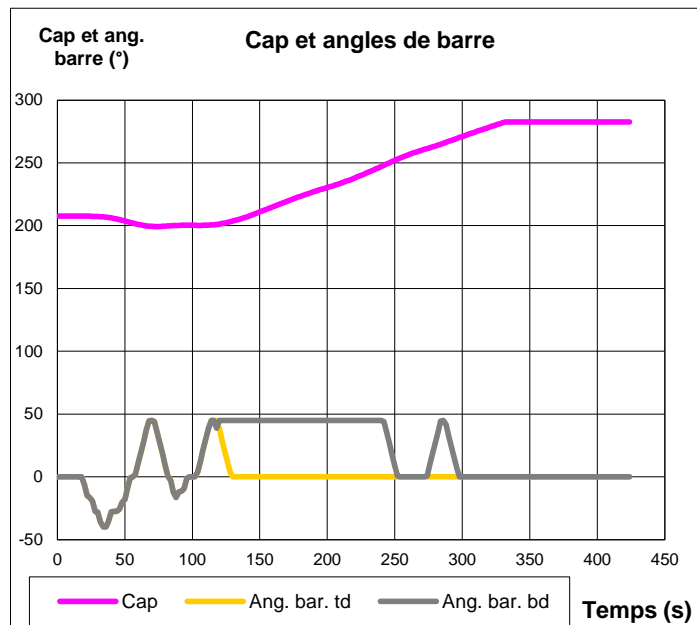
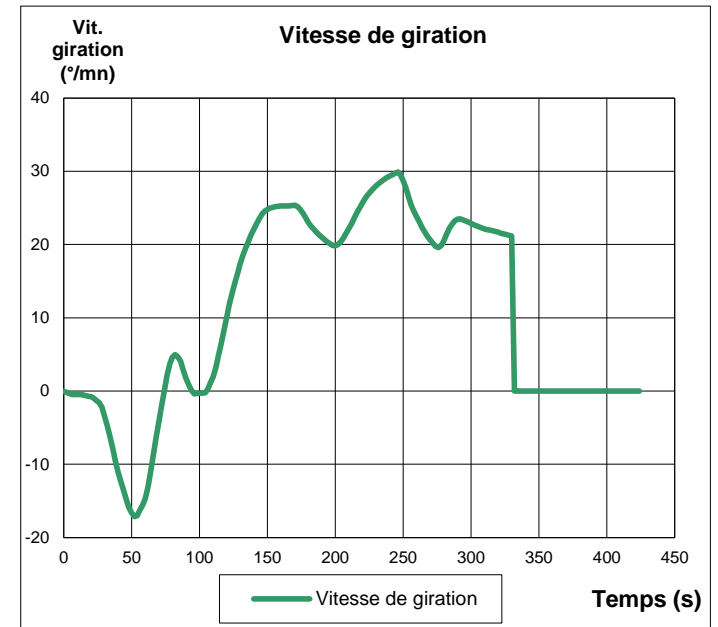
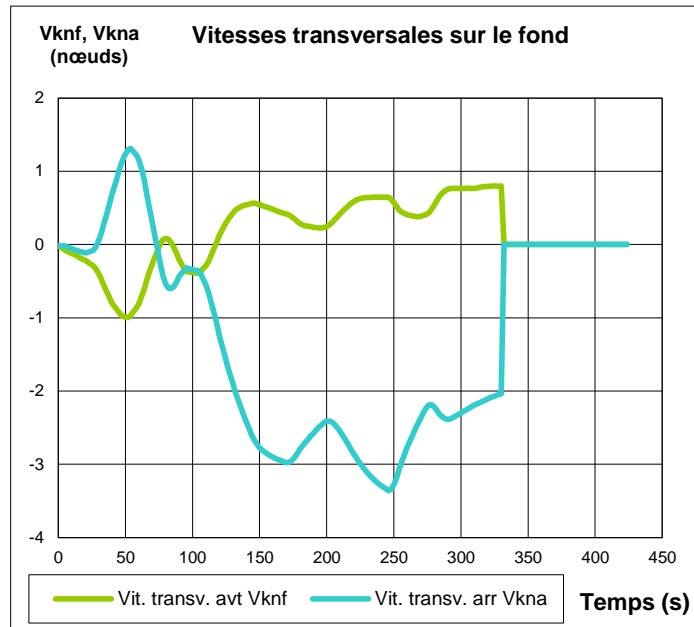
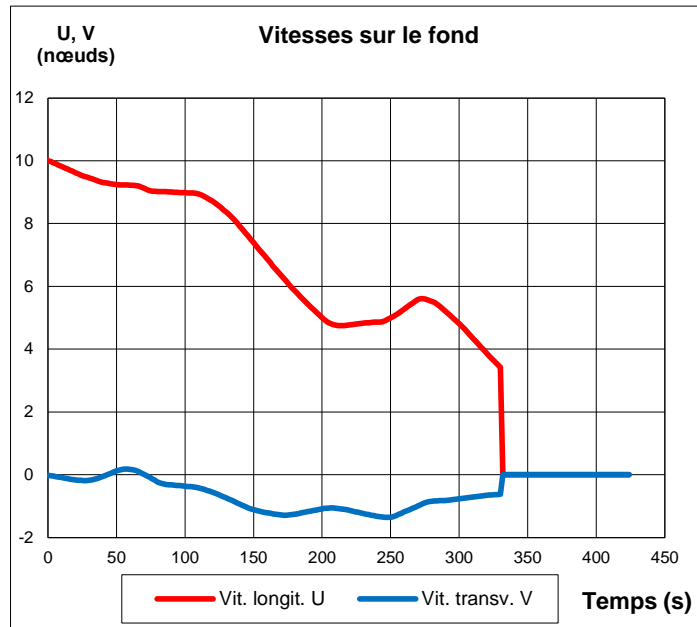


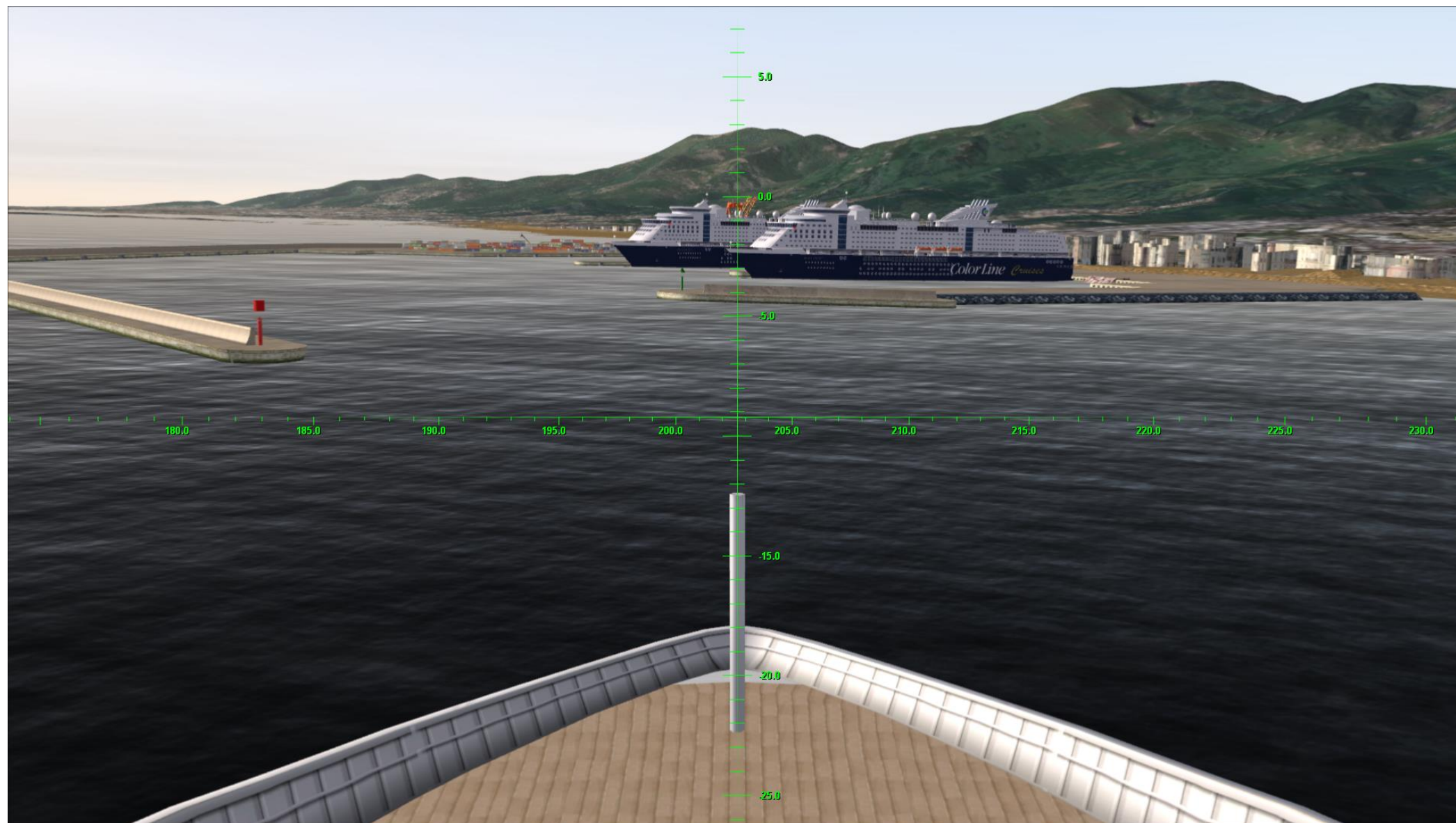


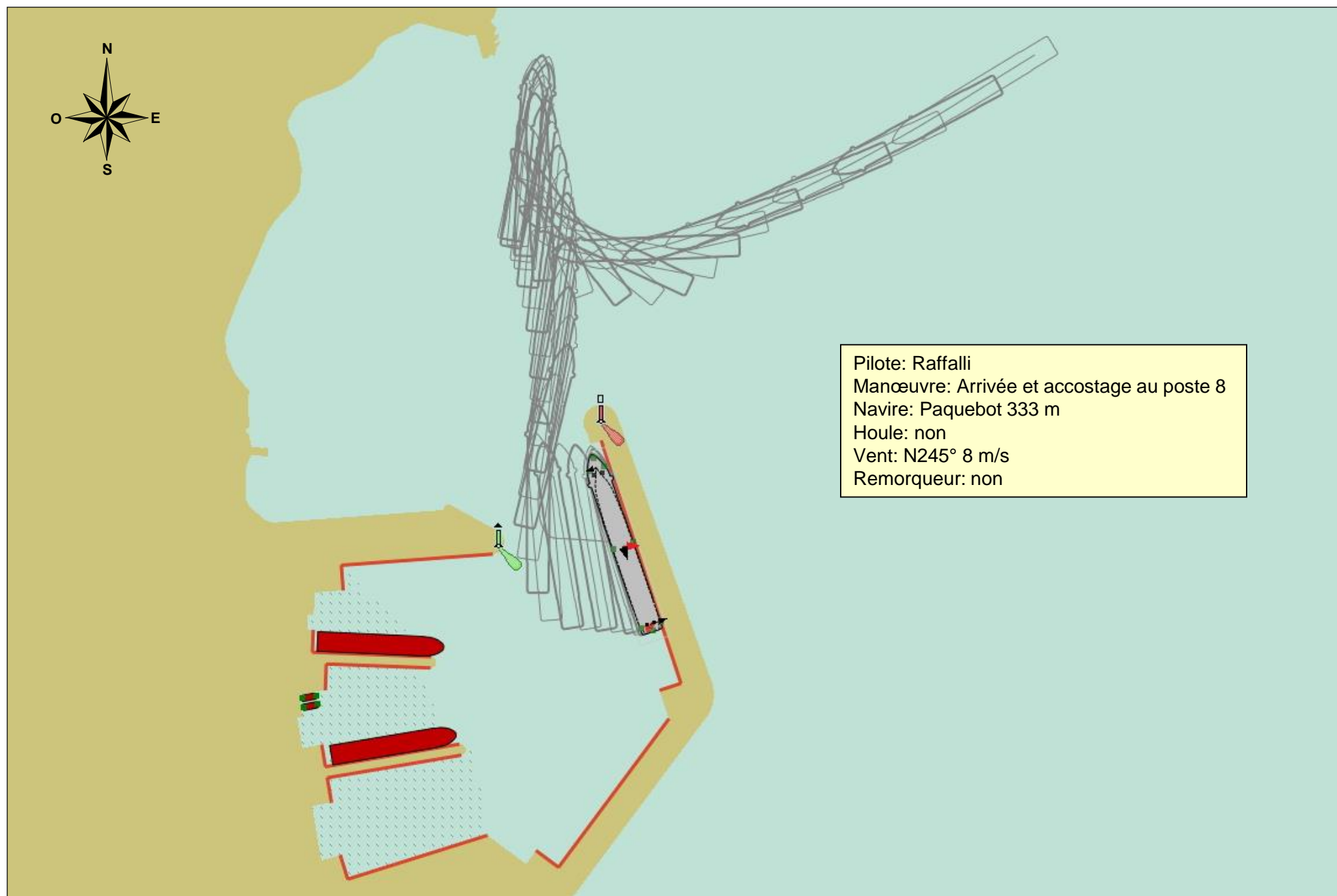


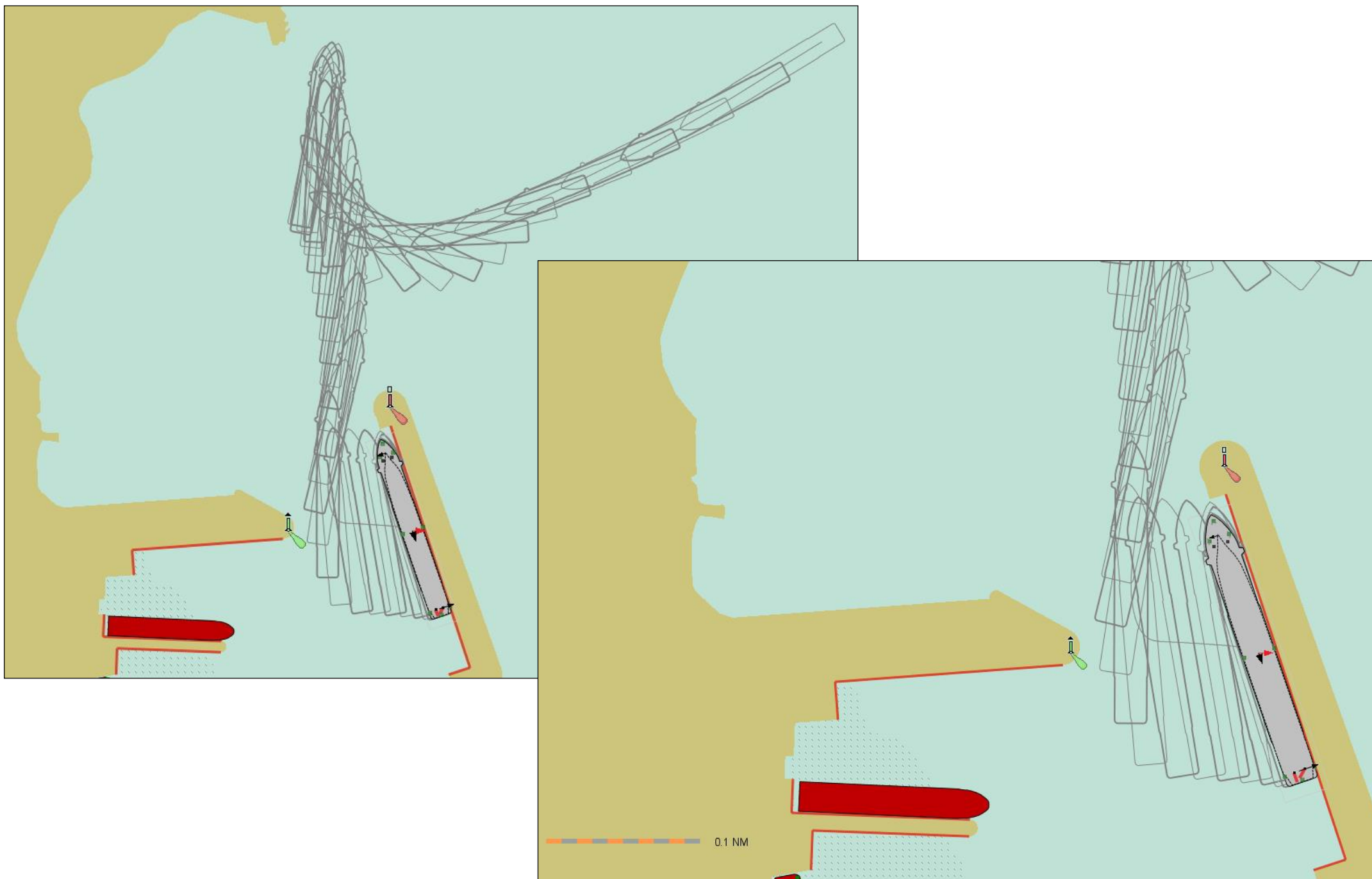


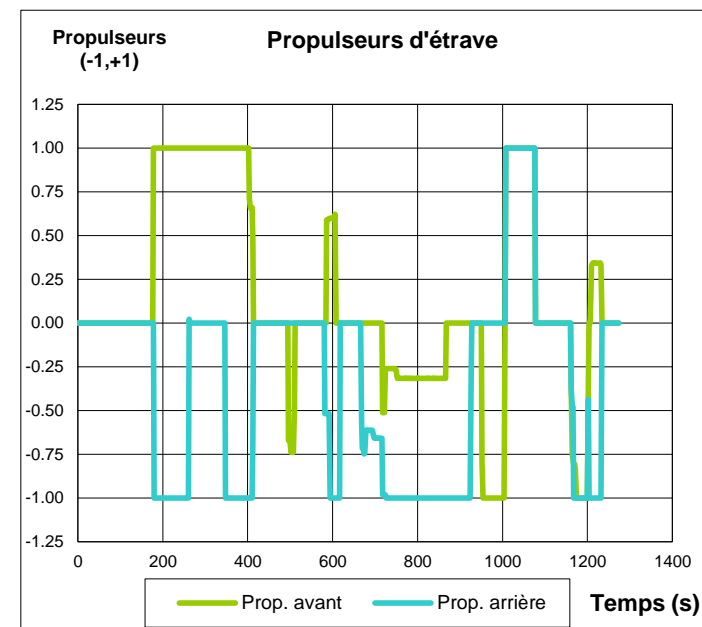
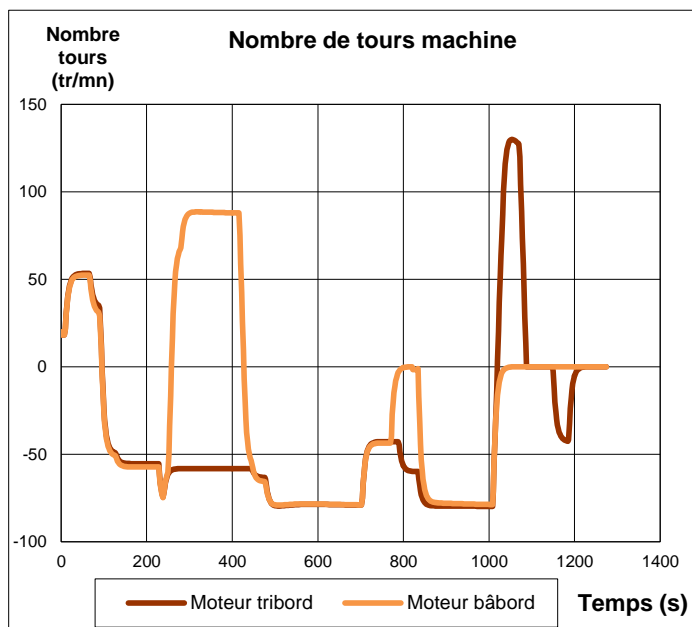
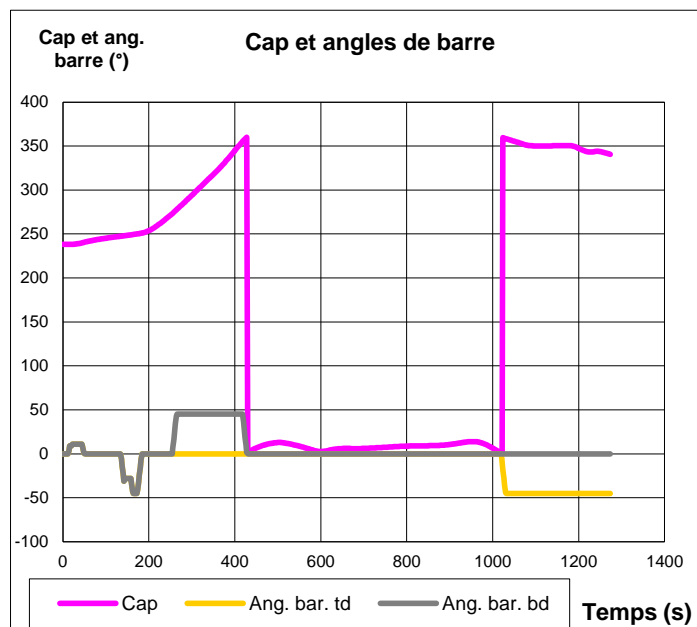
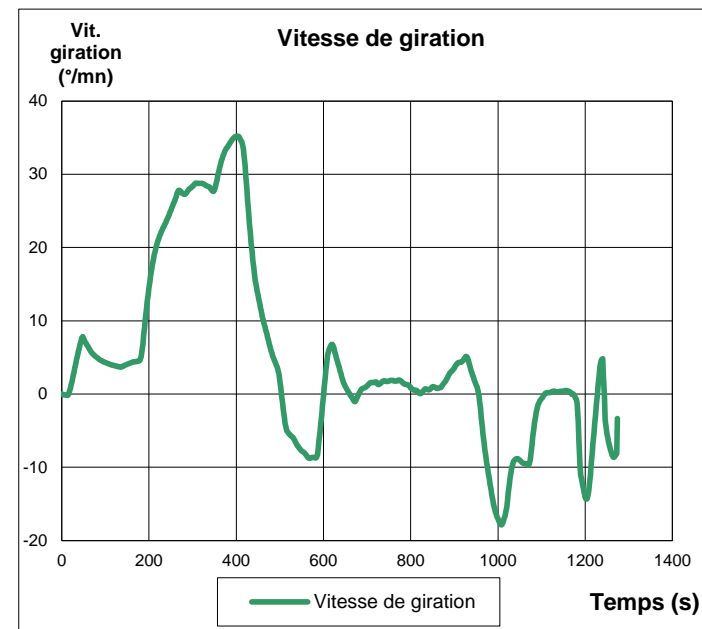
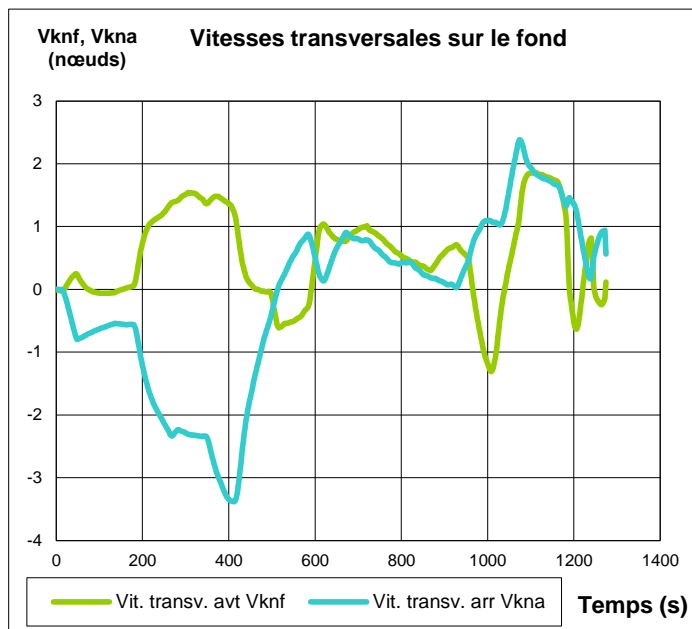
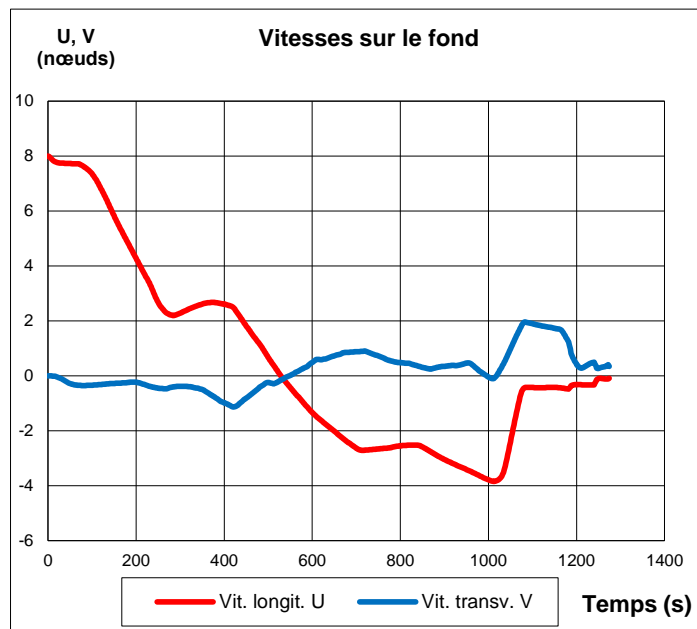




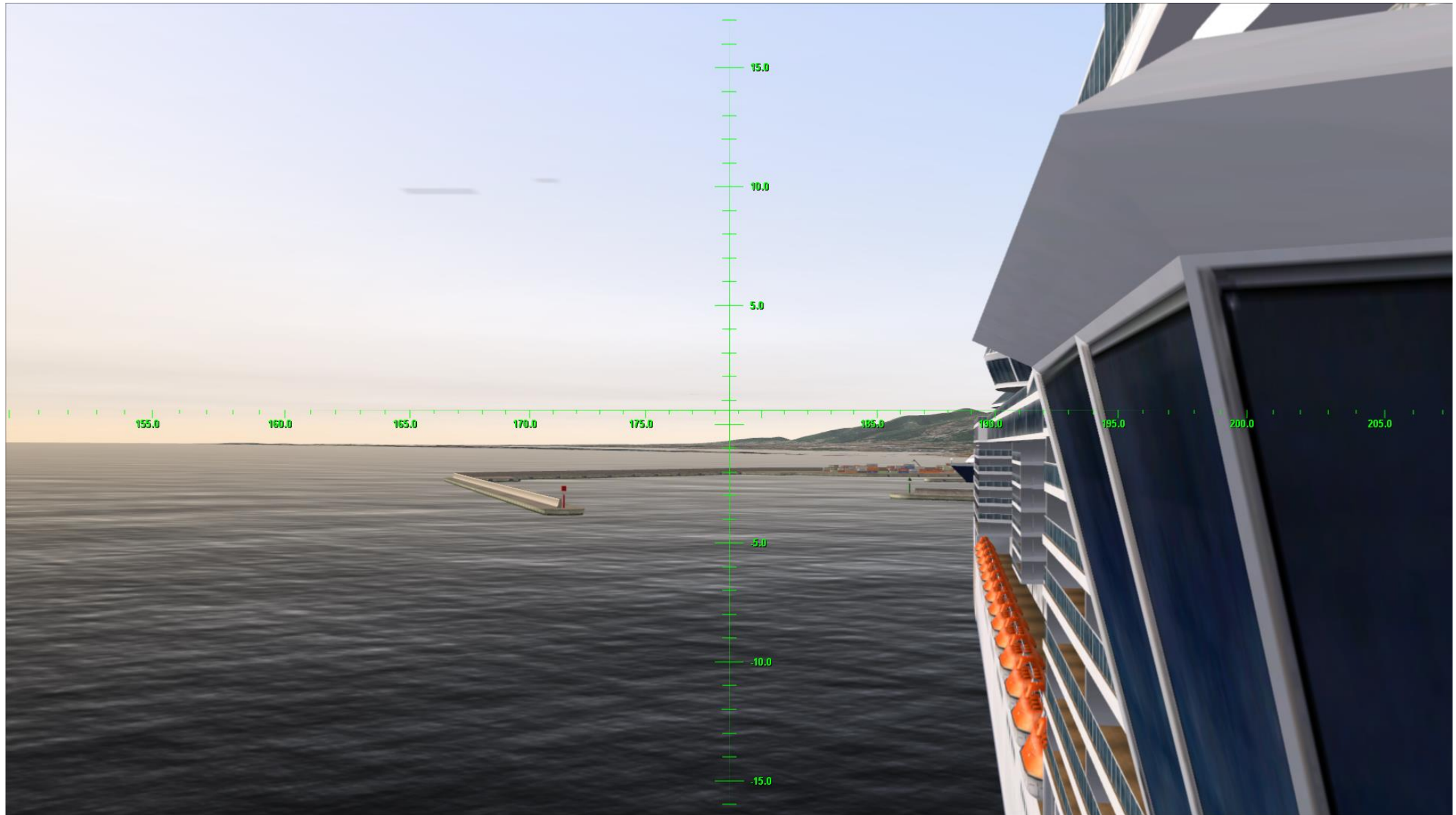


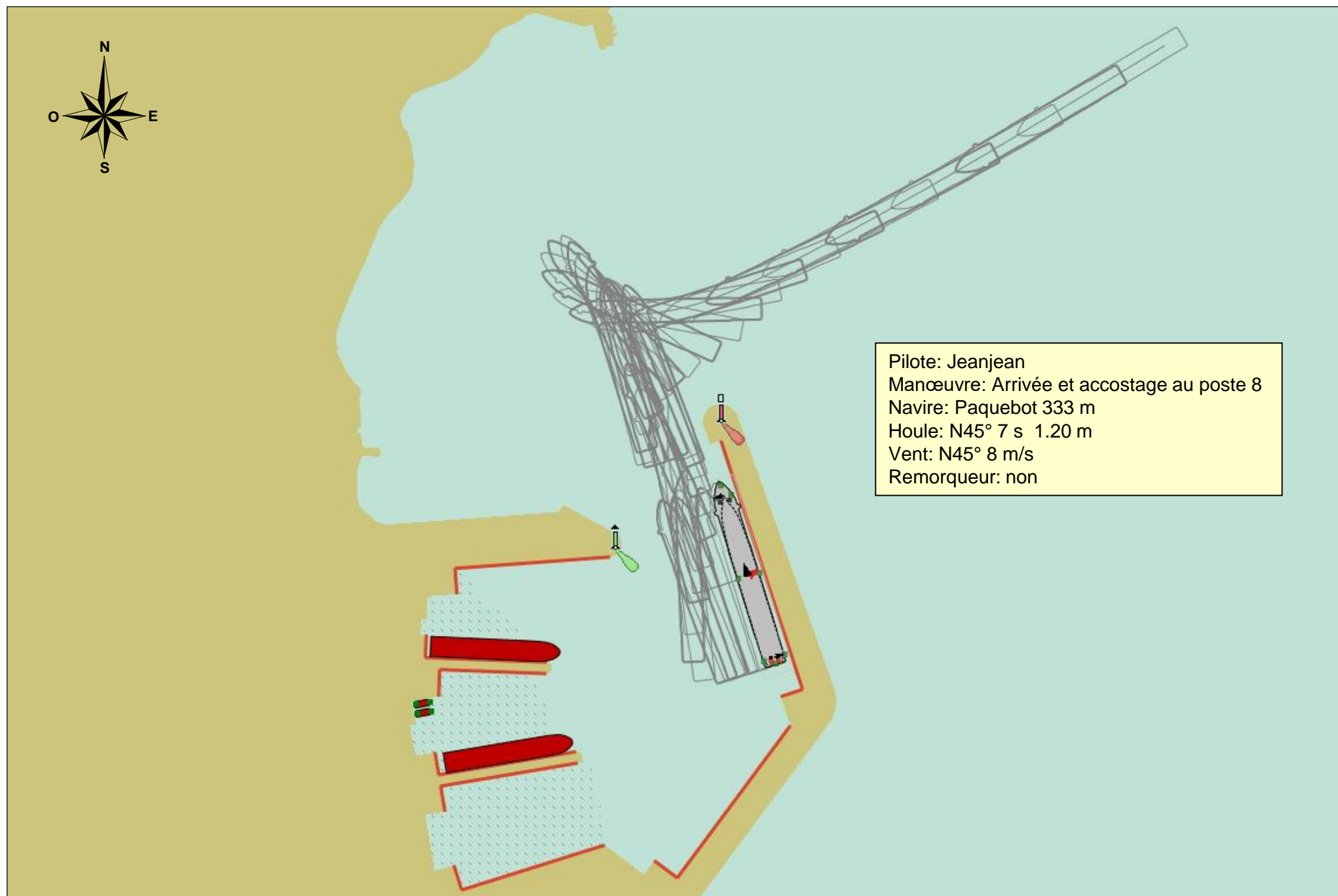




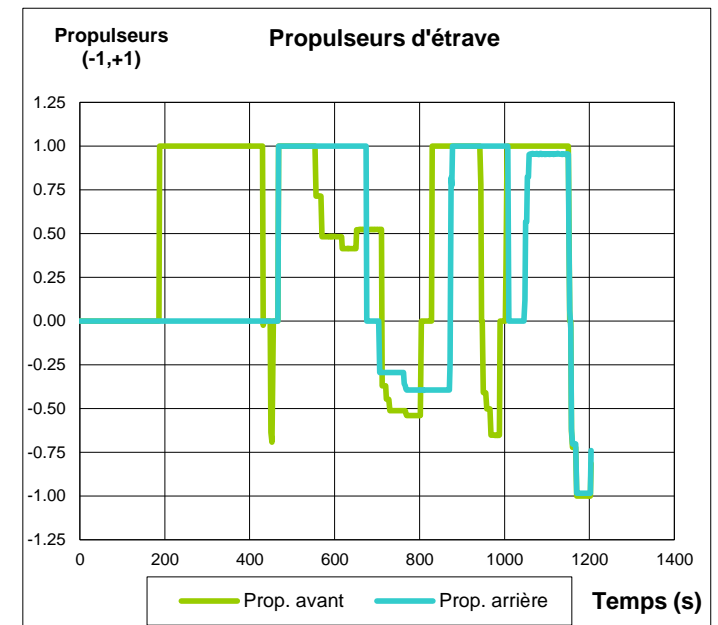
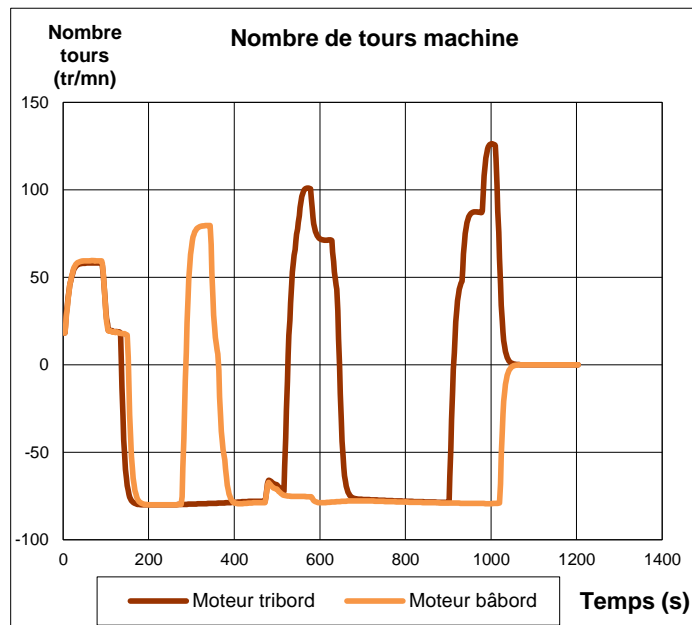
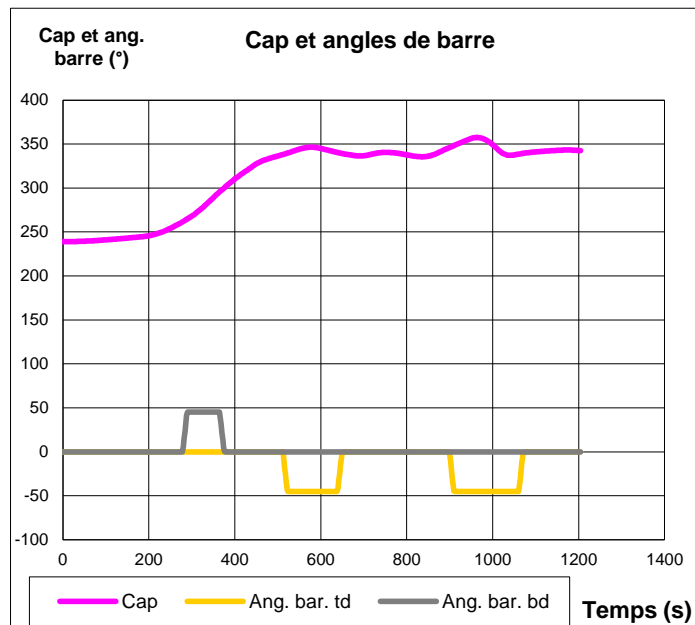
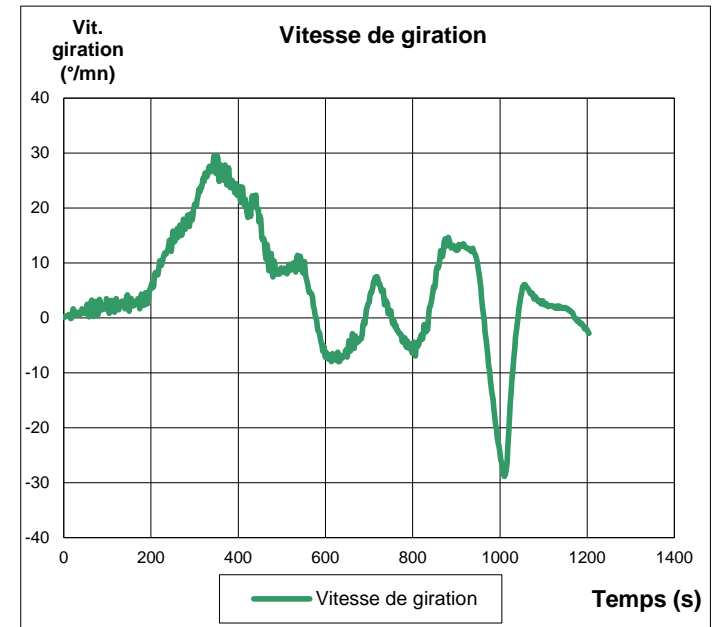
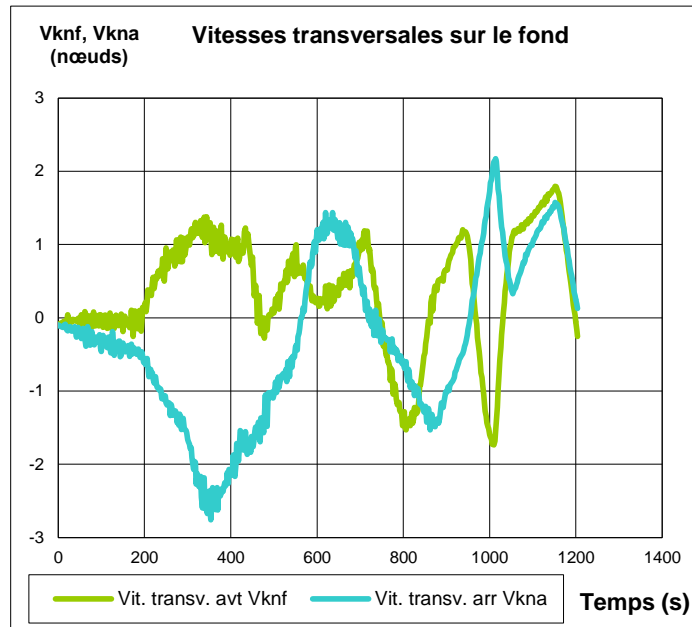
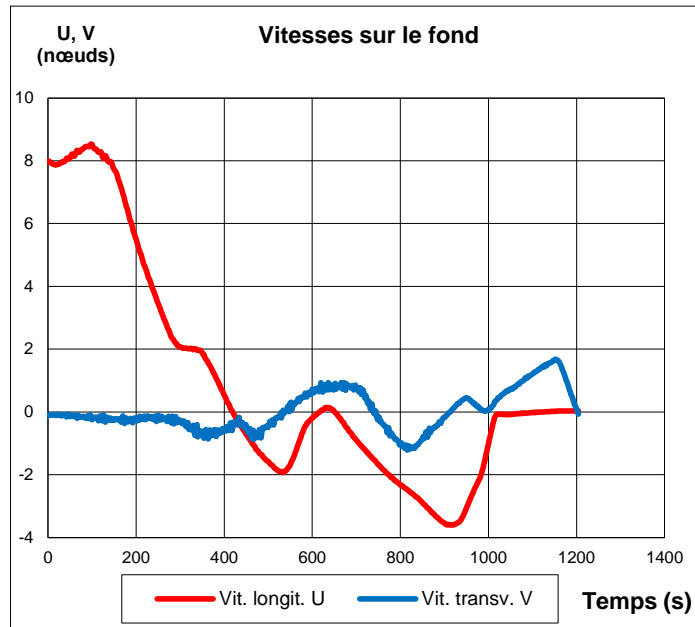








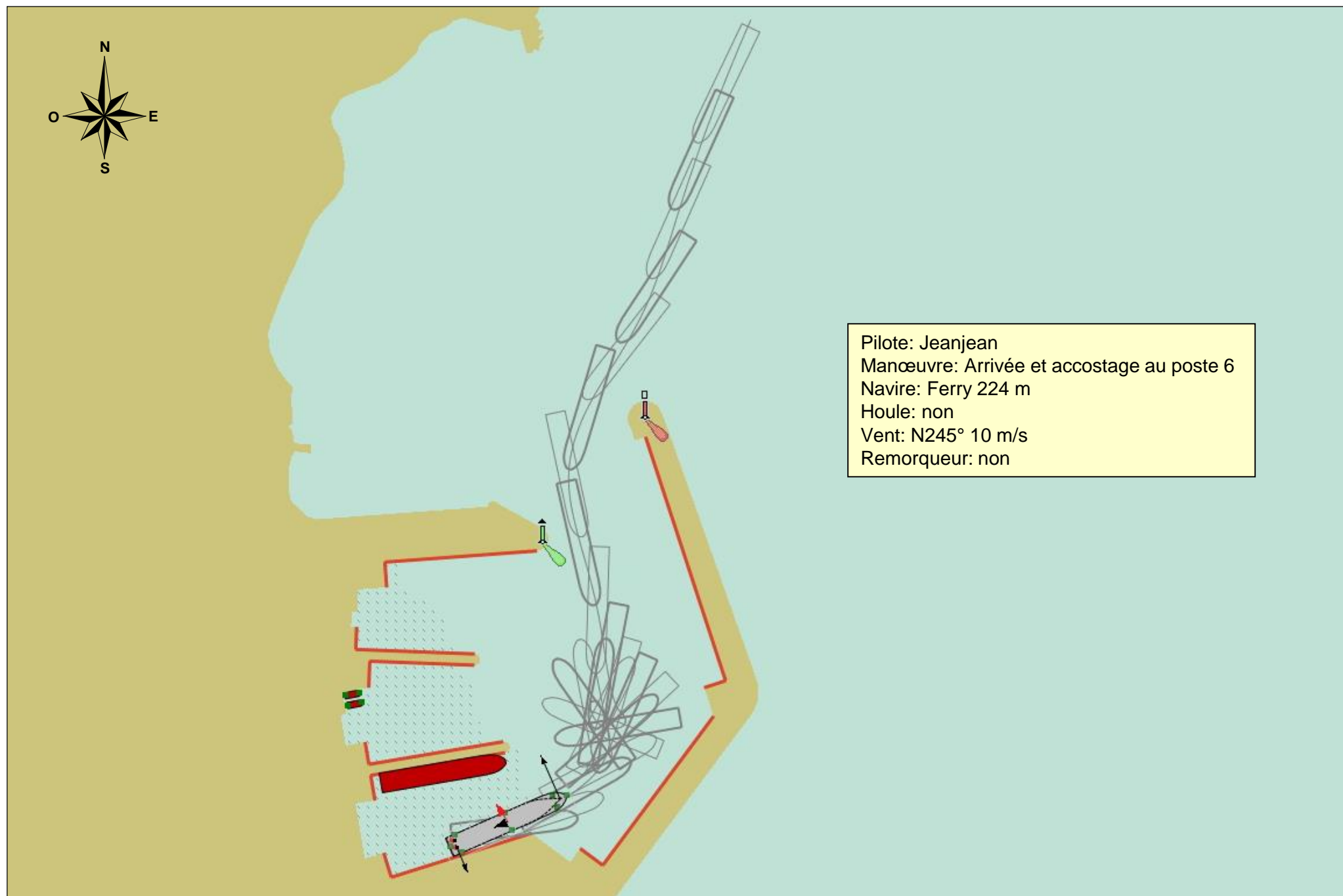




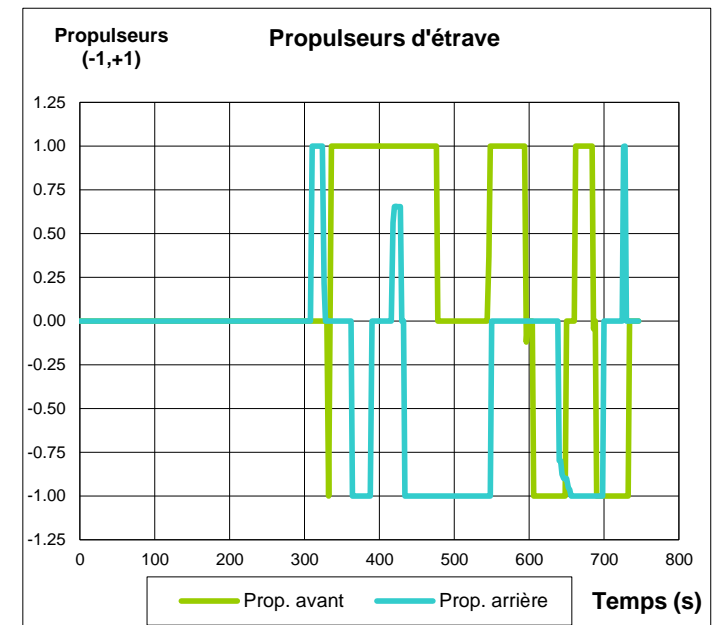
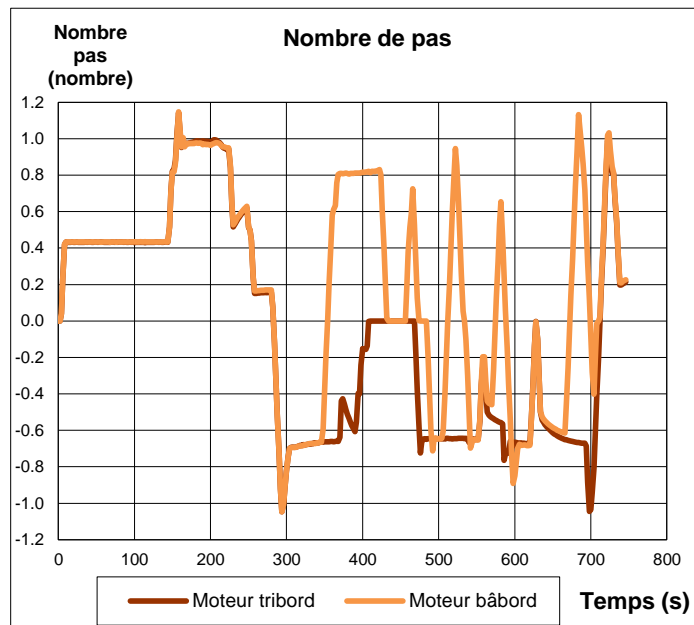
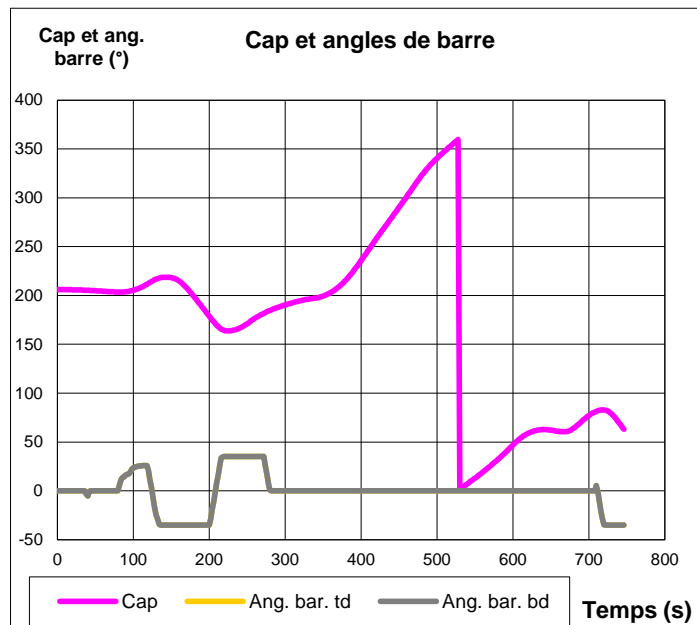
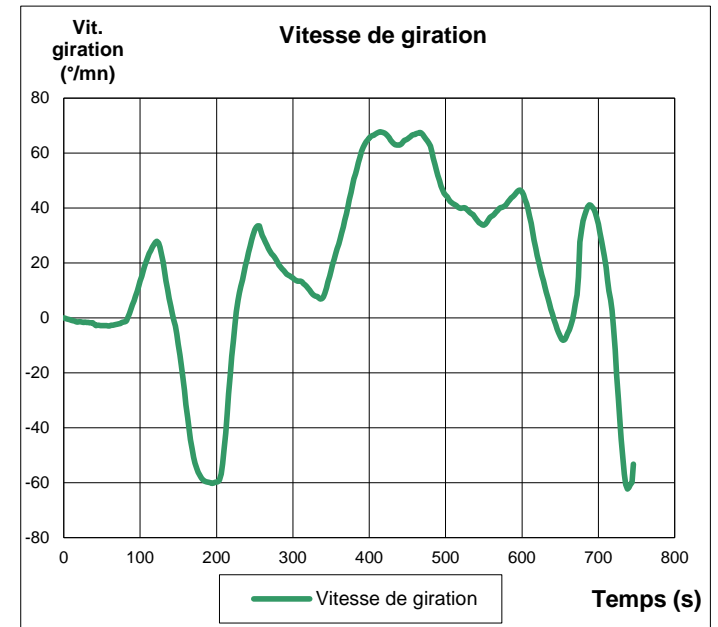
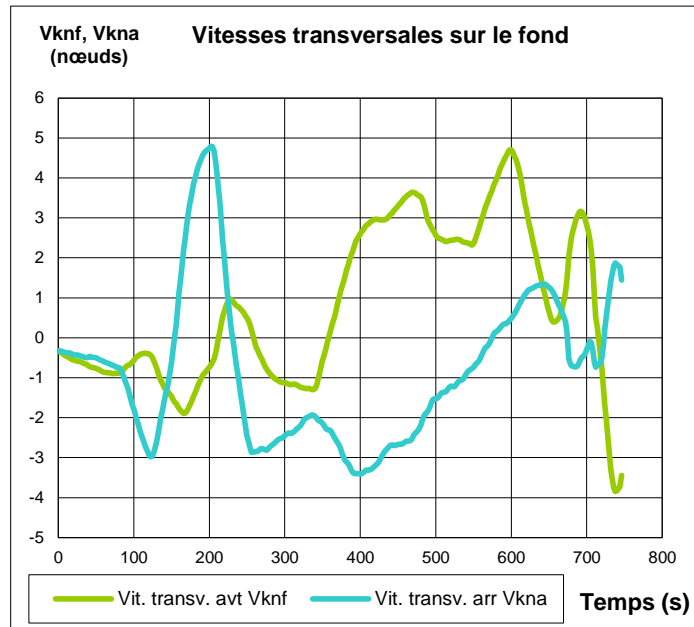
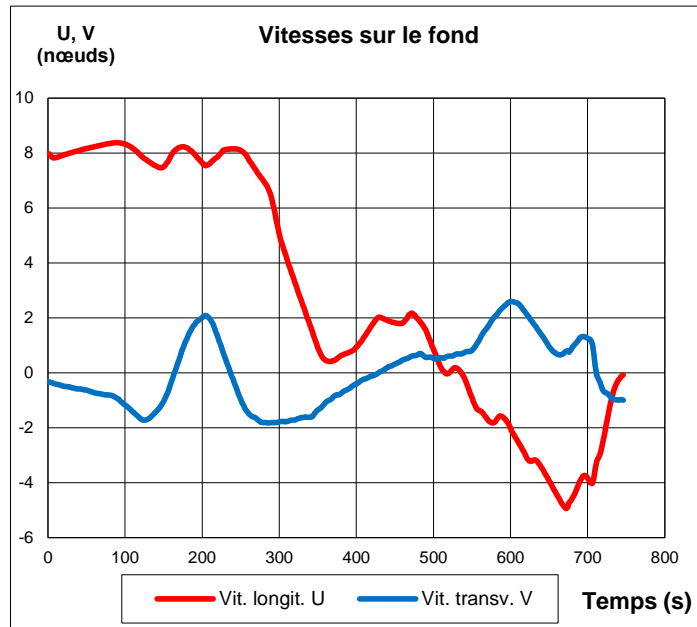


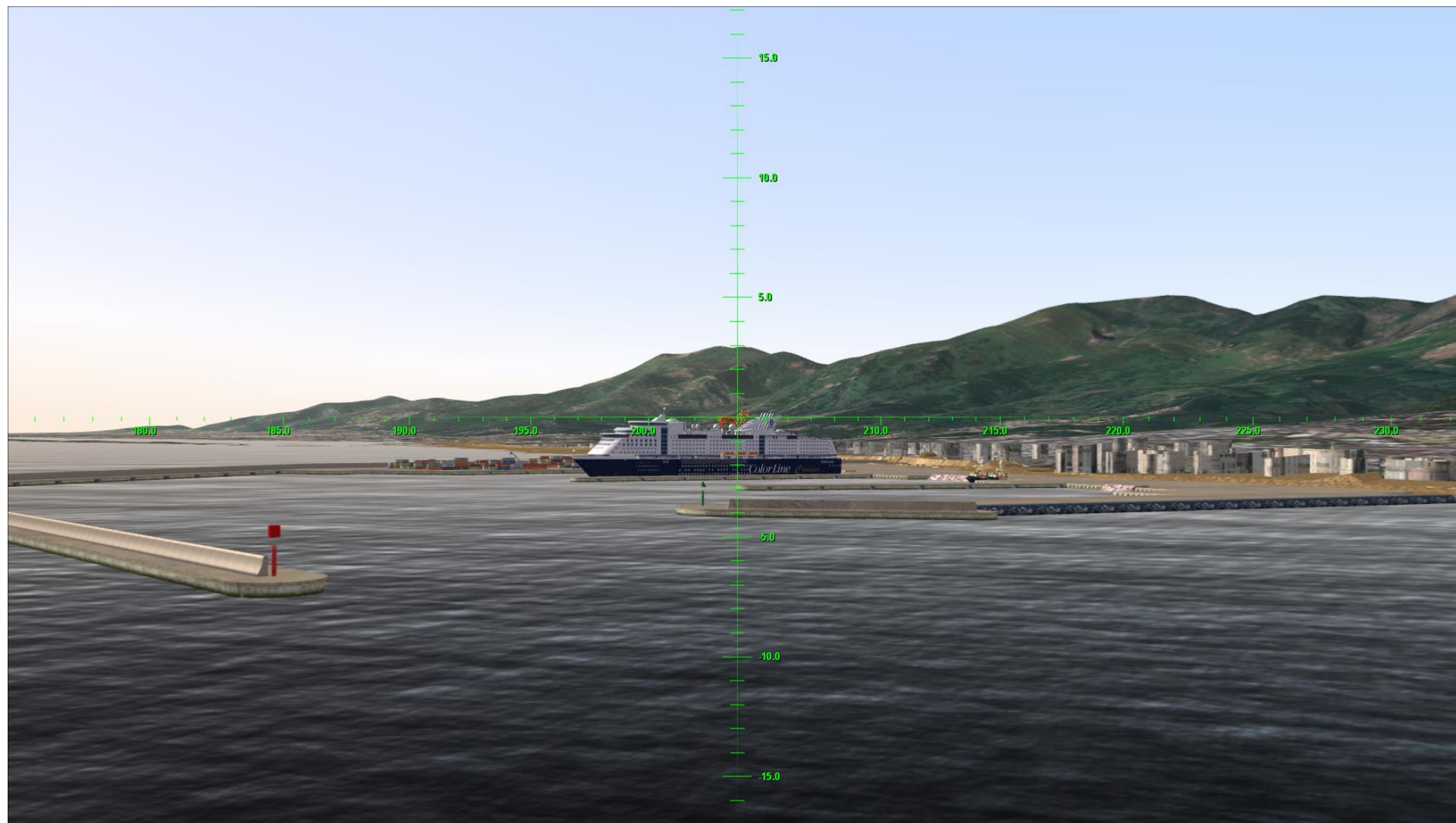


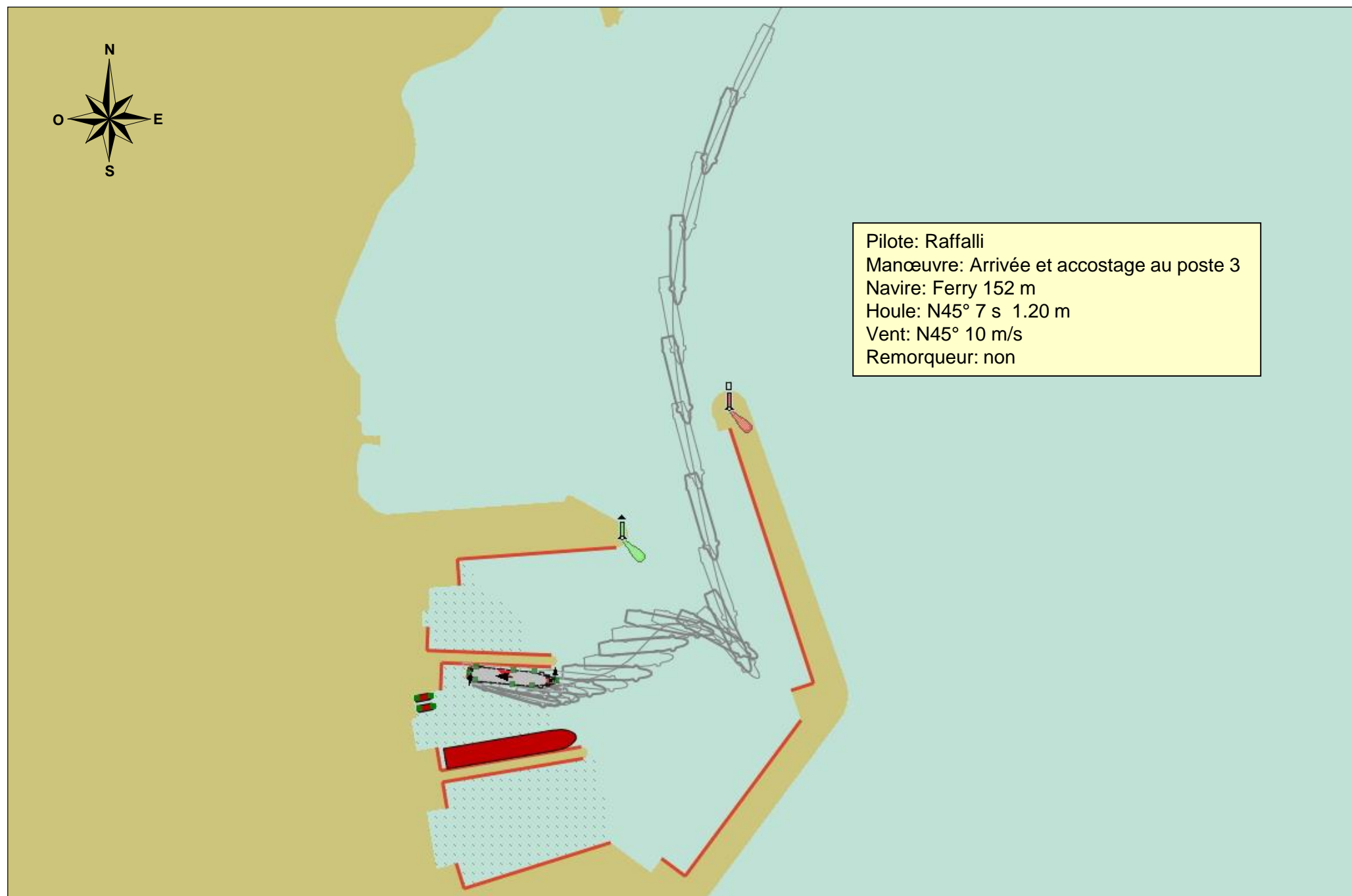




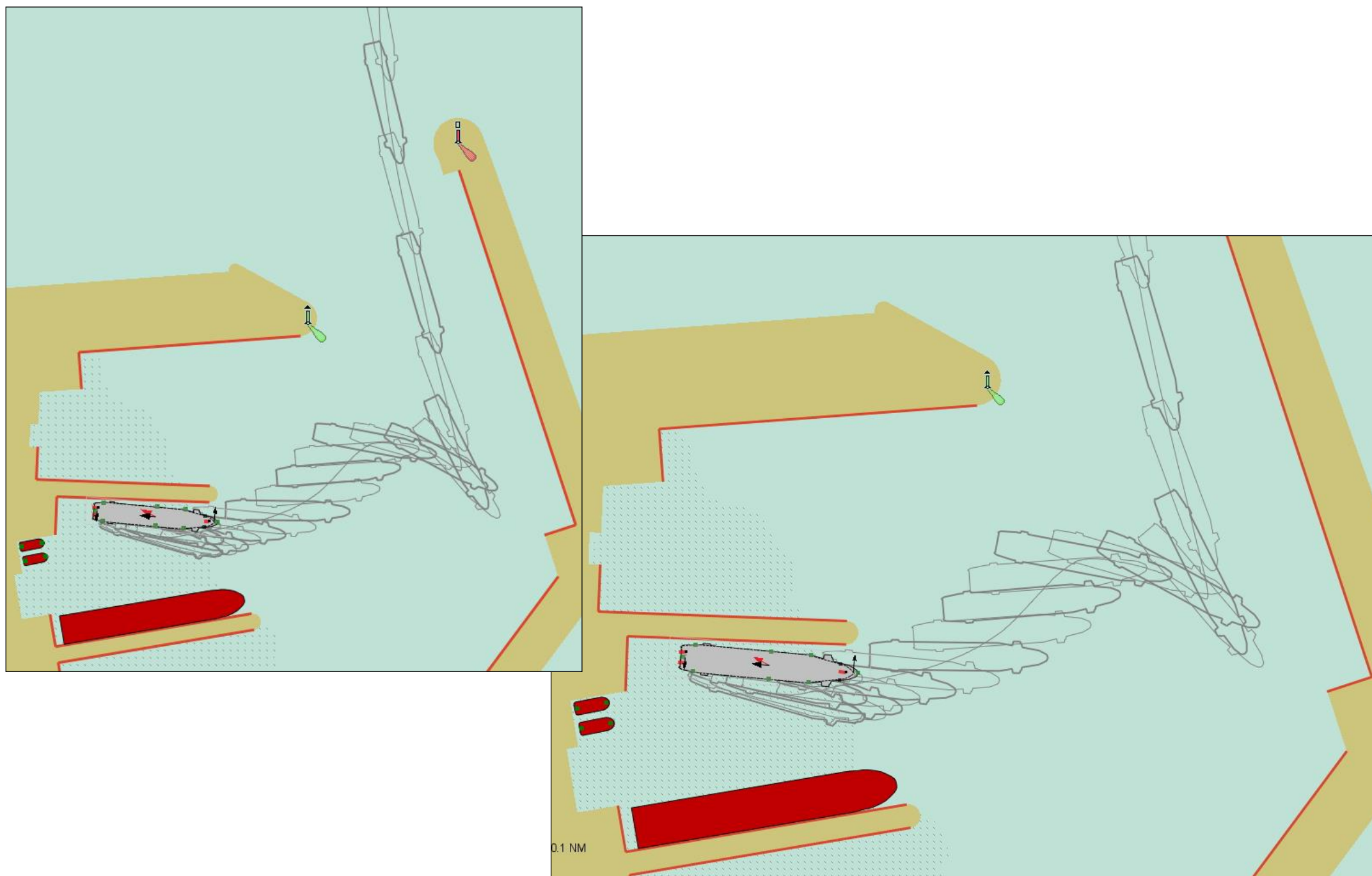


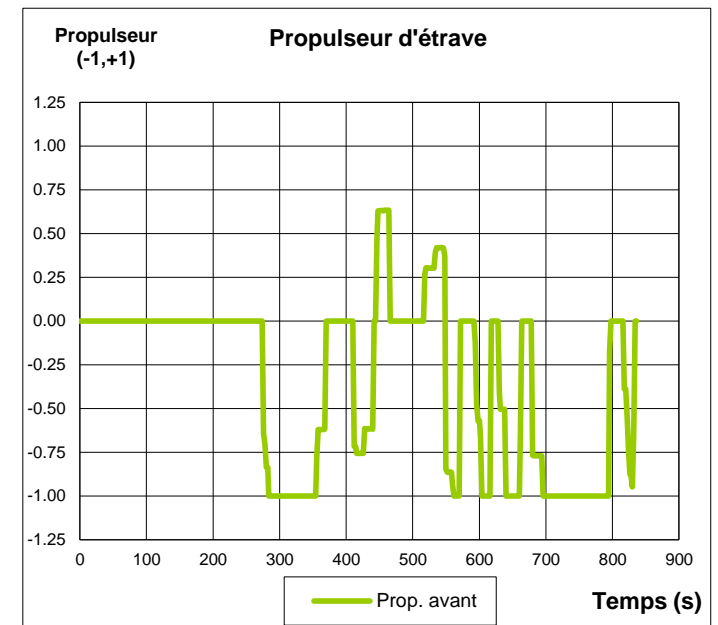
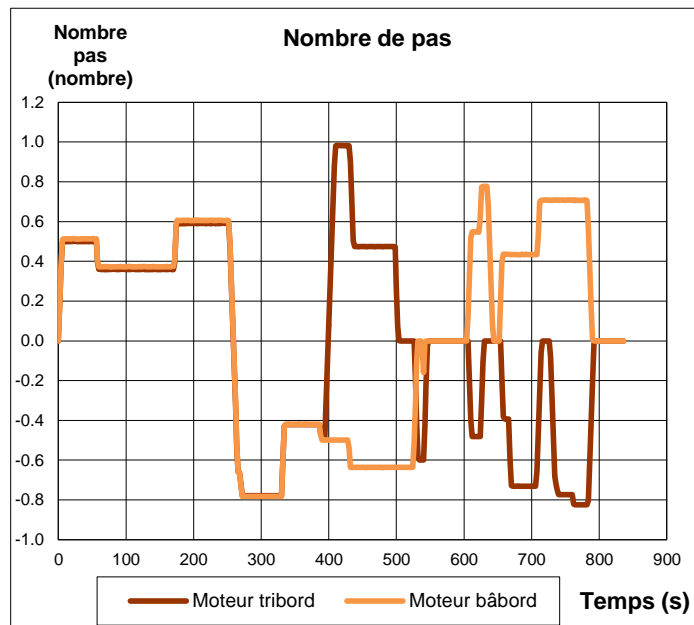
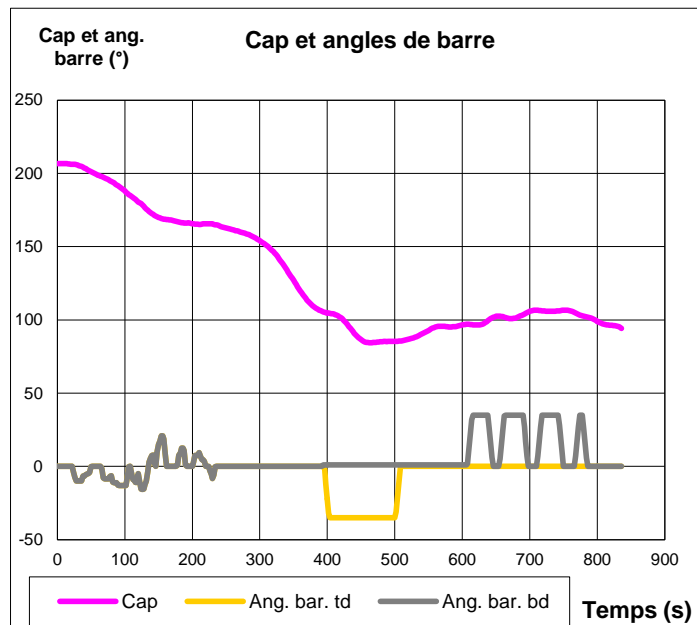
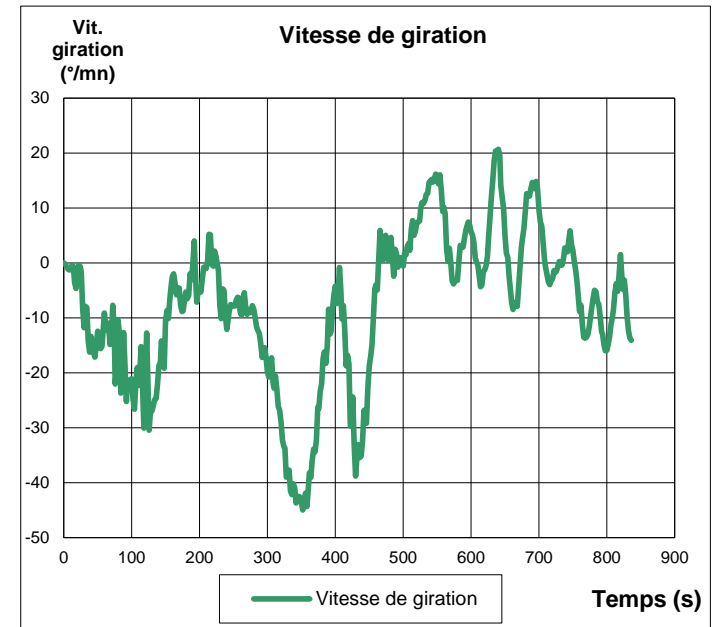
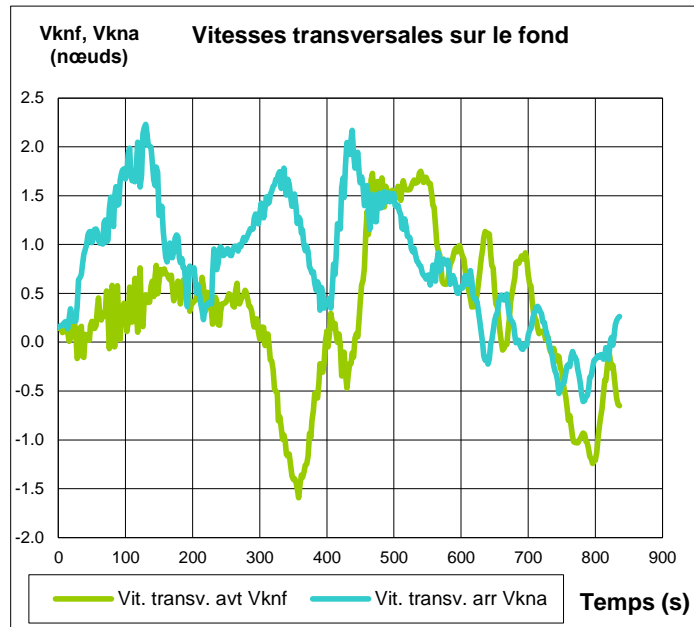
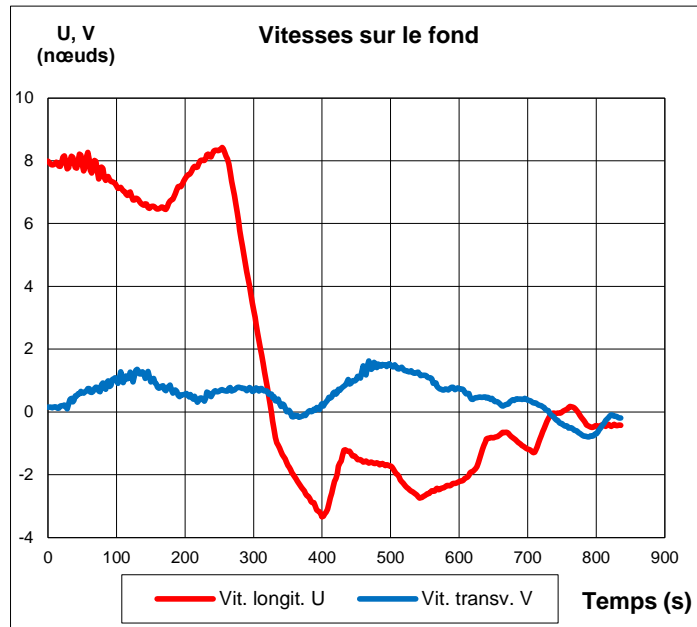


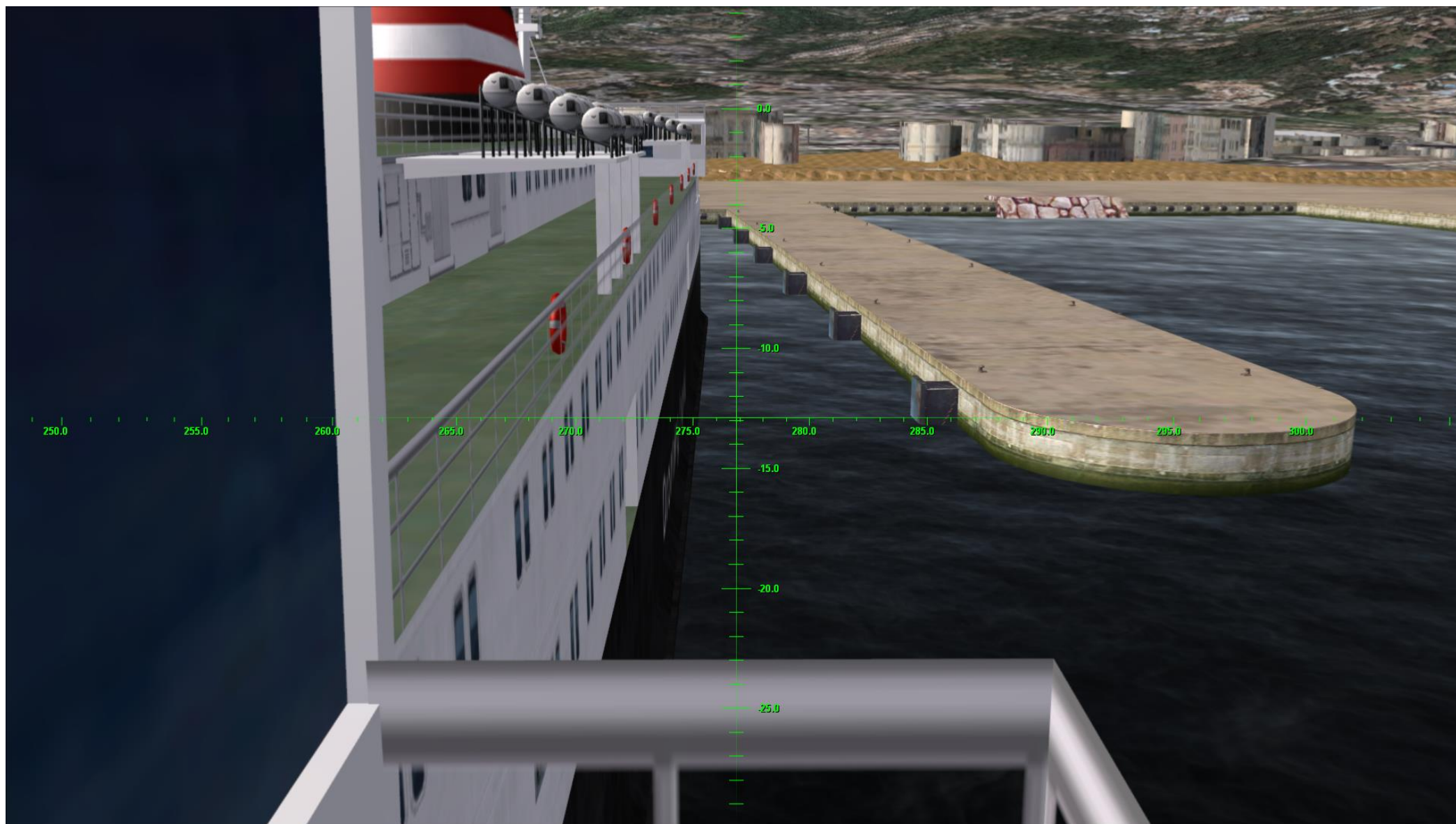












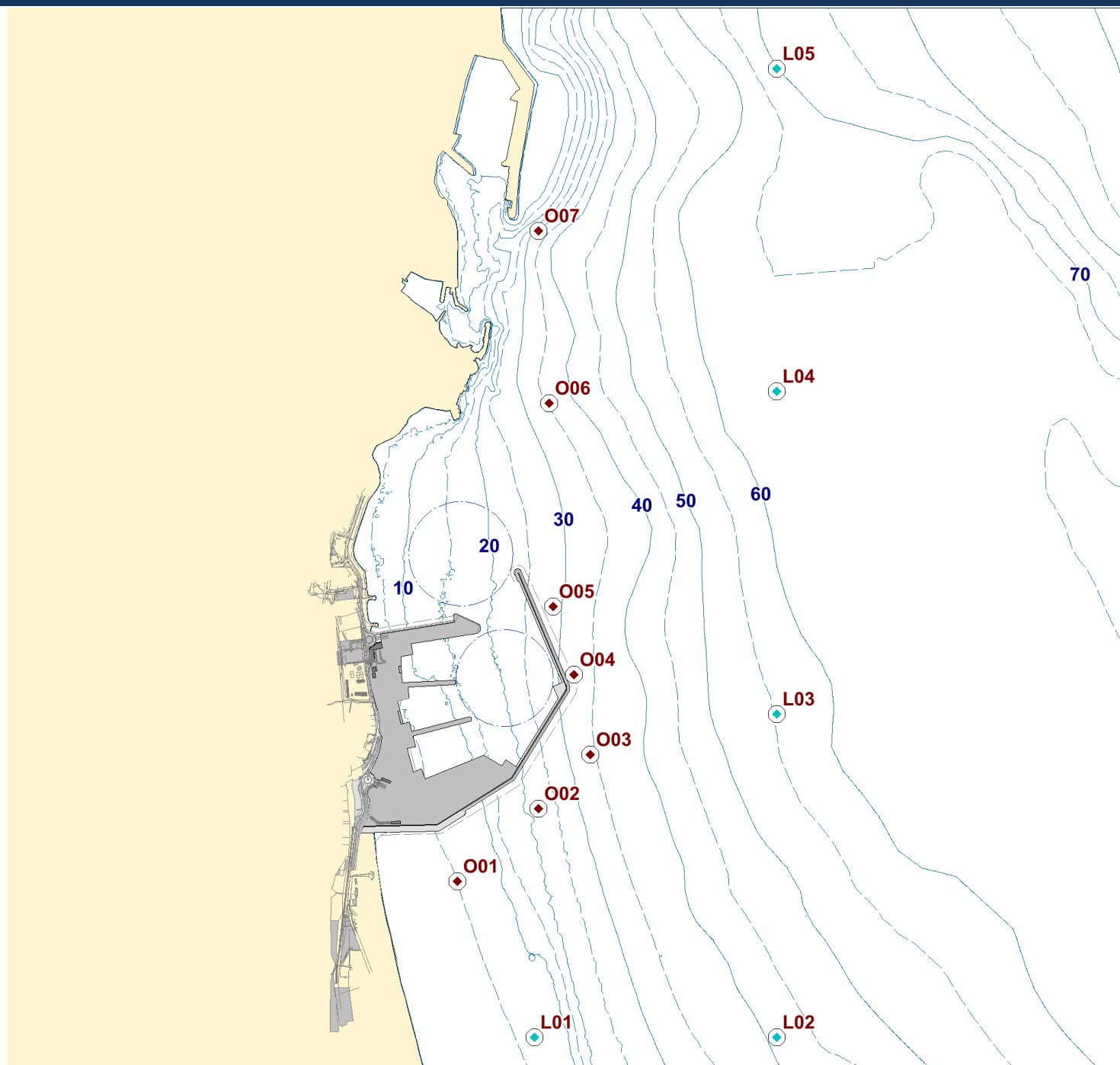
---

# PROJET DE PORTU NOVU

## ETUDES COMPLÉMENTAIRES

### *Annexe A - Etats de mer au droit des ouvrages*

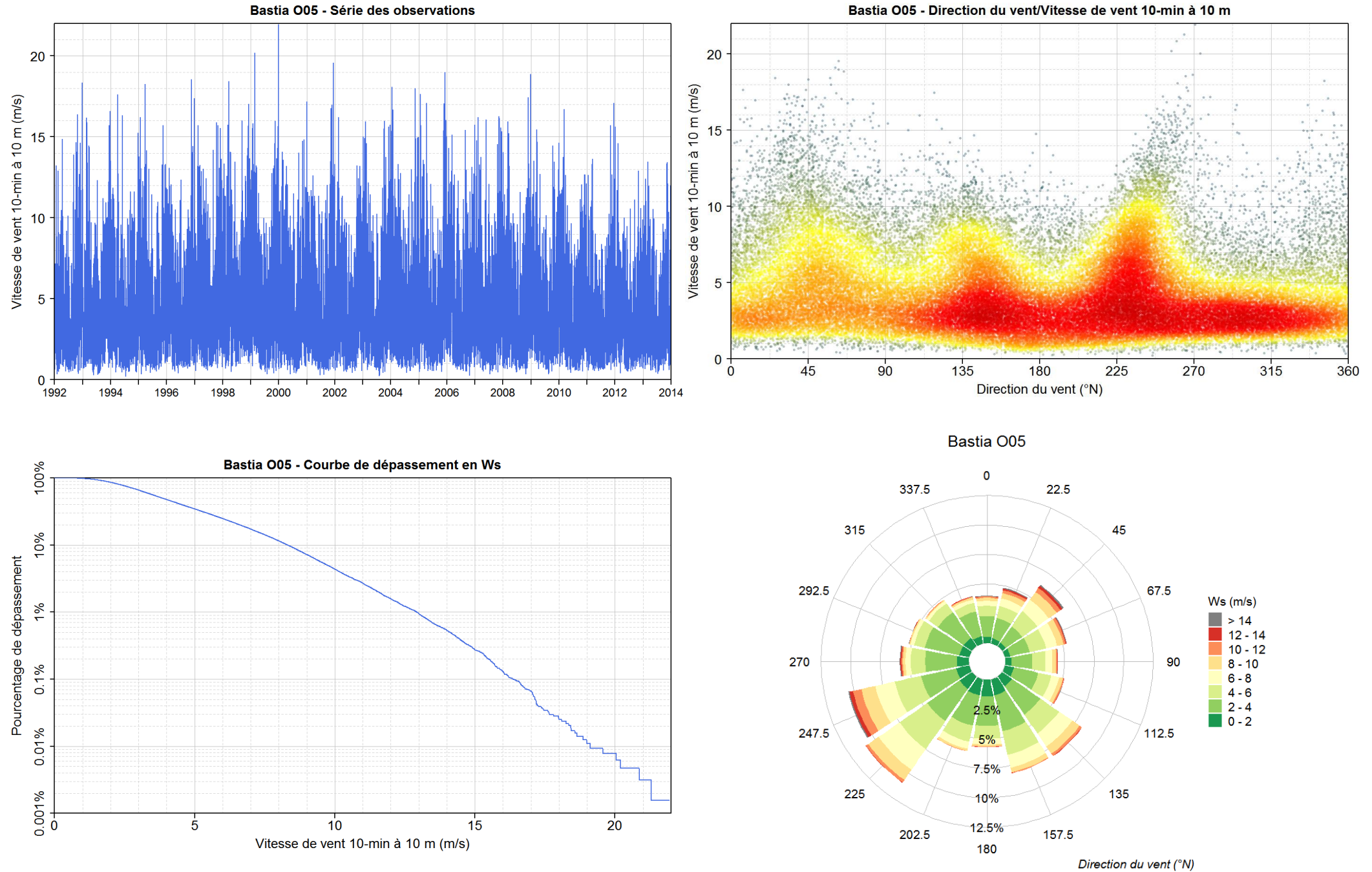






---

VENT



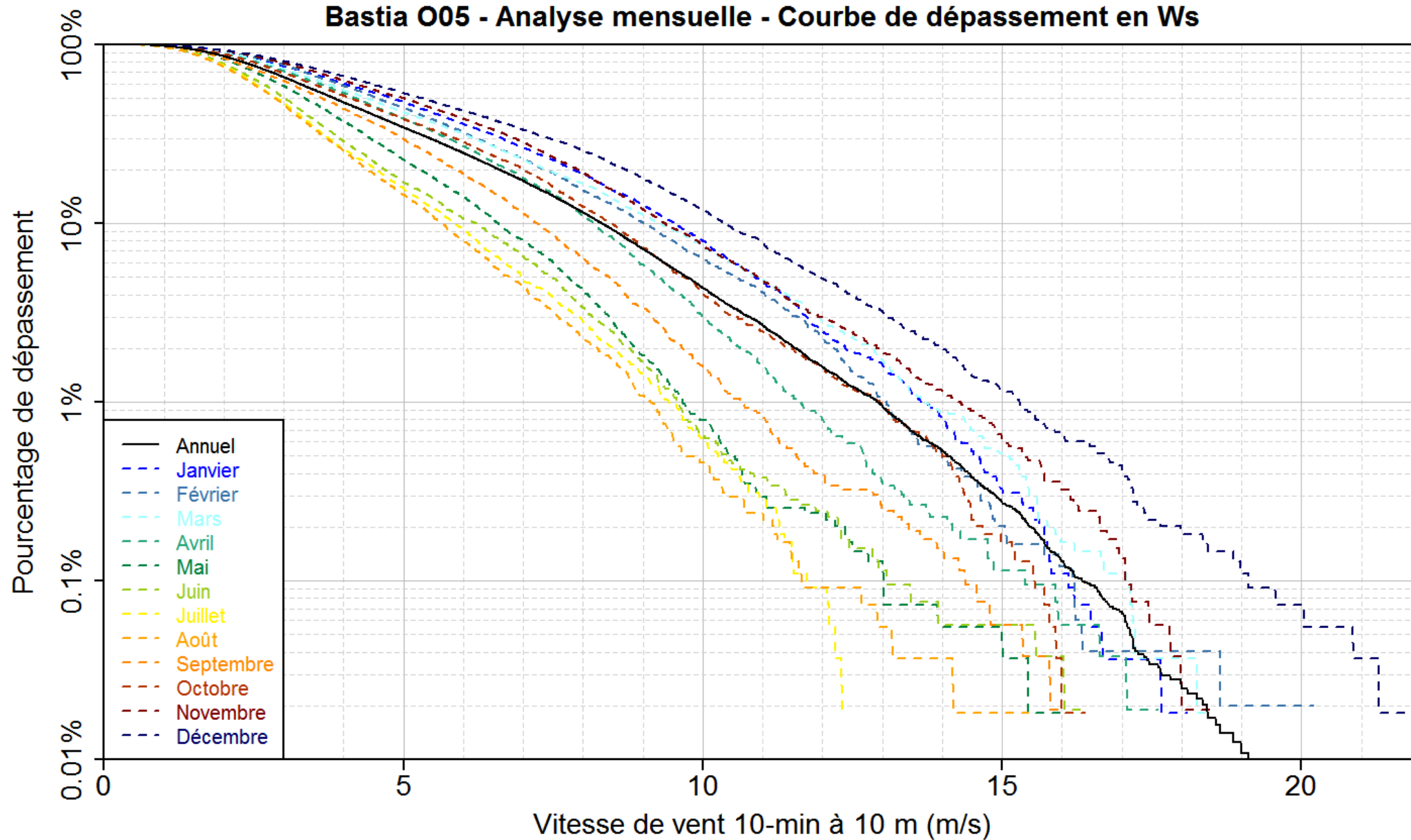
## Bastia O05 - Corrélogramme Ws / Wdir

Vitesse de vent 10-min à 10 m (m/s)

|         | 0    | 22.5 | 45   | 67.5 | 90   | 112.5 | 135  | 157.5 | 180  | 202.5 | 225   | 247.5 | 270  | 292.5 | 315  | 337.5 | Total % |
|---------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|---------|
| ]0,2]   | 0.53 | 0.45 | 0.41 | 0.44 | 0.57 | 0.78  | 1.04 | 1.37  | 1.44 | 1.41  | 1.27  | 1.14  | 1    | 0.86  | 0.85 | 0.64  | 14.19   |
| ]2,4]   | 1.74 | 1.74 | 1.65 | 1.68 | 1.69 | 2.09  | 2.9  | 3.13  | 2.48 | 2.6   | 3.33  | 3.02  | 2.69 | 2.96  | 2.66 | 2.14  | 38.5    |
| ]4,6]   | 0.86 | 1.06 | 1.56 | 1.42 | 1.13 | 1.14  | 1.95 | 2.06  | 1.09 | 1.4   | 2.89  | 2.28  | 1.2  | 0.95  | 0.95 | 0.73  | 22.65   |
| ]6,8]   | 0.43 | 0.66 | 1.18 | 0.96 | 0.6  | 0.67  | 1.33 | 1.1   | 0.49 | 0.61  | 2.14  | 1.69  | 0.48 | 0.3   | 0.26 | 0.31  | 13.22   |
| ]8,10]  | 0.25 | 0.47 | 0.8  | 0.57 | 0.32 | 0.32  | 0.75 | 0.4   | 0.18 | 0.21  | 1.05  | 1.22  | 0.21 | 0.1   | 0.08 | 0.17  | 7.11    |
| ]10,12] | 0.12 | 0.24 | 0.42 | 0.2  | 0.11 | 0.1   | 0.23 | 0.08  | 0.05 | 0.02  | 0.25  | 0.73  | 0.09 | 0.02  | 0.04 | 0.06  | 2.77    |
| ]12,14] | 0.05 | 0.15 | 0.2  | 0.06 | 0.03 | 0.03  | 0.03 | 0.00  | 0.01 |       | 0.03  | 0.29  | 0.09 | 0.02  | 0.01 | 0.04  | 1.04    |
| ]14,16] | 0.02 | 0.05 | 0.09 | 0.04 | 0.01 | 0.01  | 0.00 |       | 0.00 |       | 0.00  | 0.1   | 0.06 | 0.01  |      | 0.01  | 0.4     |
| ]16,18] | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.00  |      |       |      |       |       | 0.01  | 0.02 | 0.00  |      | 0.00  | 0.1     |
| ]18,20] |      | 0.00 | 0.00 | 0.01 |      |       |      |       |      |       |       |       | 0.00 |       |      | 0.00  | 0.02    |
| ]20,22] |      |      |      |      |      |       |      |       |      |       |       | 0.00  | 0.01 |       |      |       | 0.01    |
| >22     |      |      |      |      |      |       |      |       |      |       |       |       |      |       |      |       |         |
| Total % | 4.01 | 4.84 | 6.35 | 5.37 | 4.46 | 5.15  | 8.23 | 8.15  | 5.73 | 6.24  | 10.97 | 10.47 | 5.85 | 5.23  | 4.84 | 4.11  | 100%    |

Wdir : 22.5 = ]11.25,33.75]

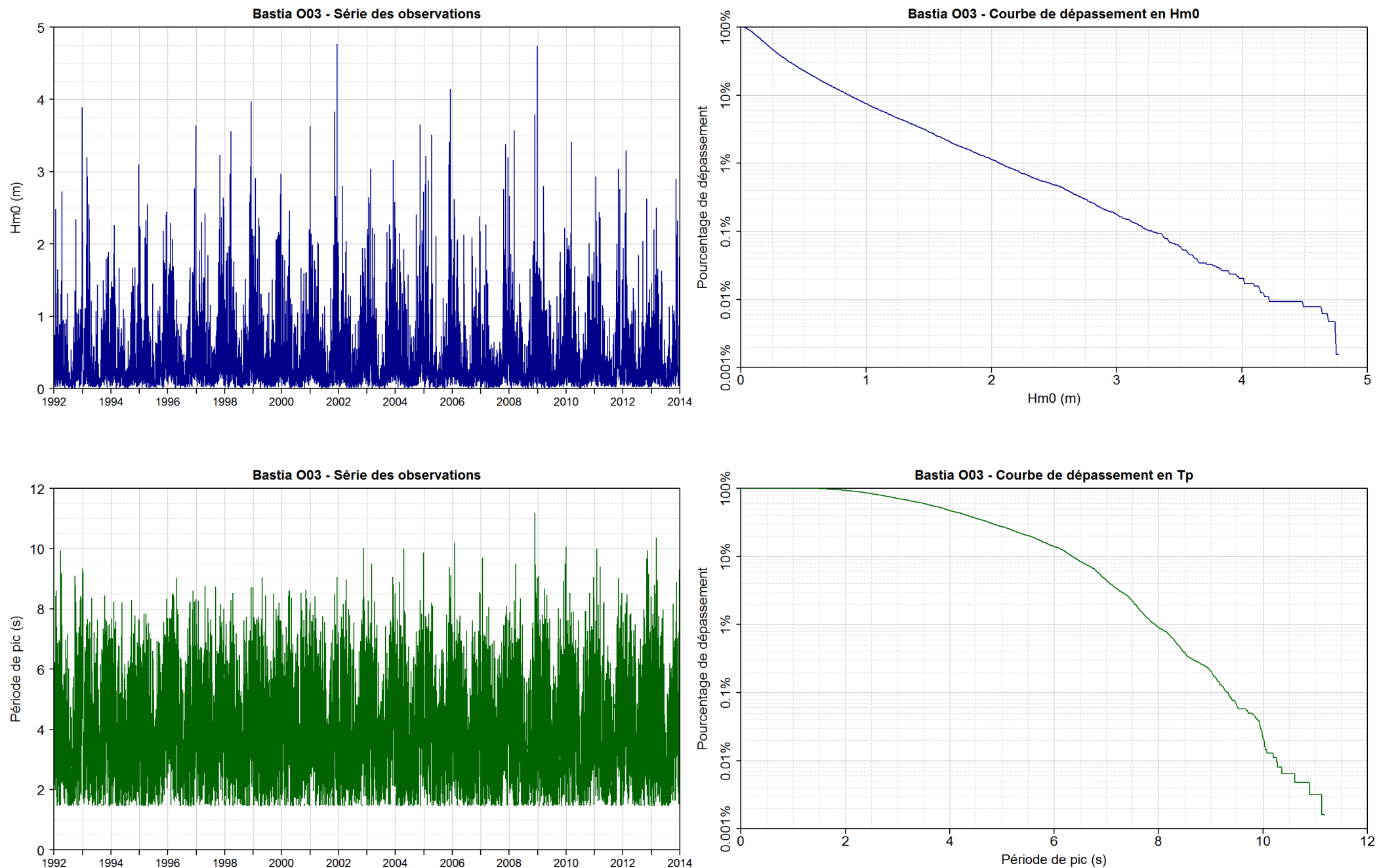
Direction du vent (°N)

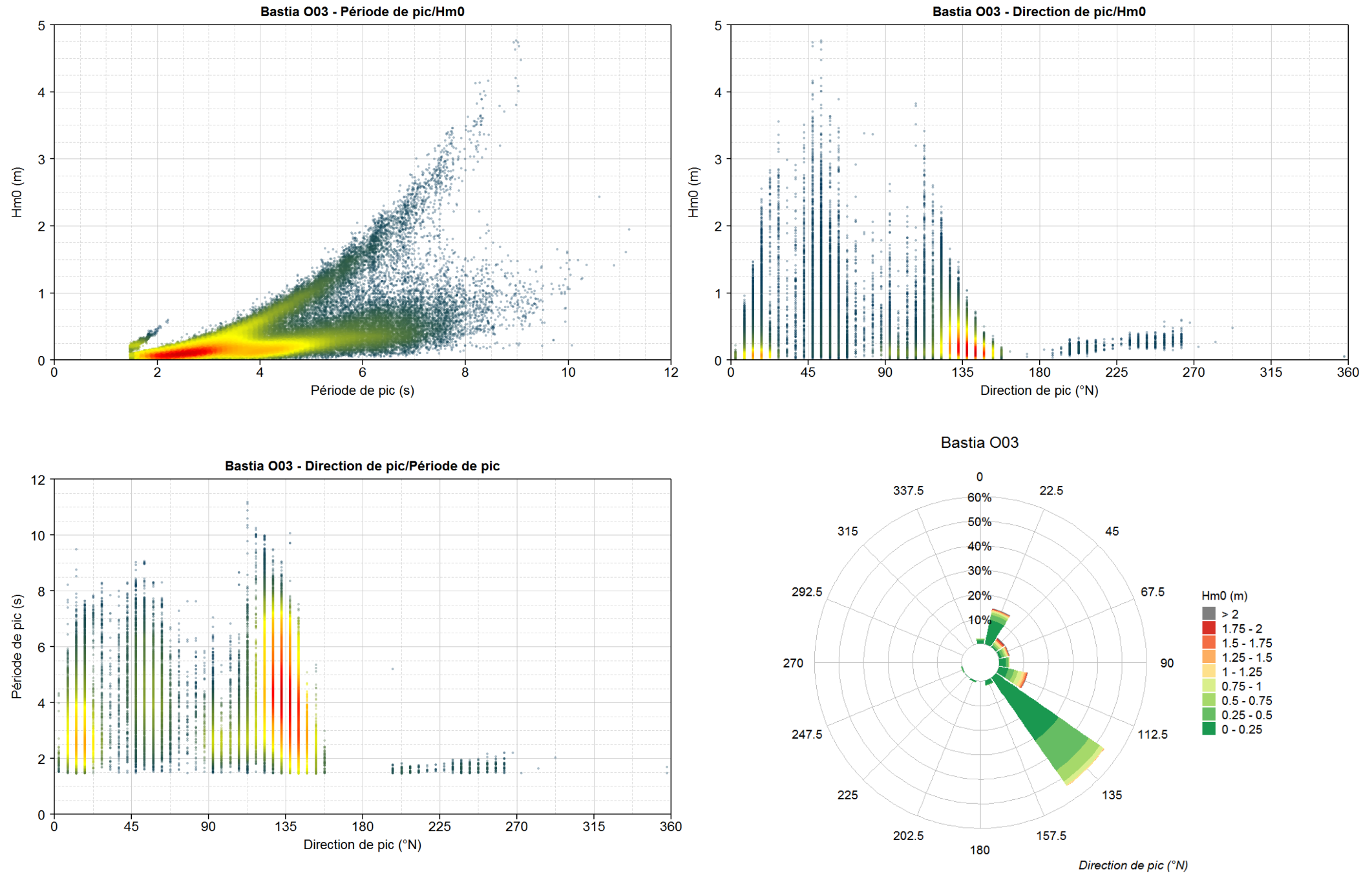
Bastia O05 - Analyse mensuelle - Courbe de dépassement en  $W_s$ 

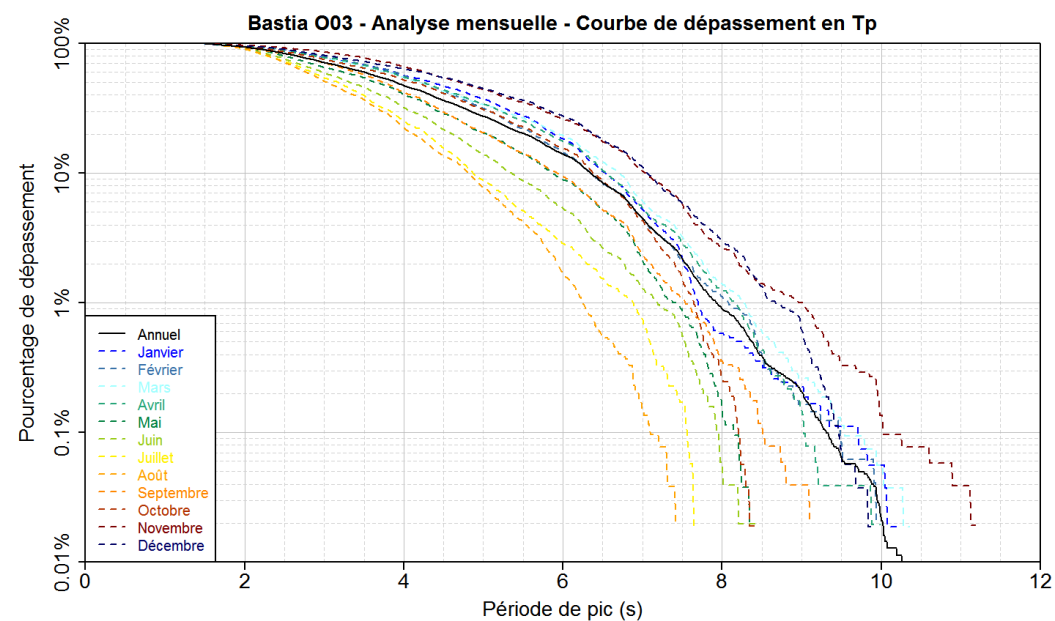
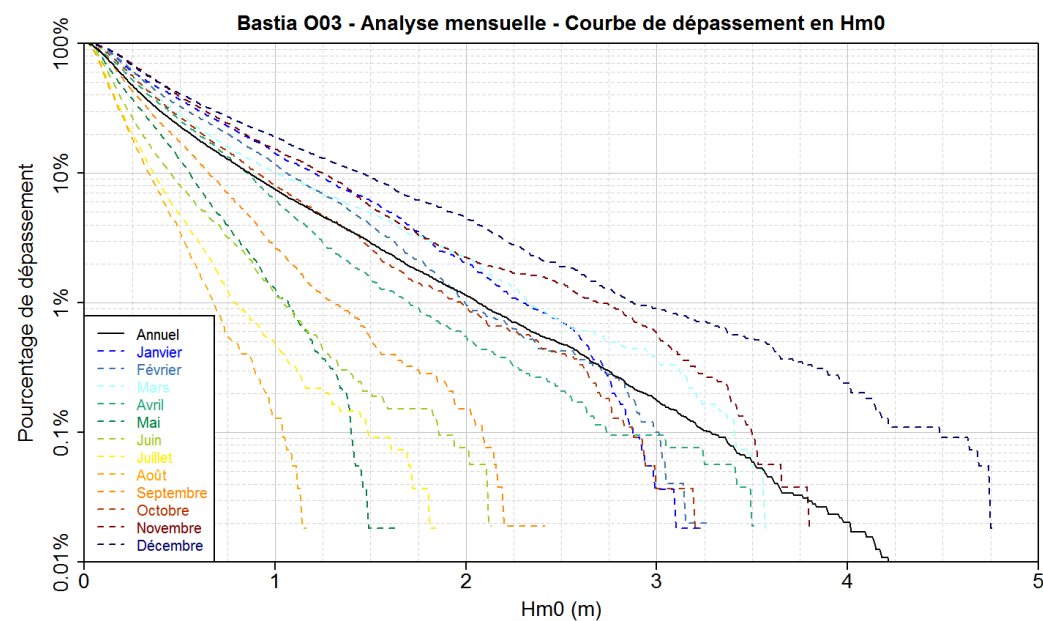
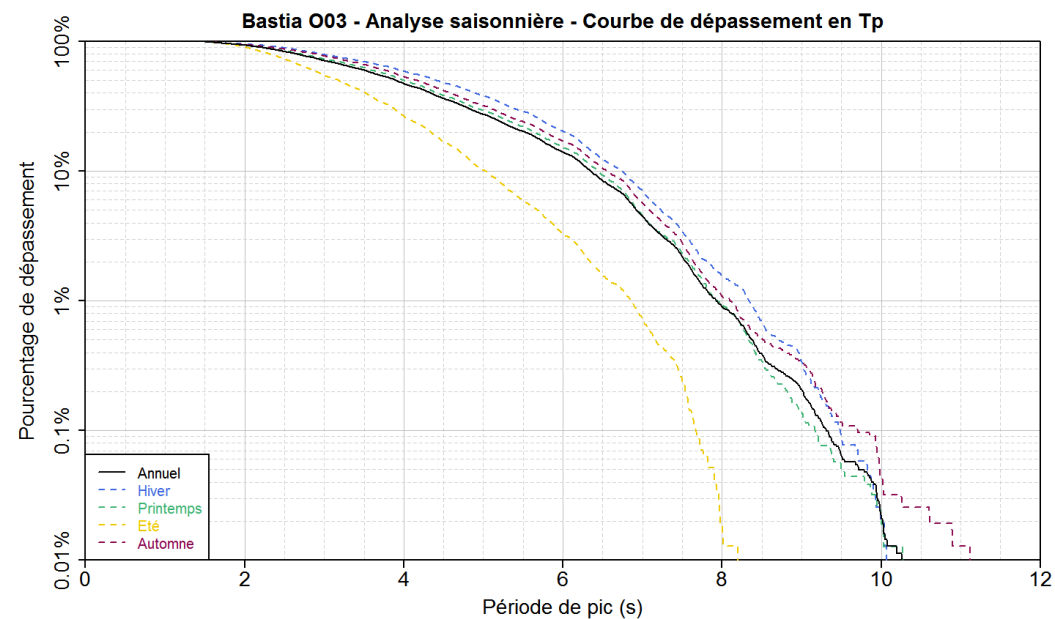
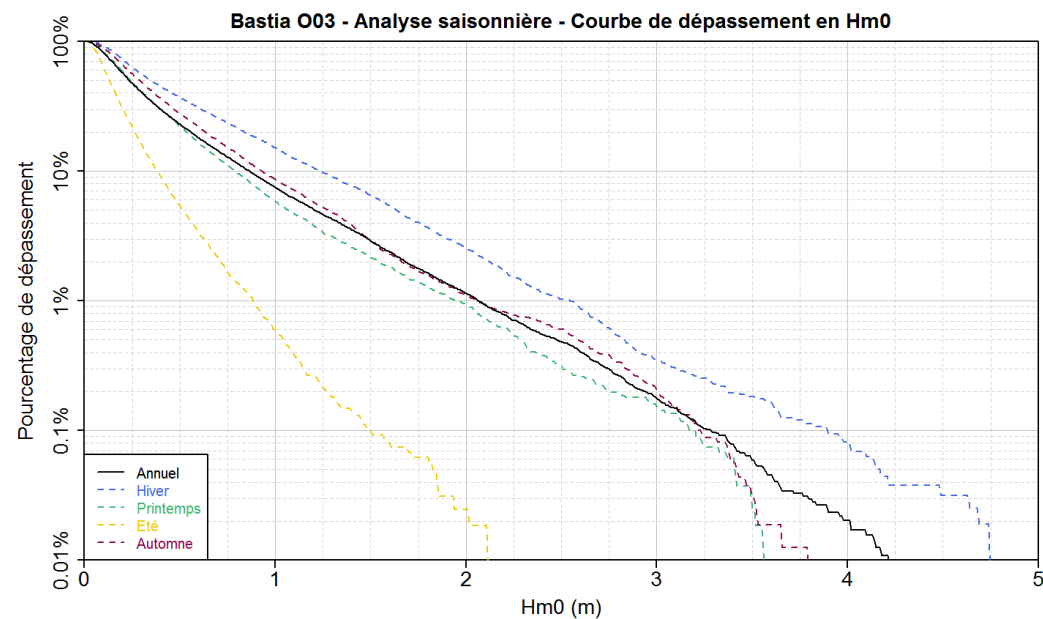
---

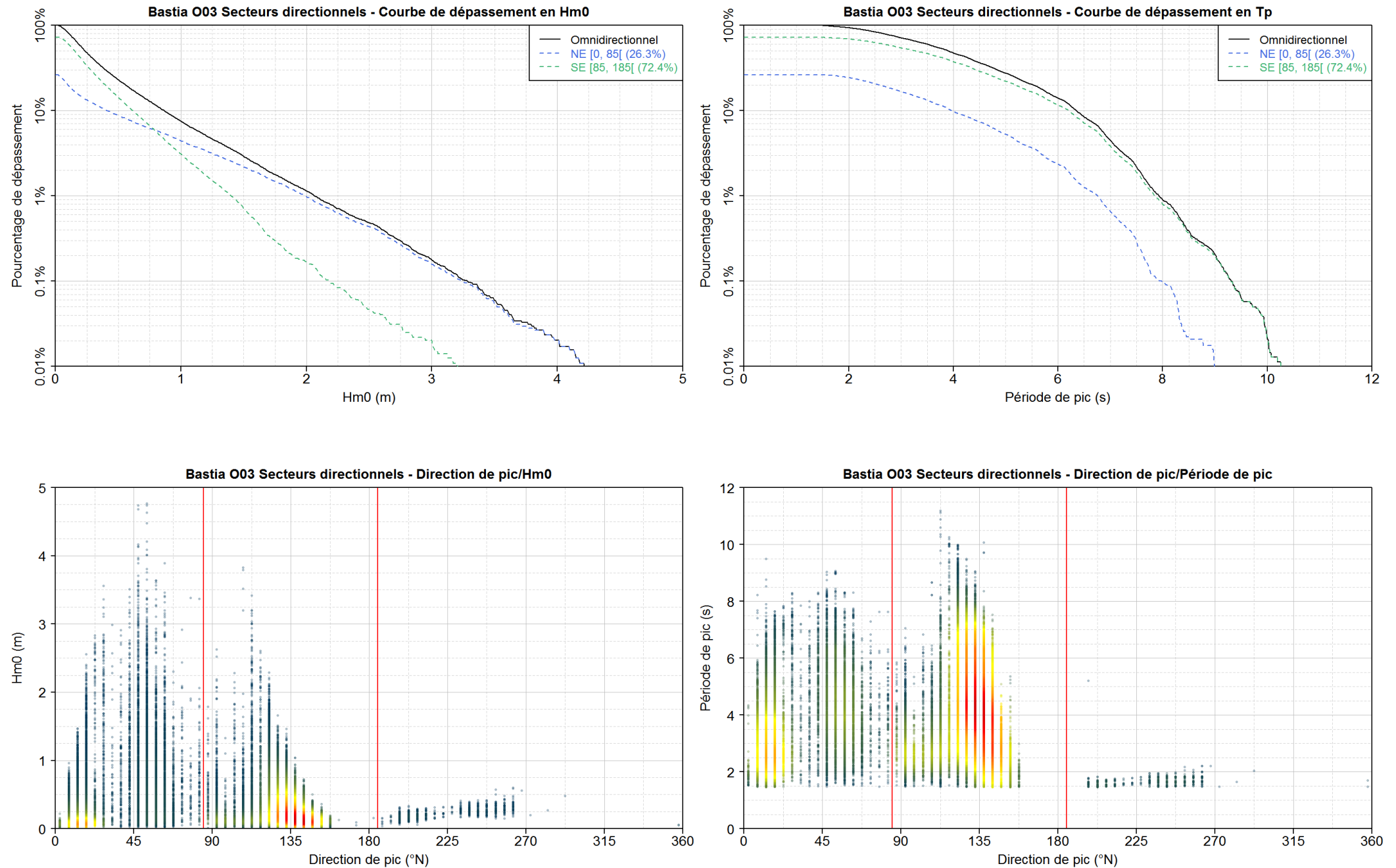
## ETATS DE MER

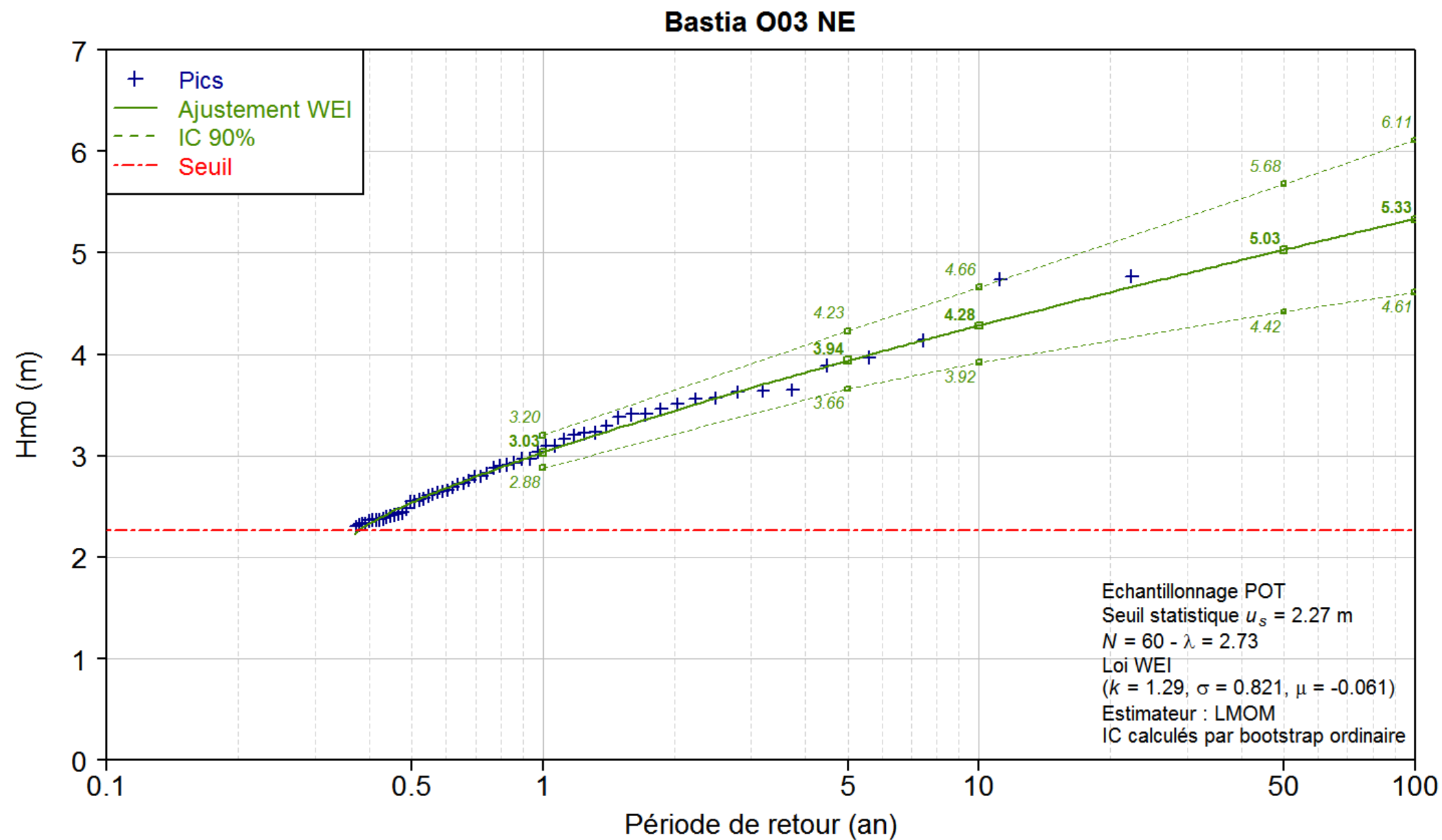




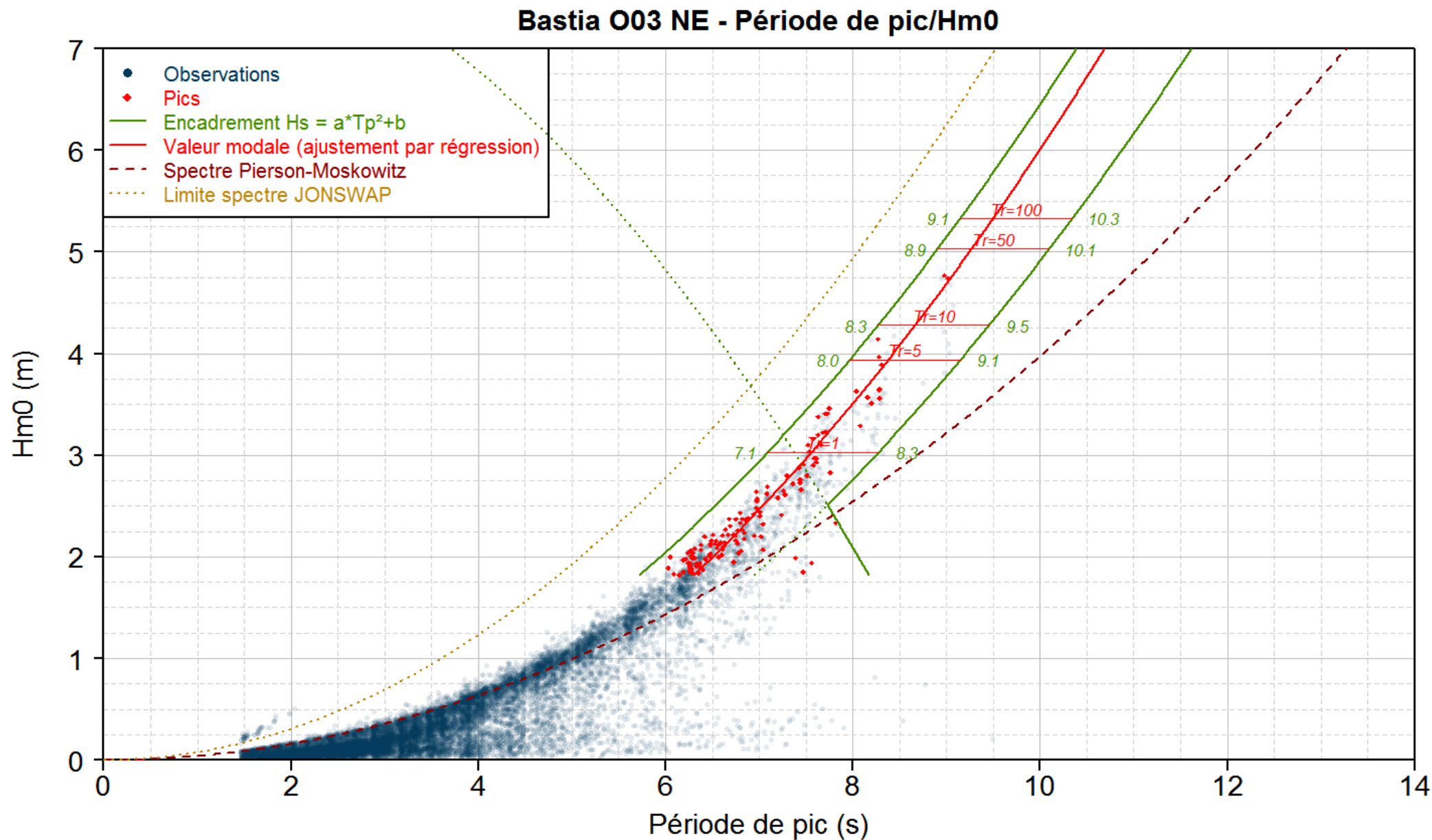


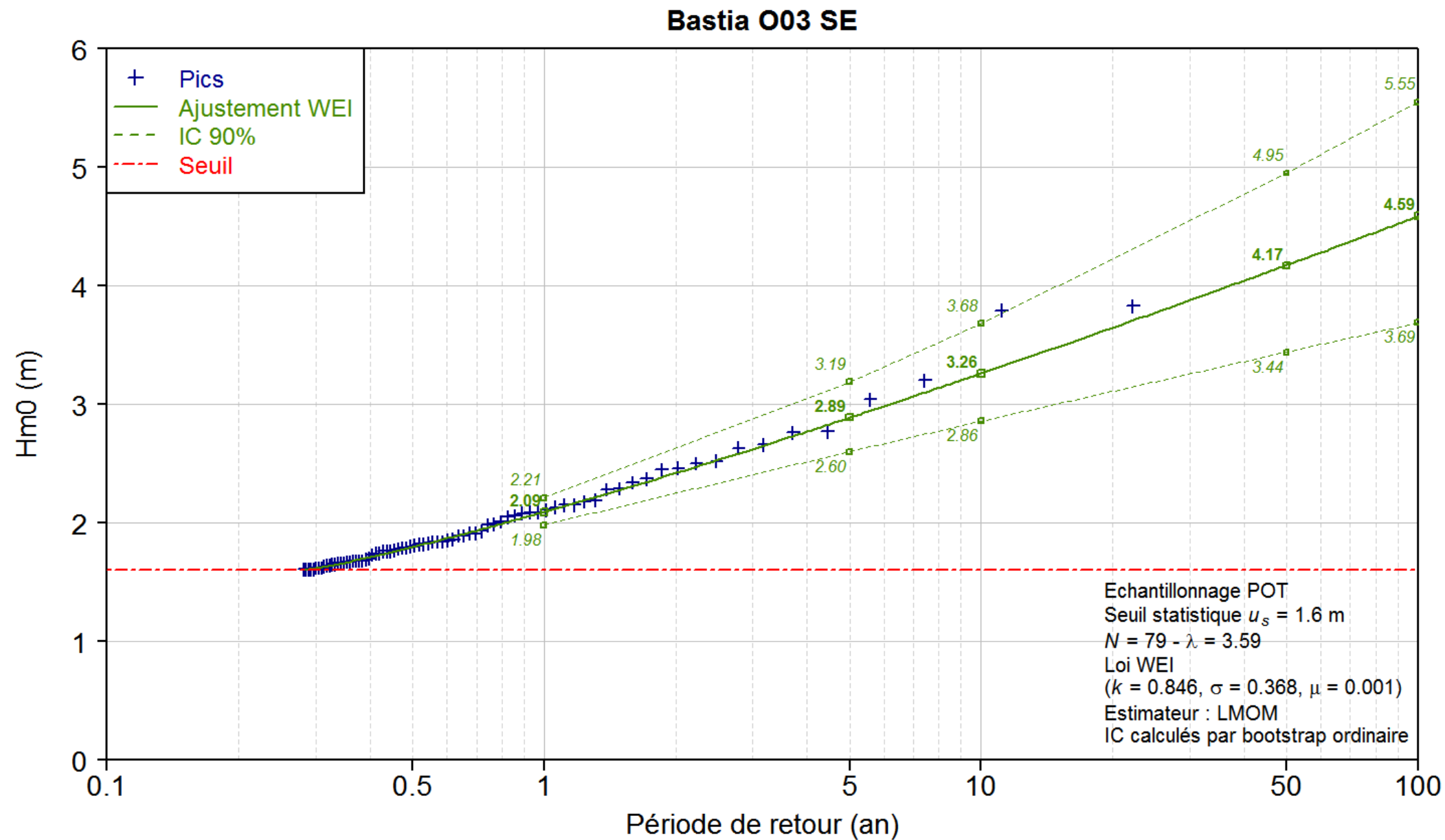


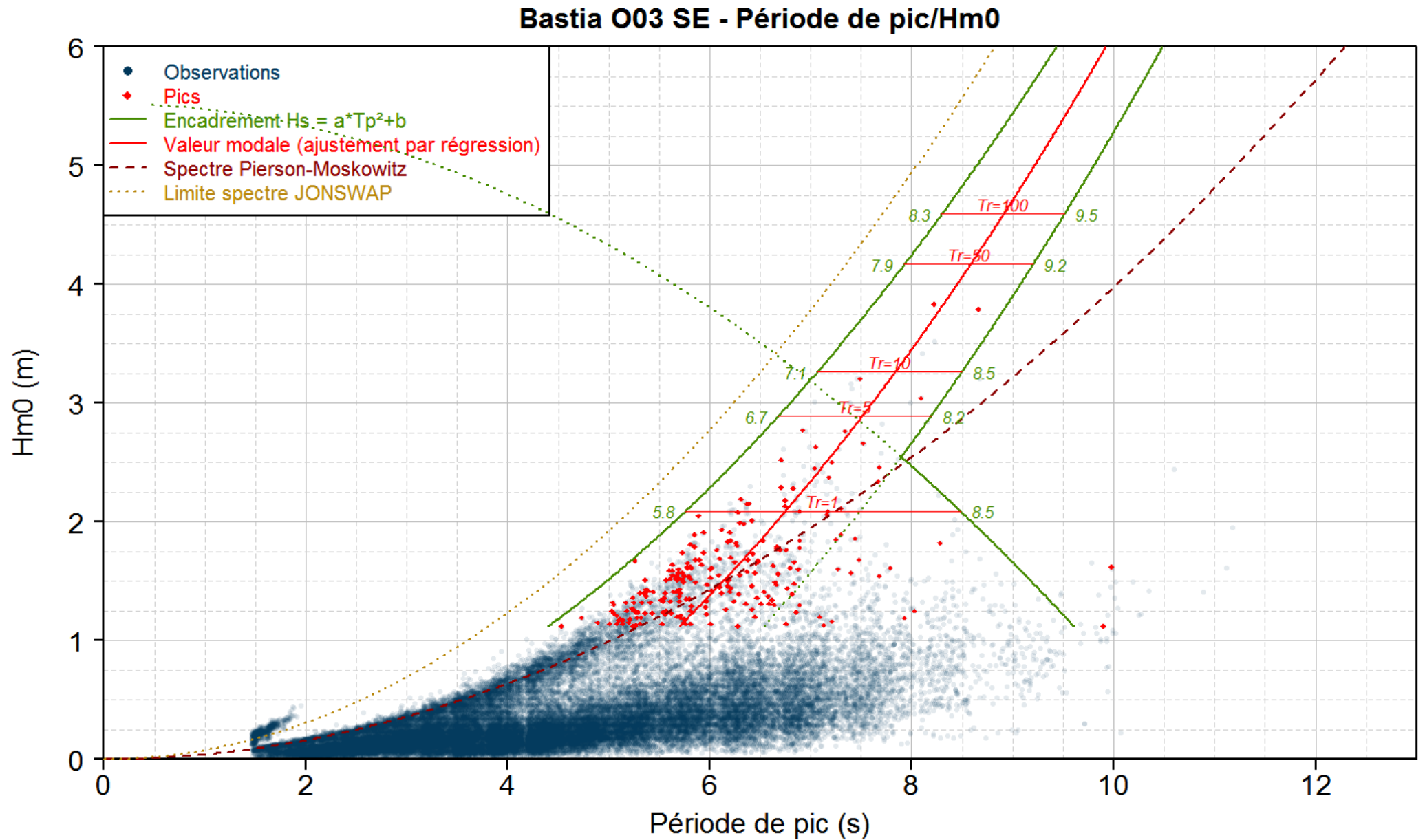


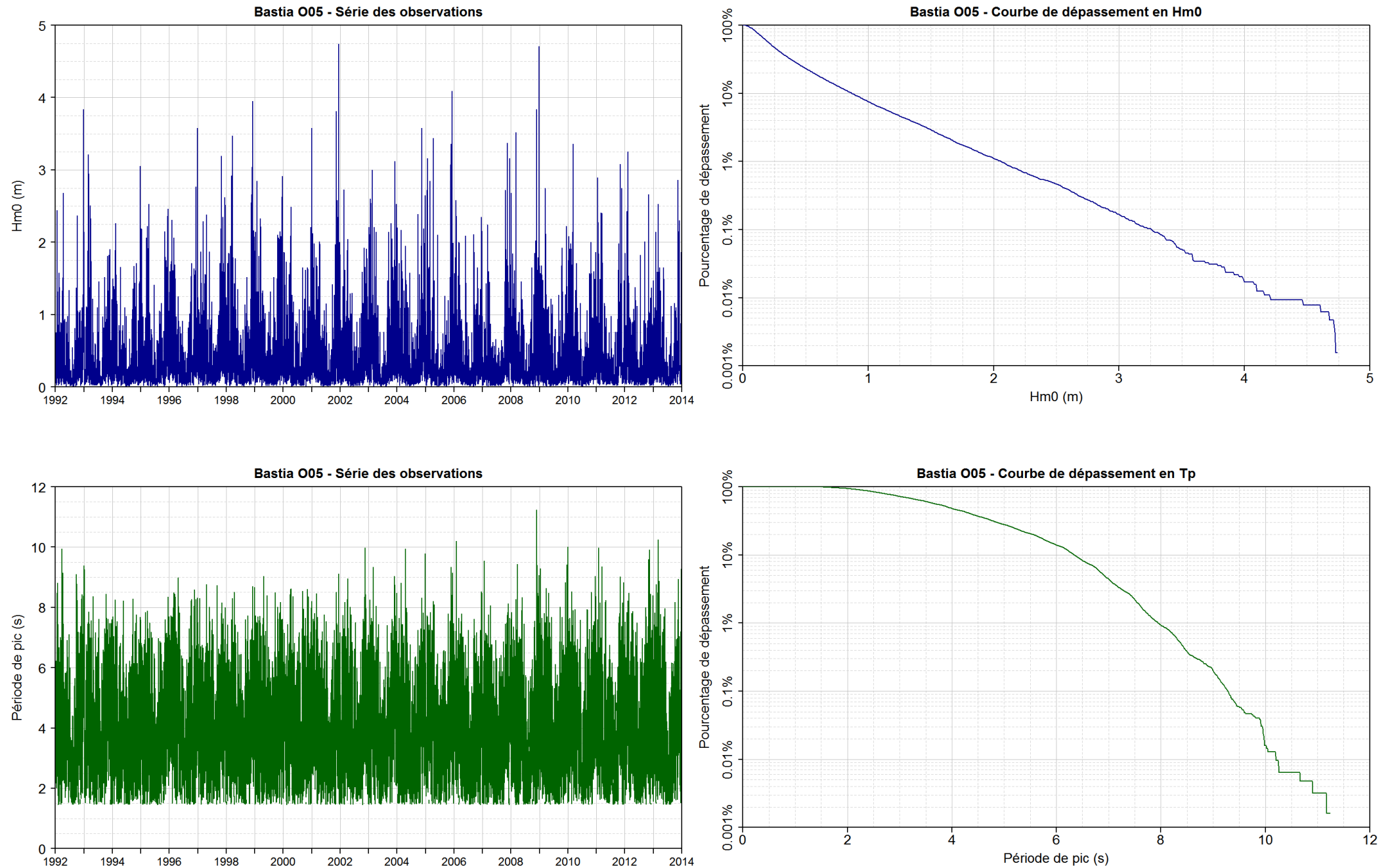


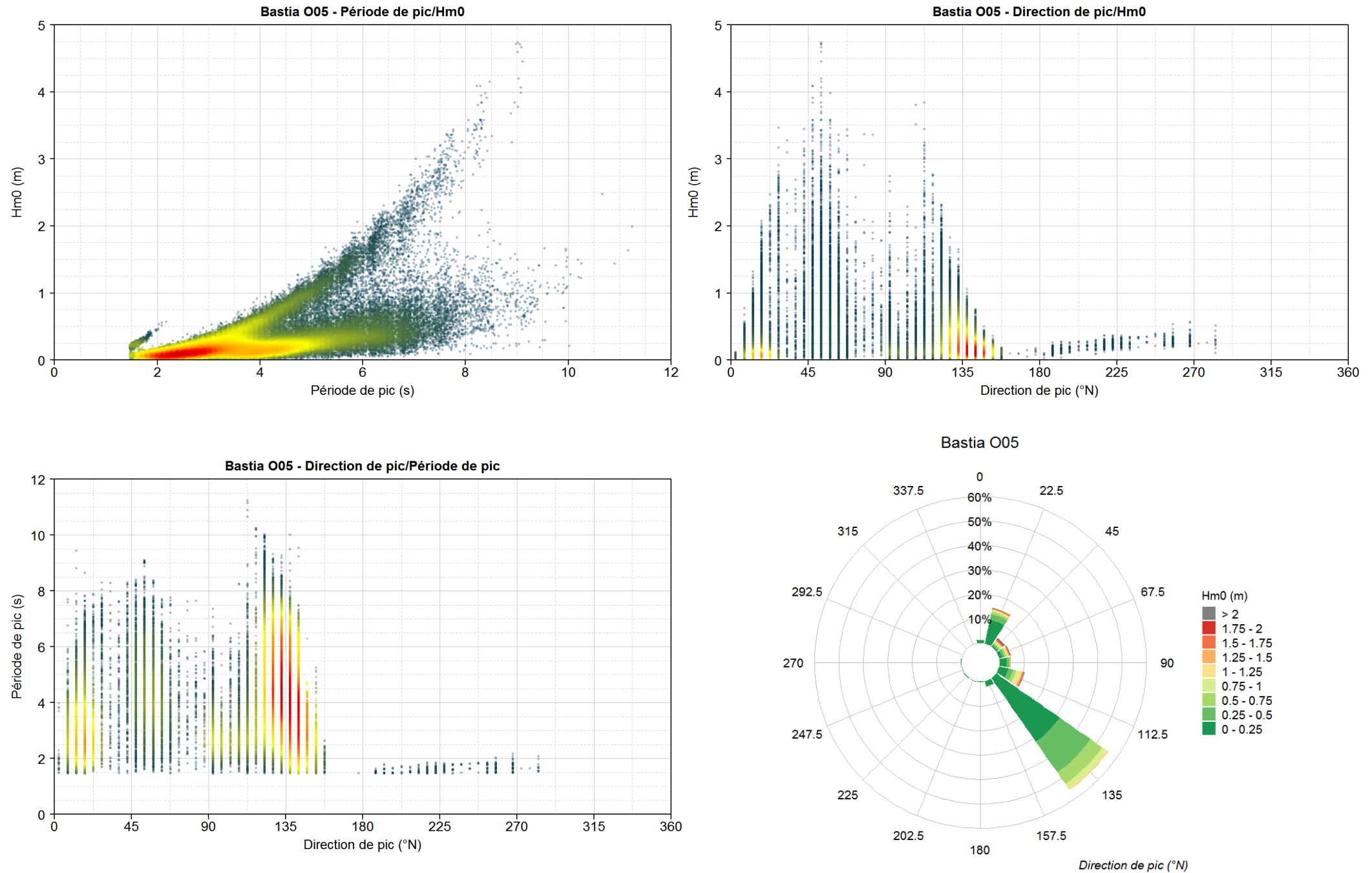




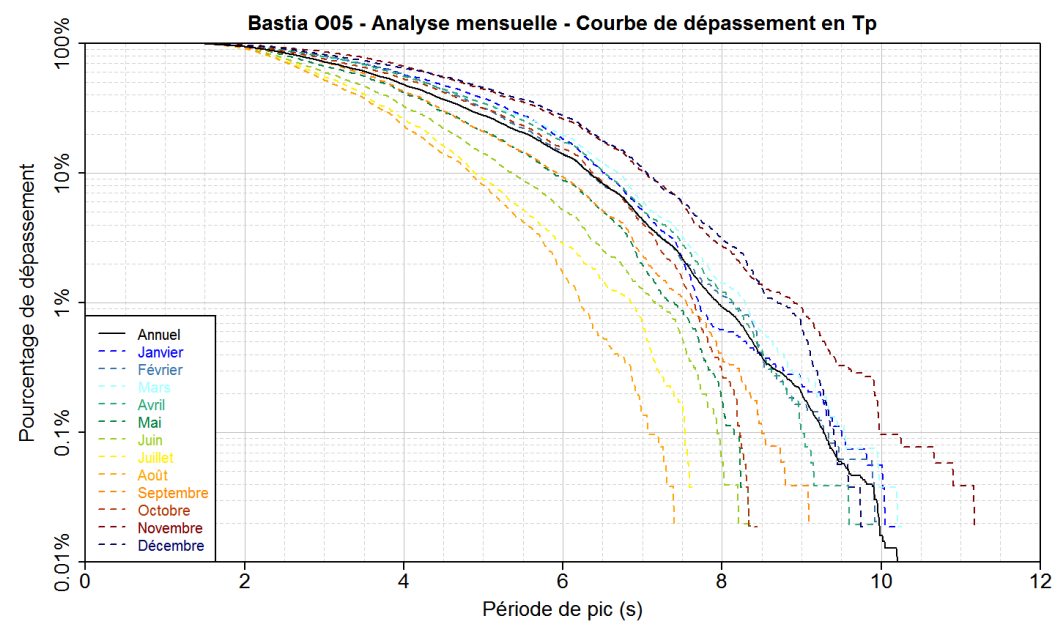
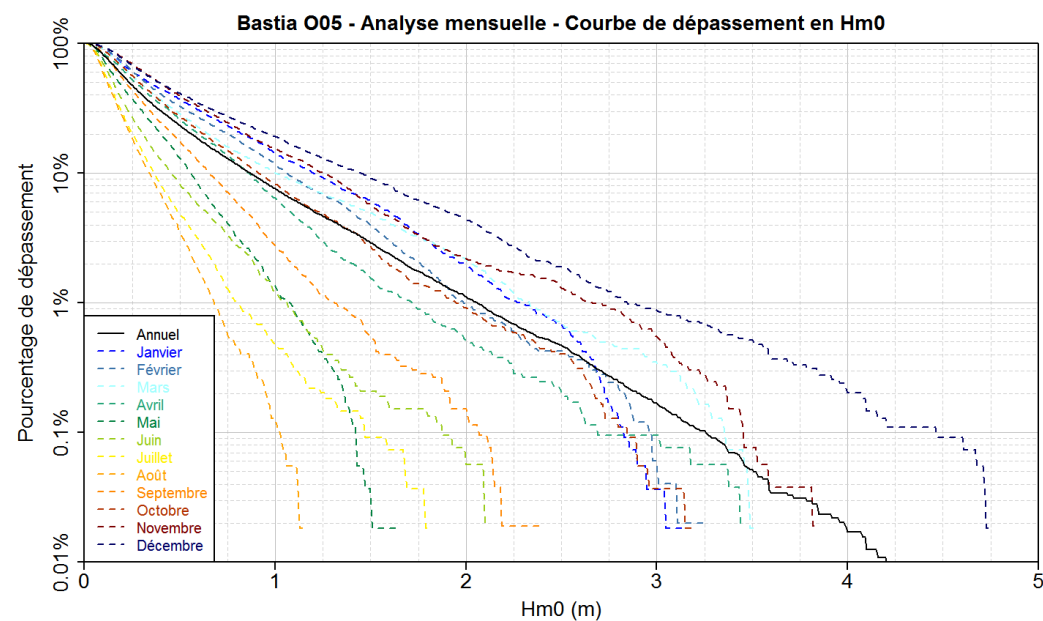
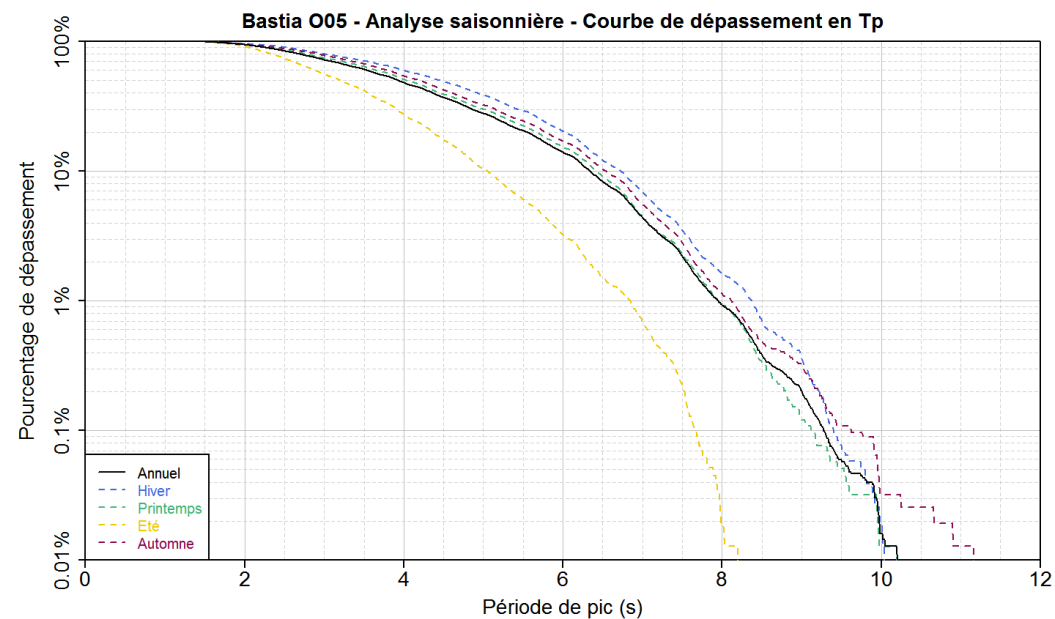
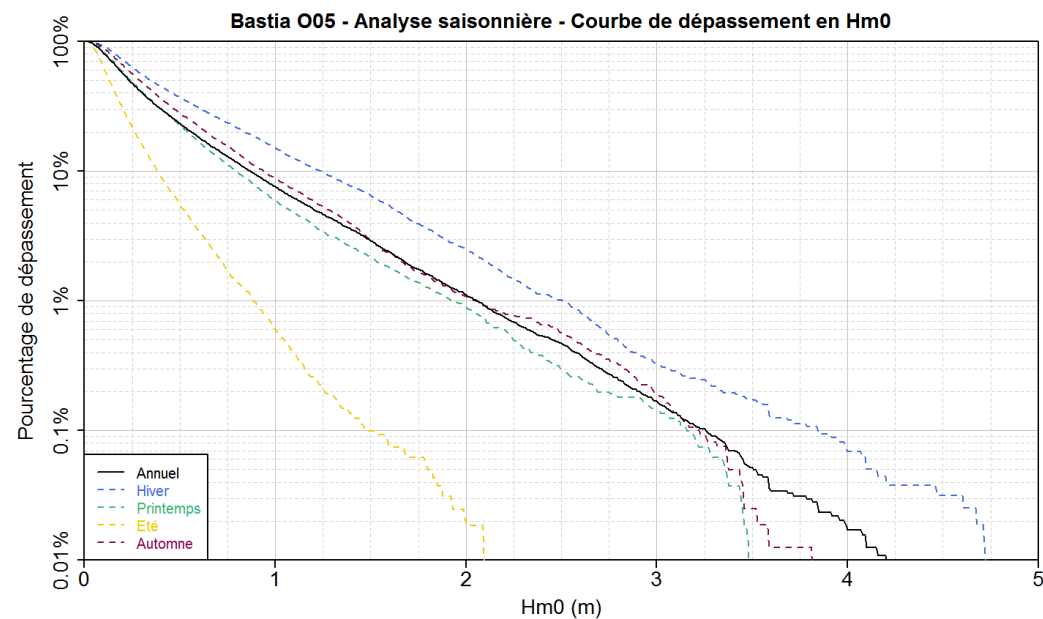


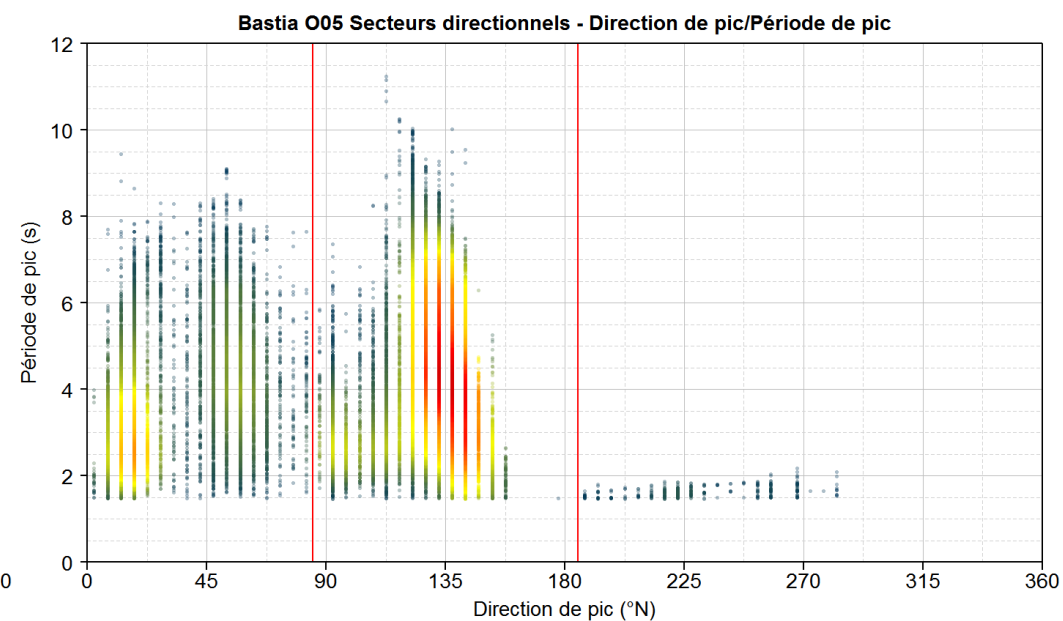
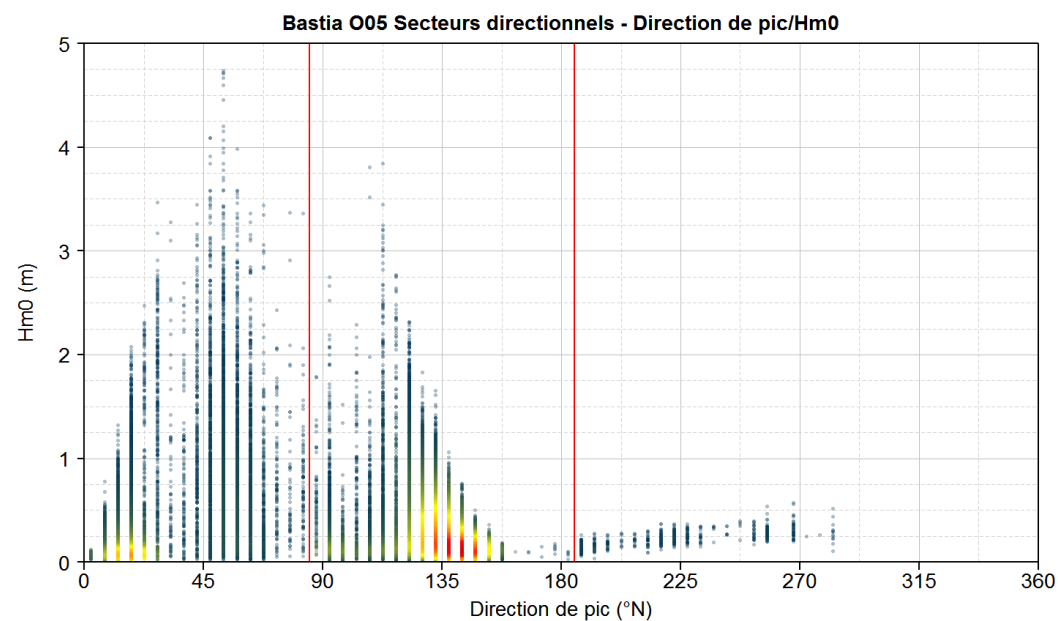
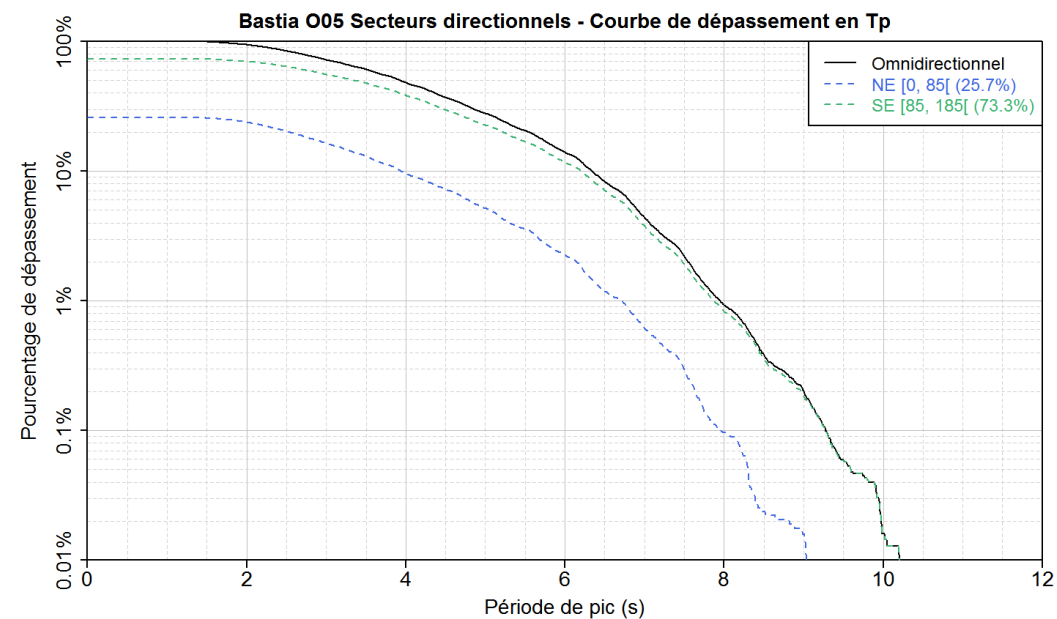
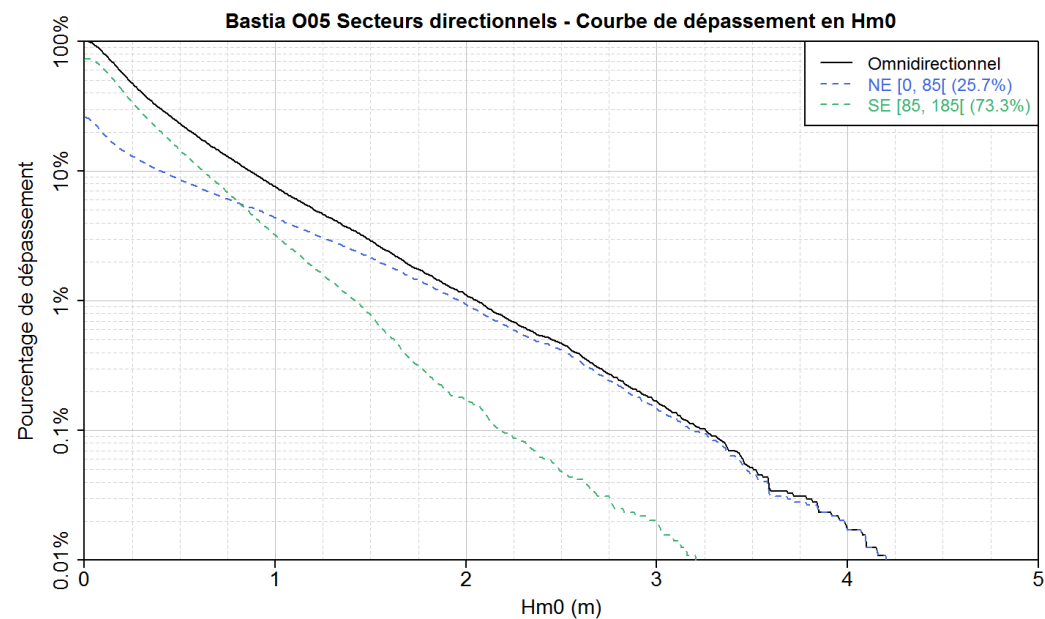


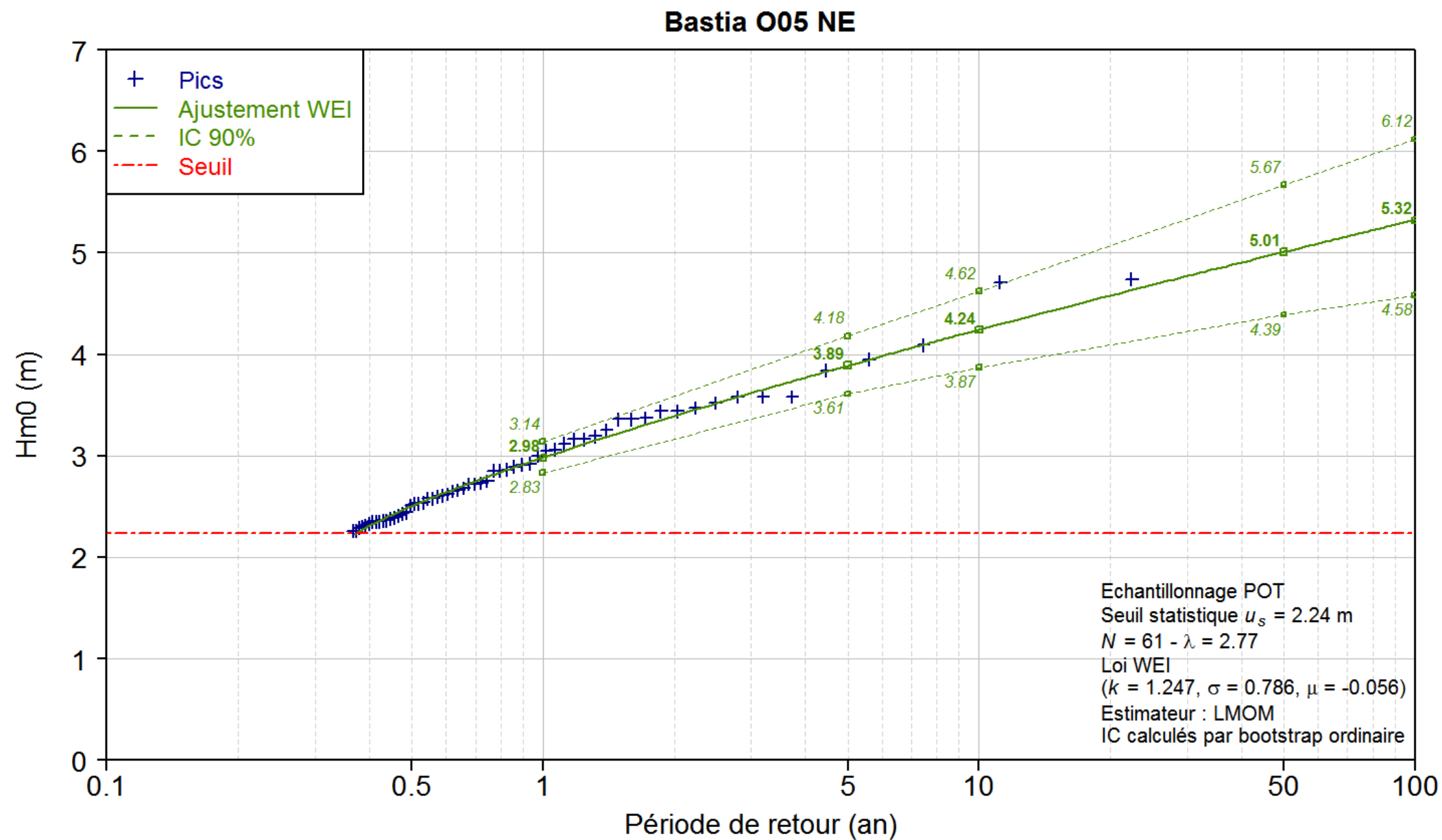


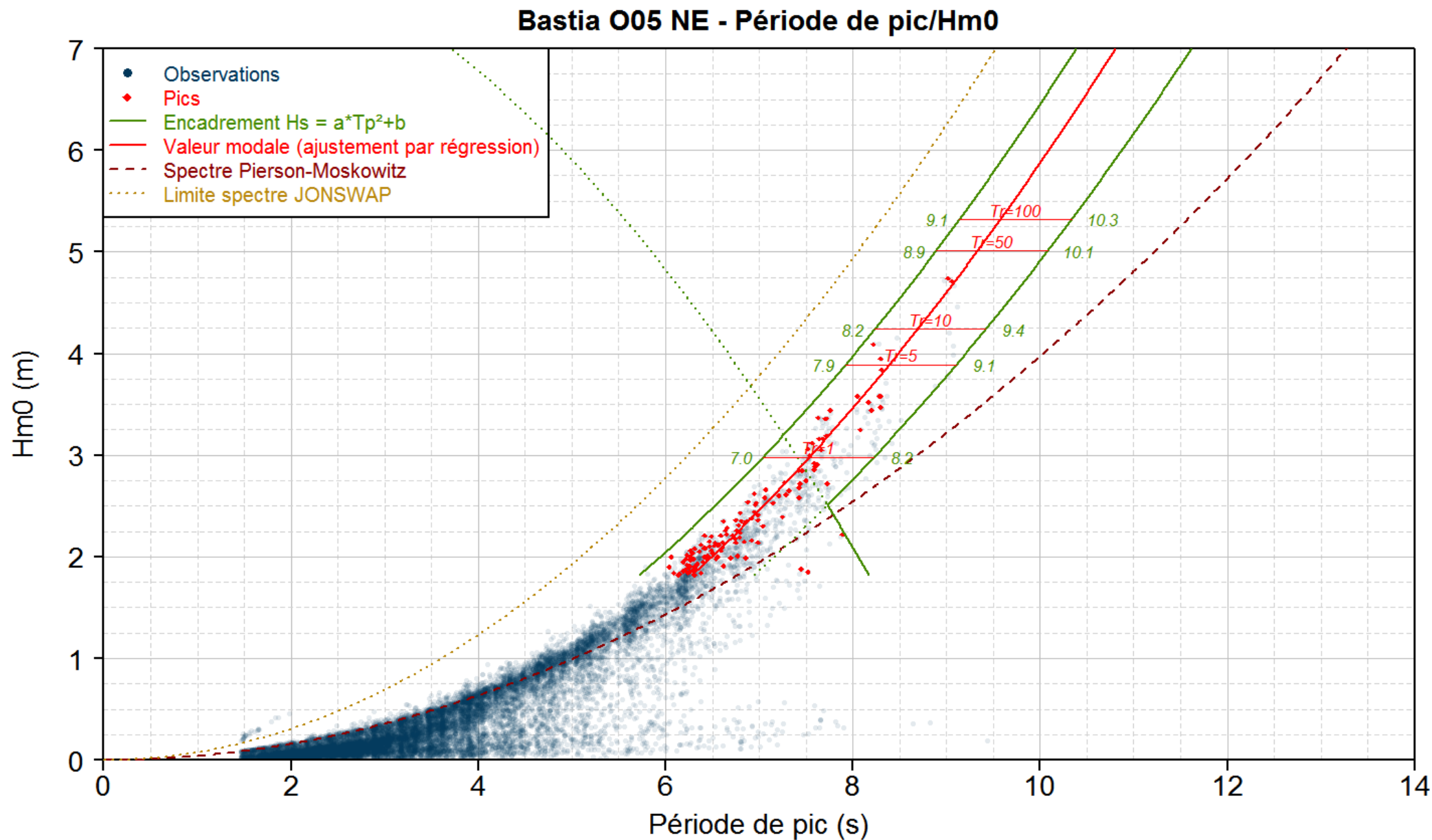


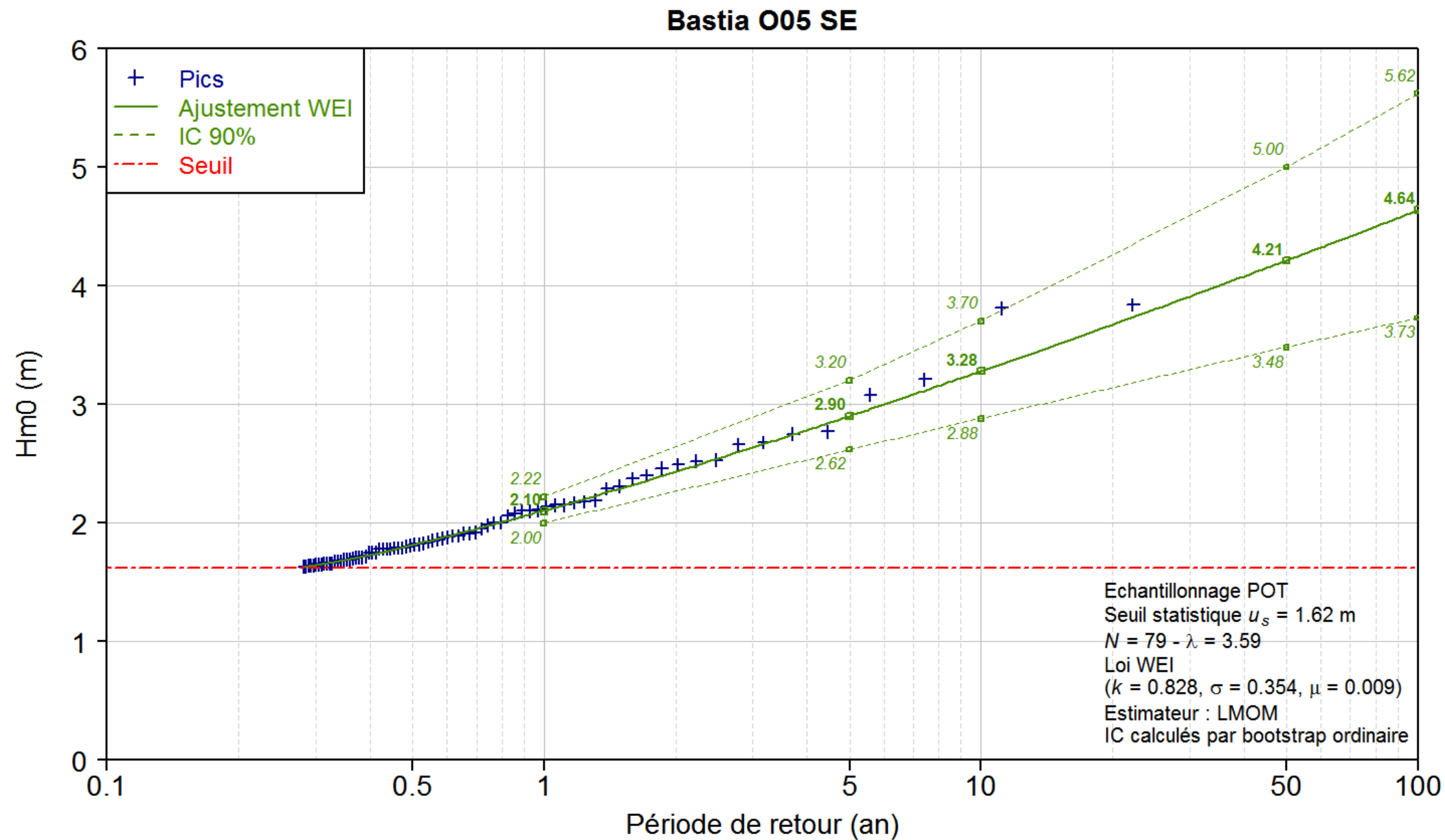




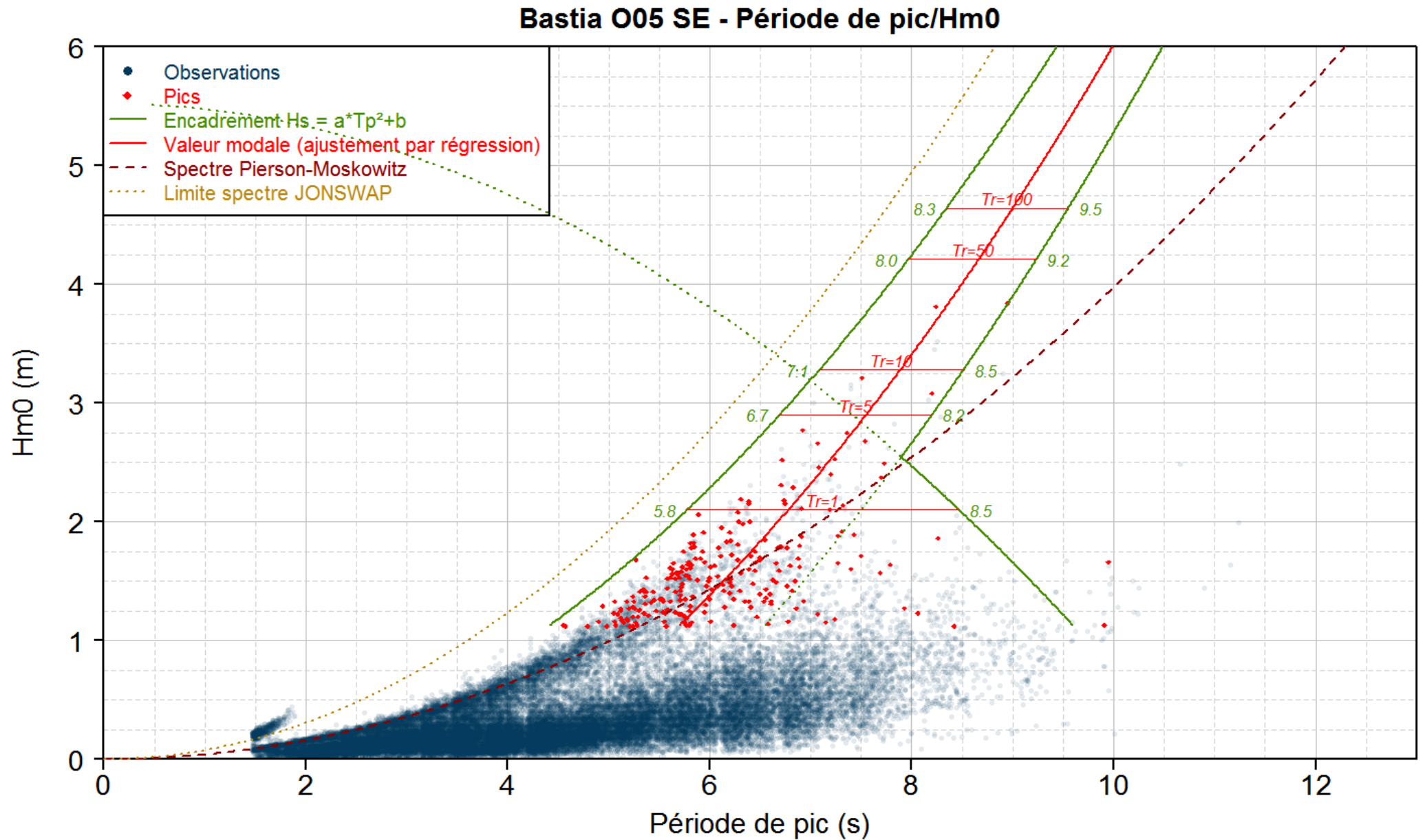












---

# PROJET DE PORTU NOVU

## ETUDES COMPLÉMENTAIRES

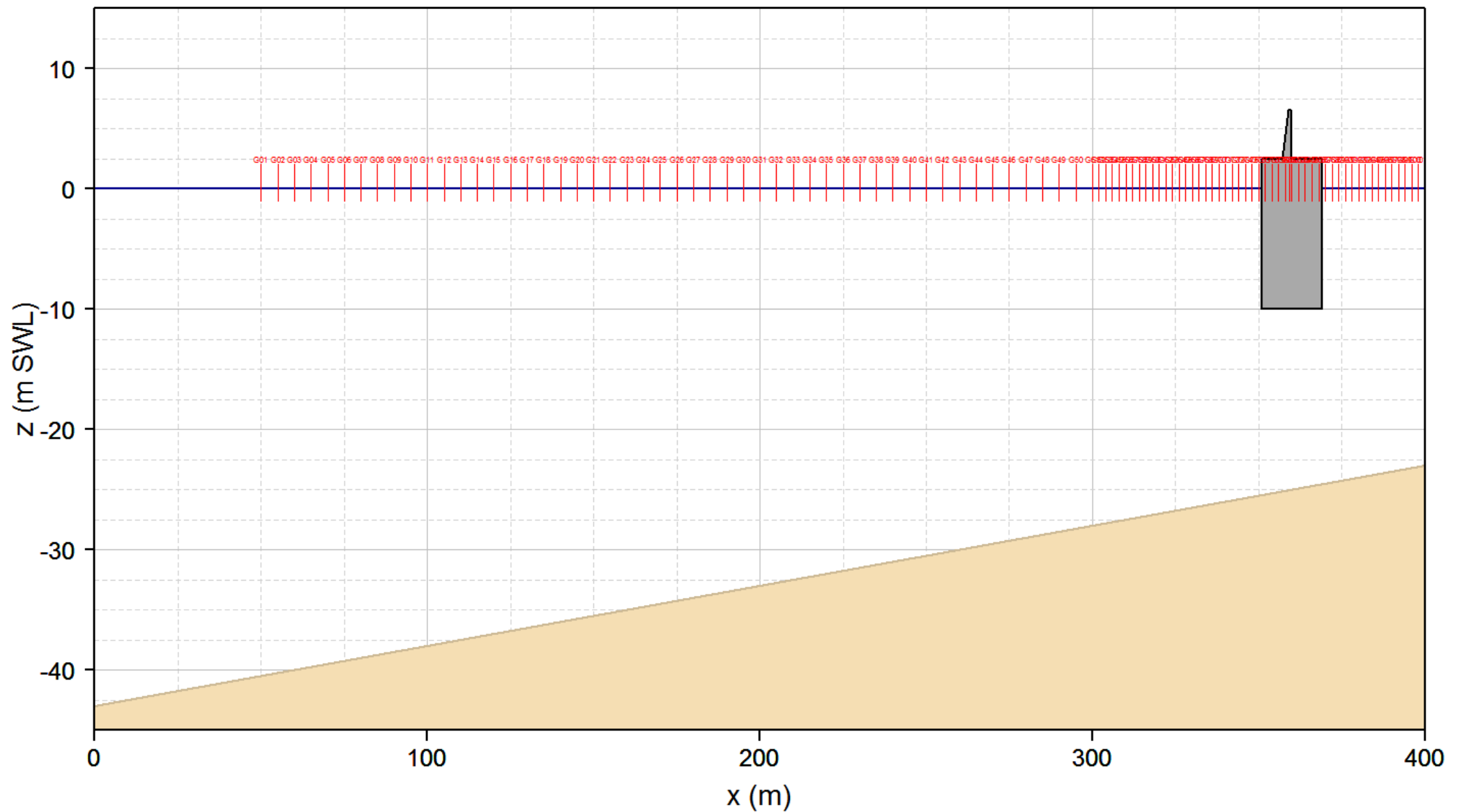
### *Annexe B : Caractérisation hydraulique de la digue en caisson sur pieux*



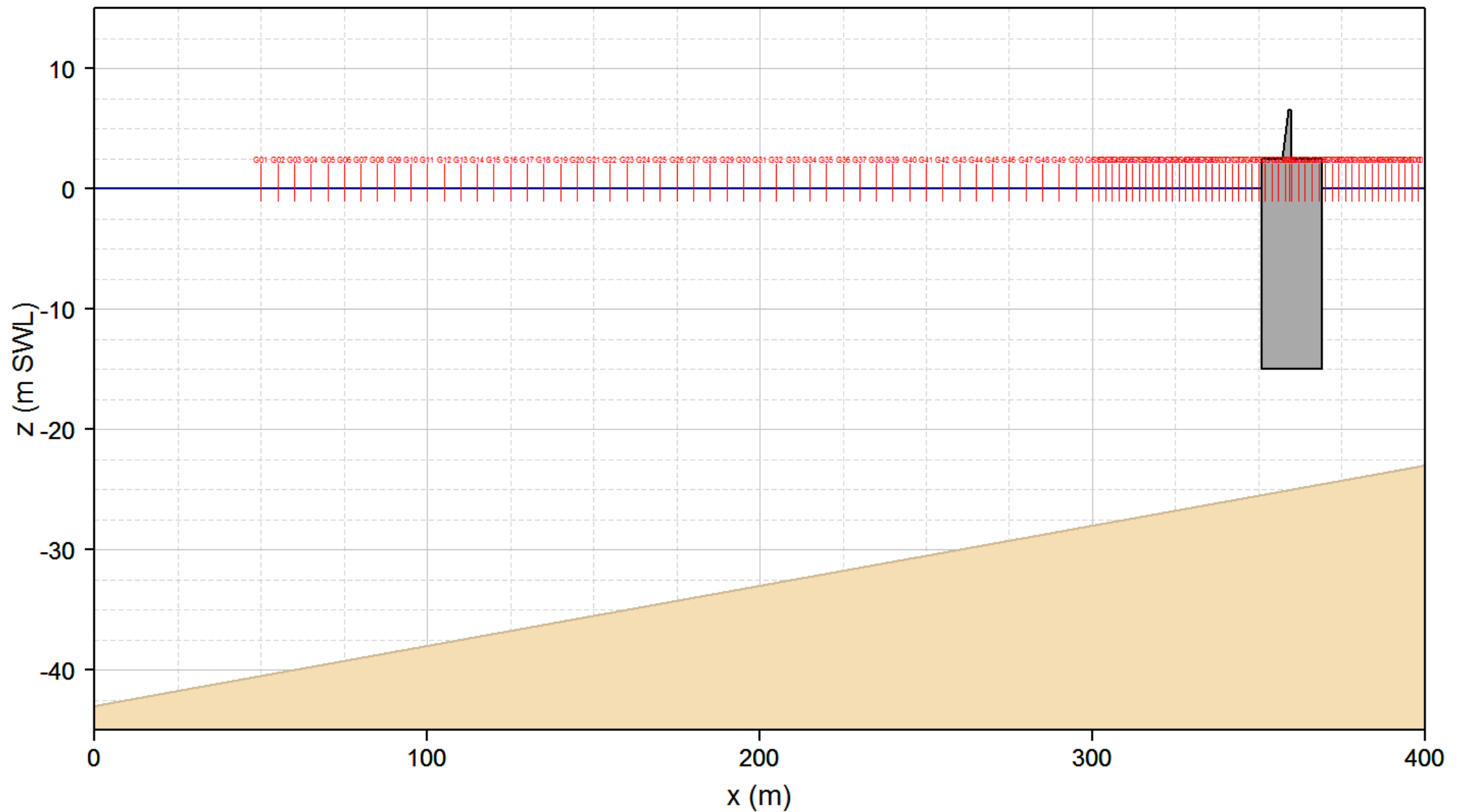
---

## DESCRIPTION DU MODÈLE

## Portu Novu Tirant d'eau de 10 m

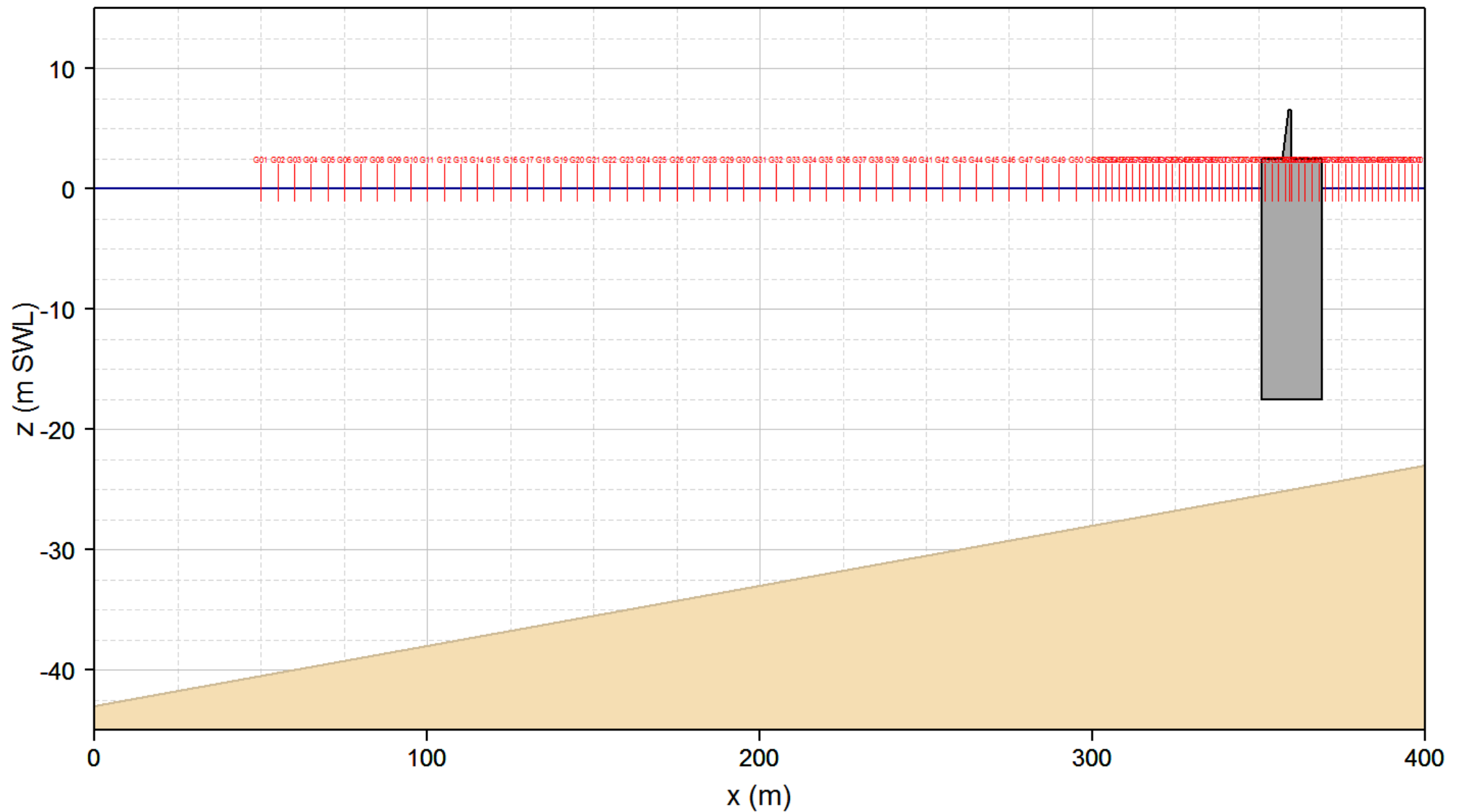


## Portu Novu Tirant d'eau de 15 m

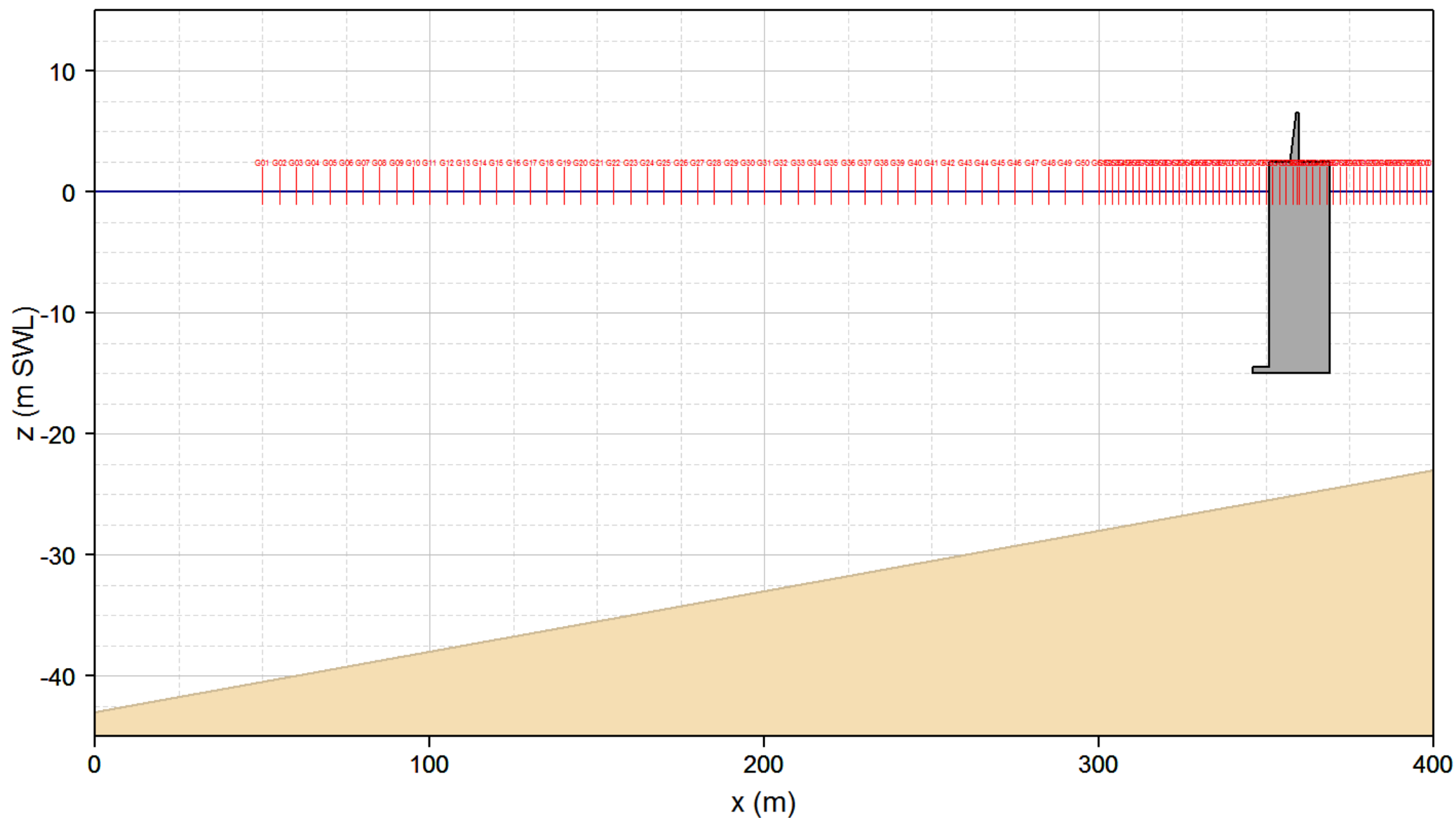




## Portu Novu Tirant d'eau de 17.5 m

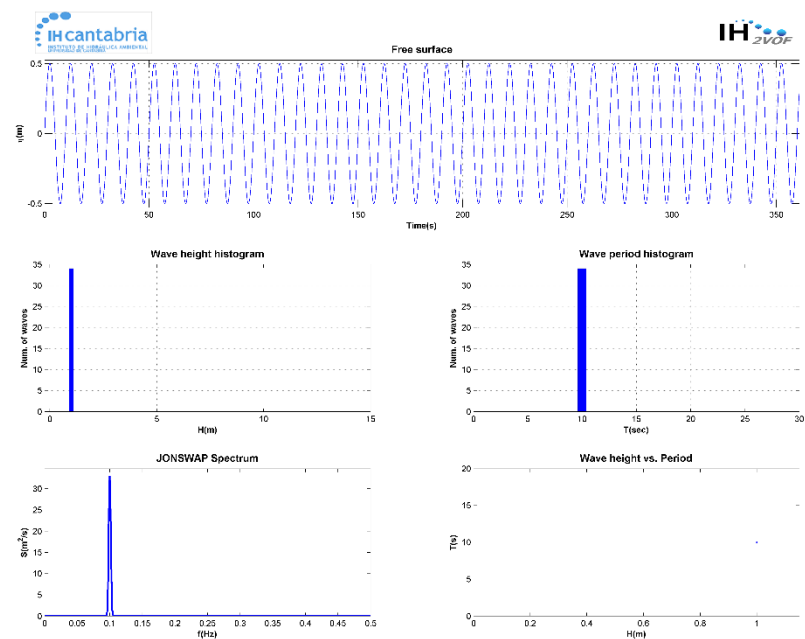
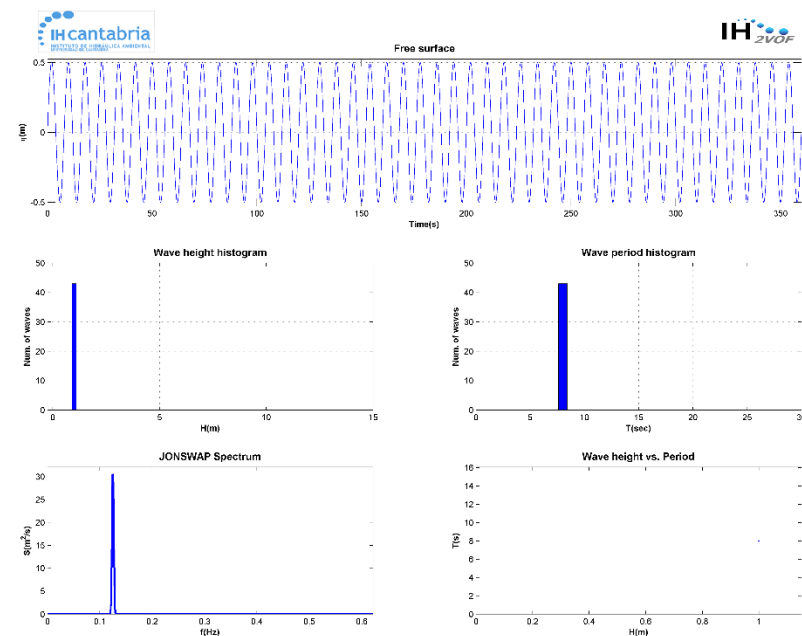
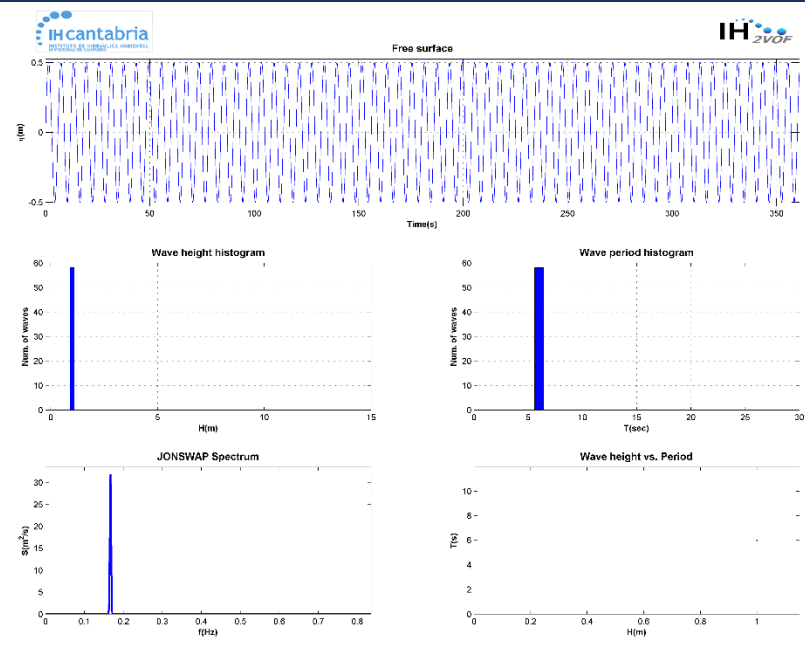


## Portu Novu Tirant d'eau de 15 m avec déflecteur

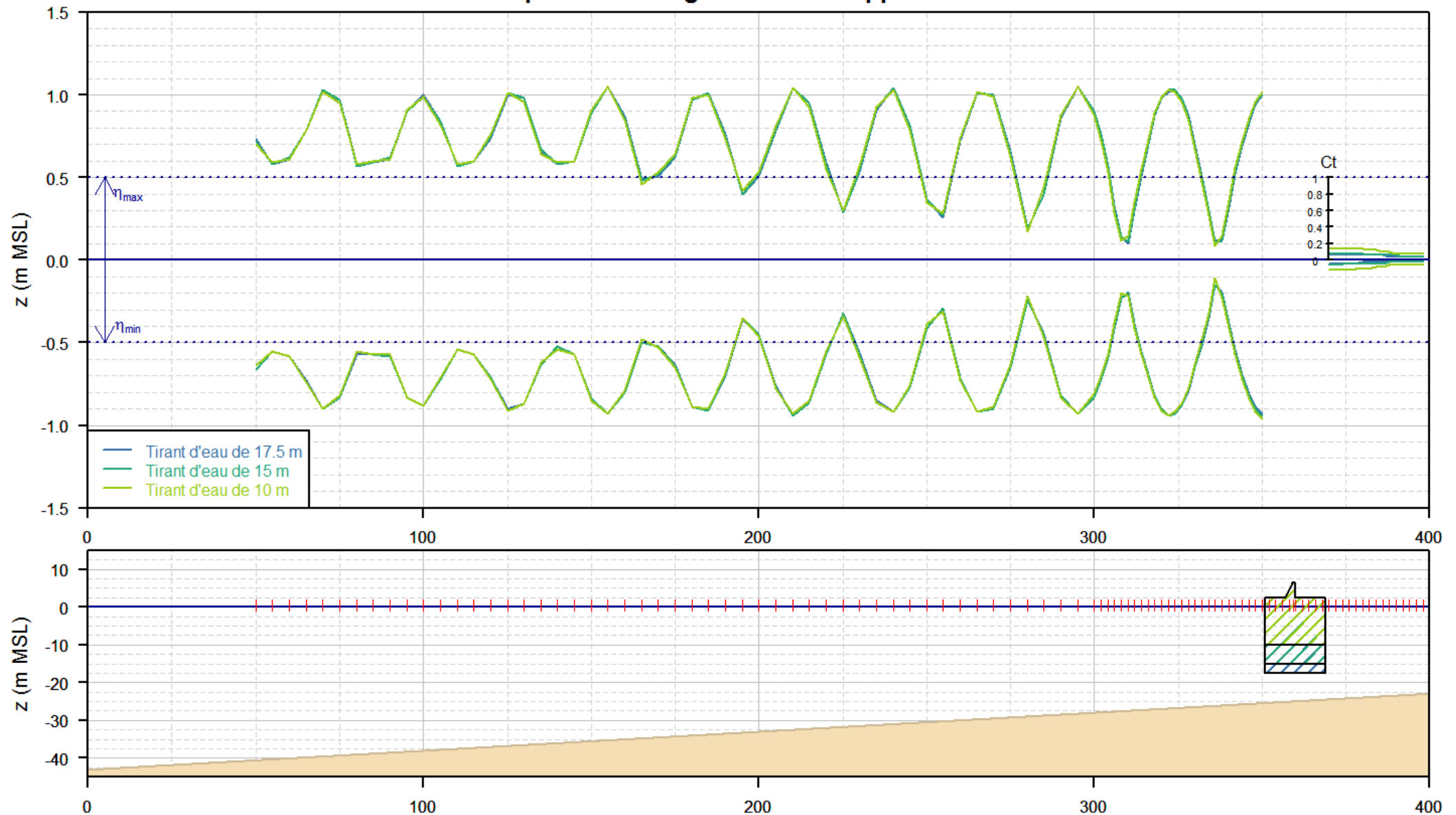


---

## ANALYSE EN HOULE RÉGULIÈRE

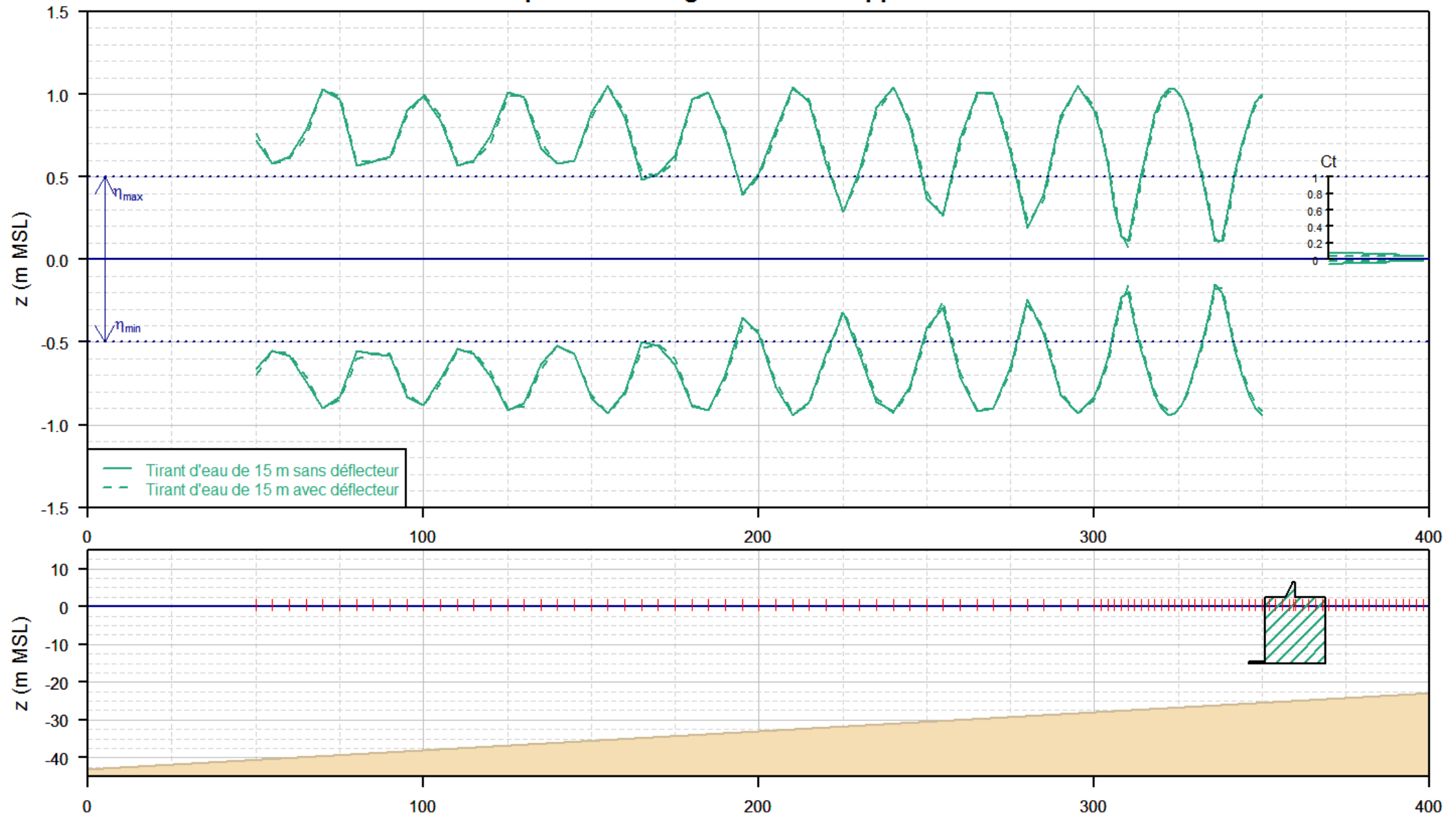


## Portu Novu Tp 6 s Houle régulière - Enveloppes de surface libre

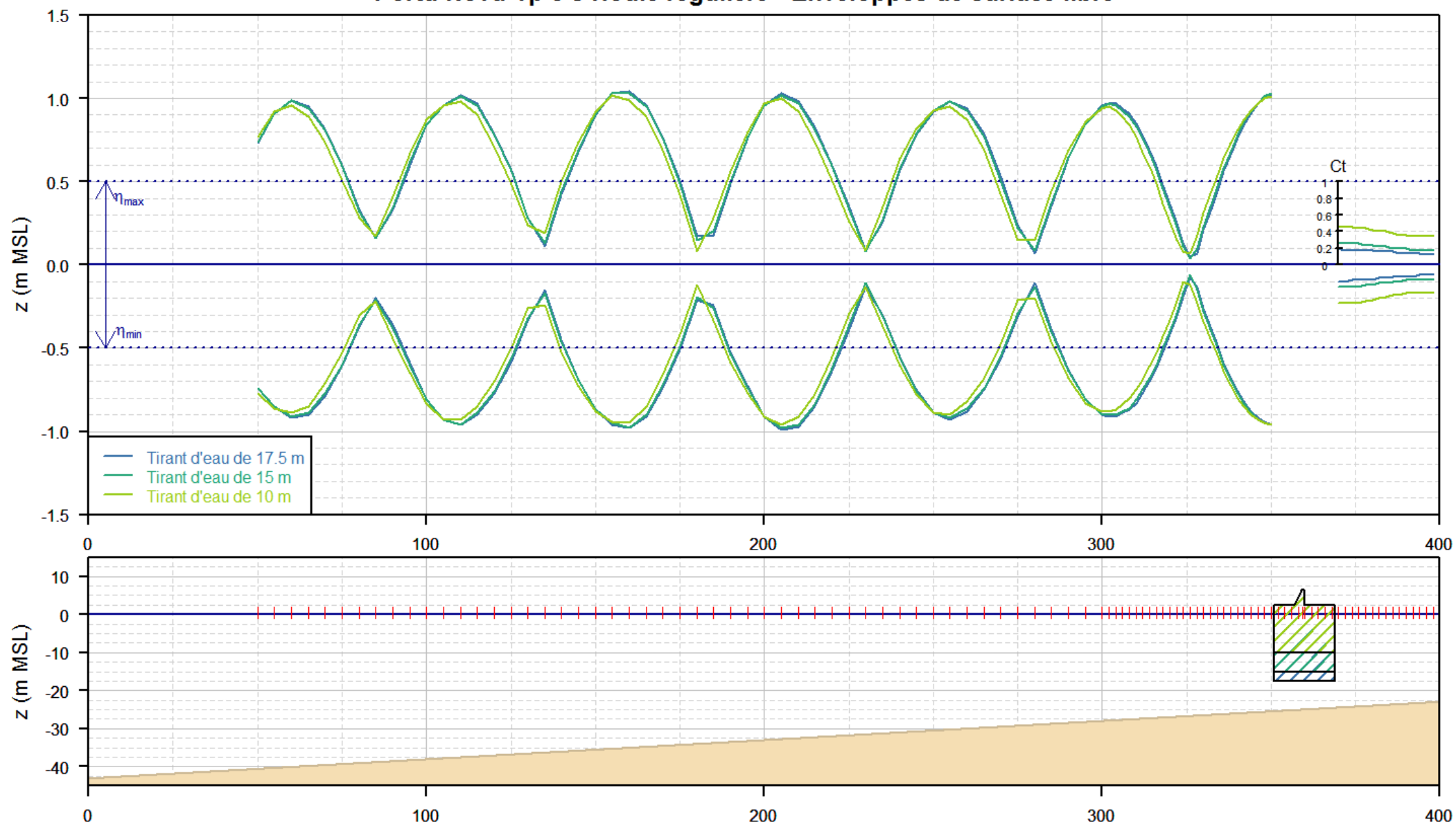




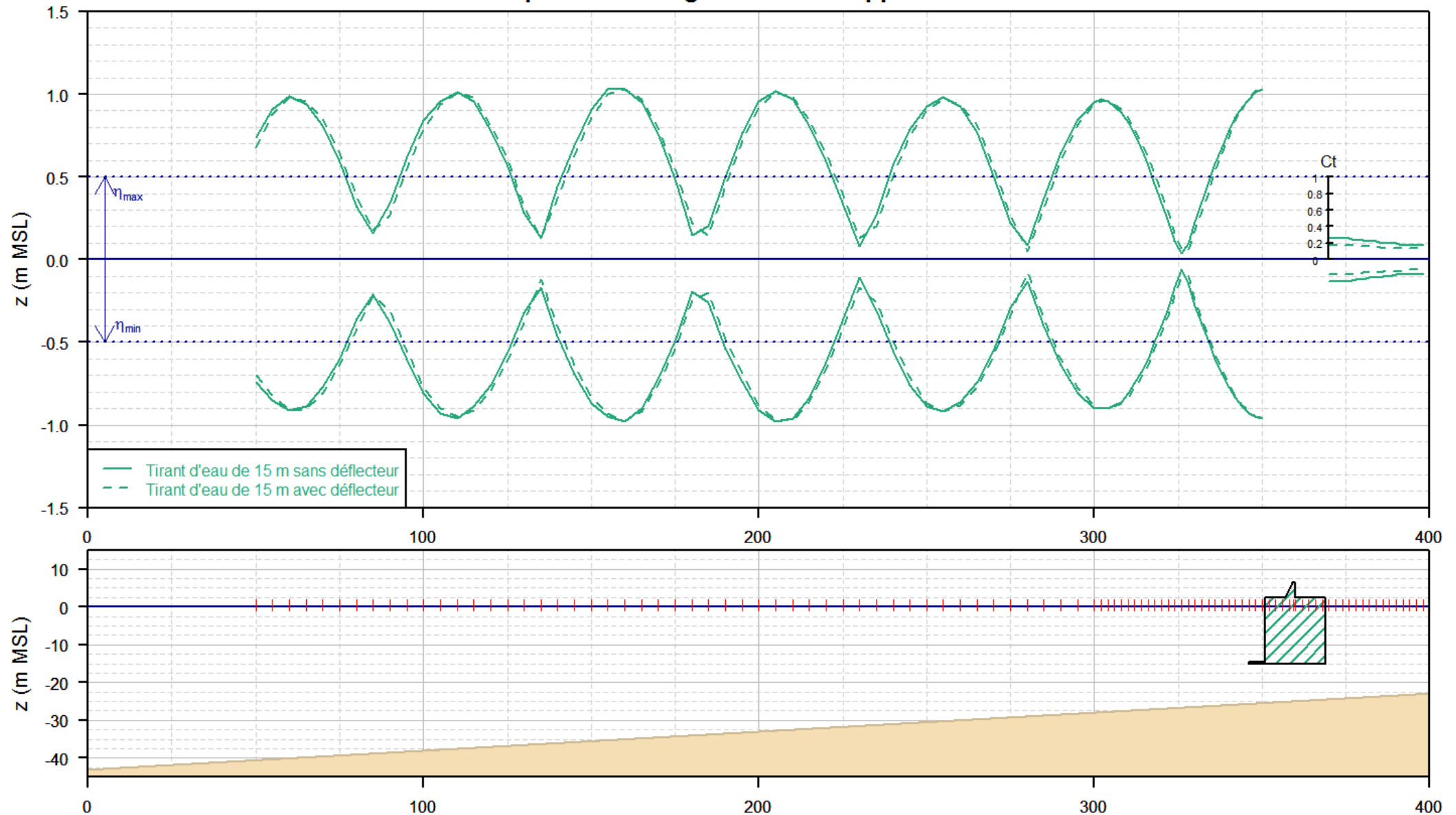
## Portu Novu Tp 6 s Houle régulière - Enveloppes de surface libre



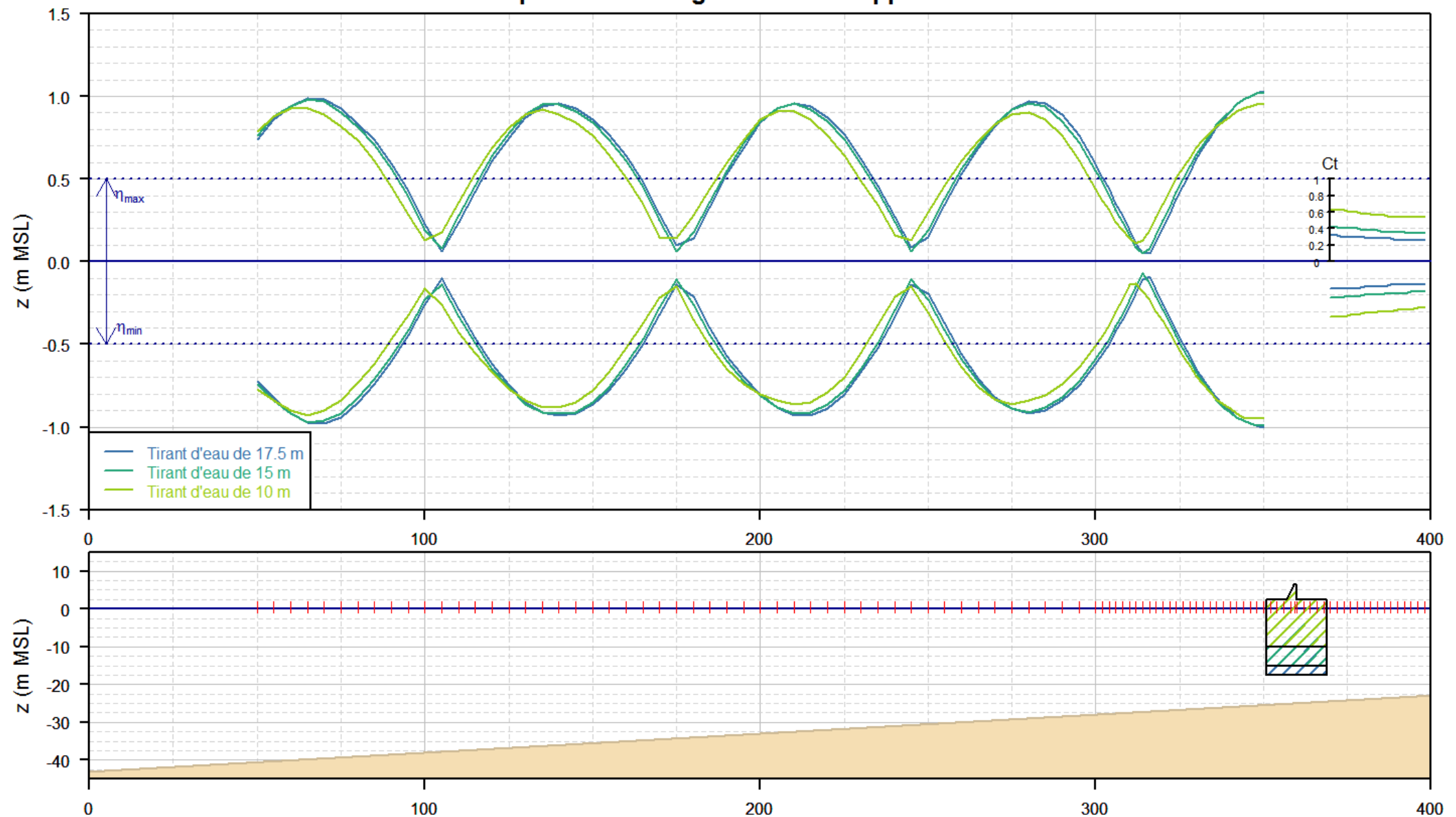
## Portu Novu Tp 8 s Houle régulière - Enveloppes de surface libre



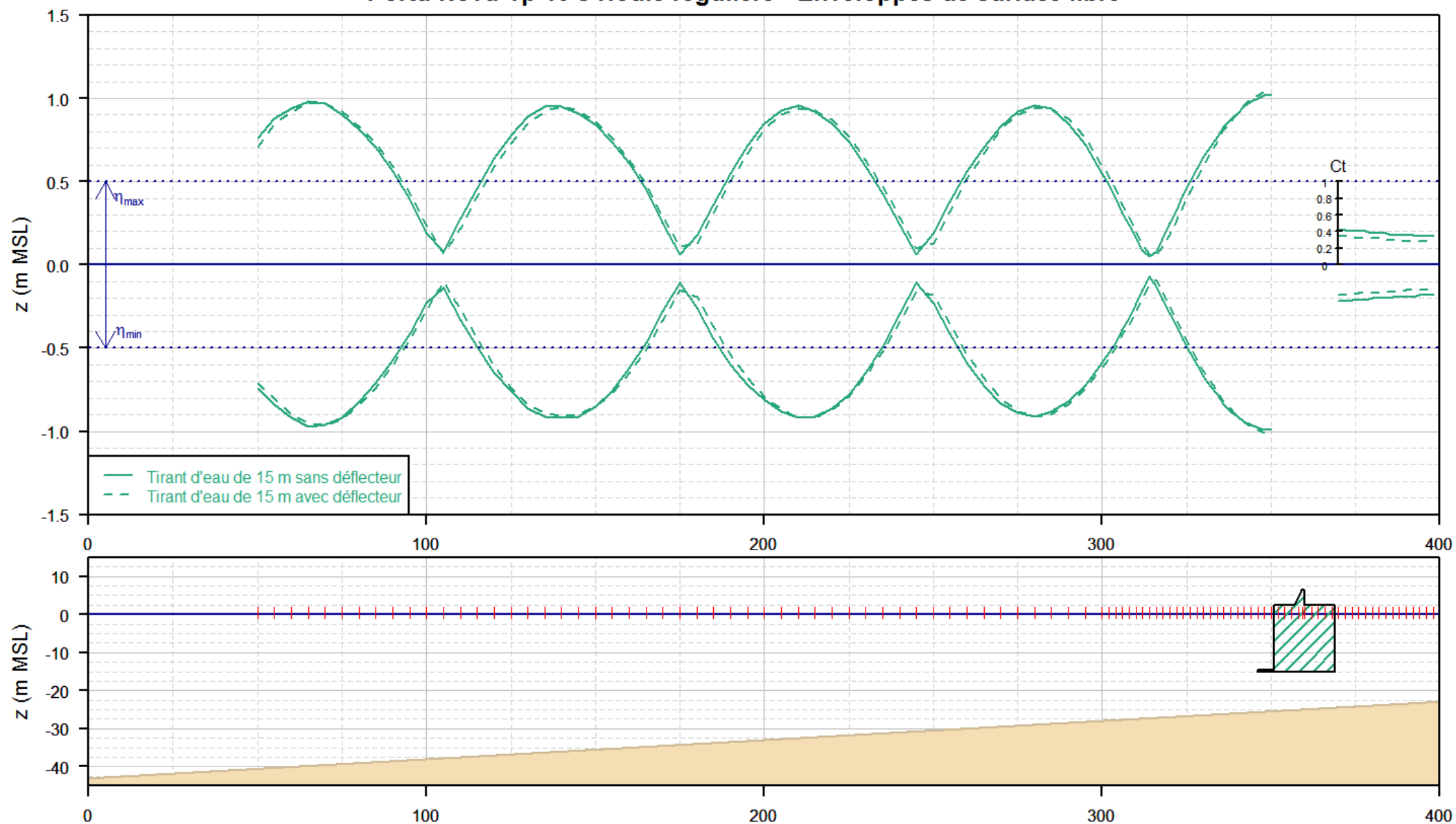
## Portu Novu Tp 8 s Houle régulière - Enveloppes de surface libre



## Portu Novu Tp 10 s Houle régulière - Enveloppes de surface libre



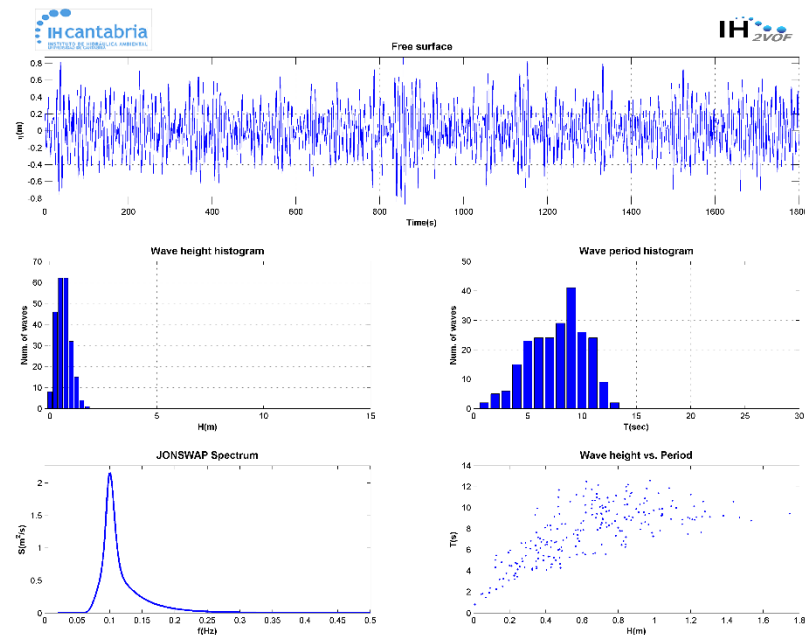
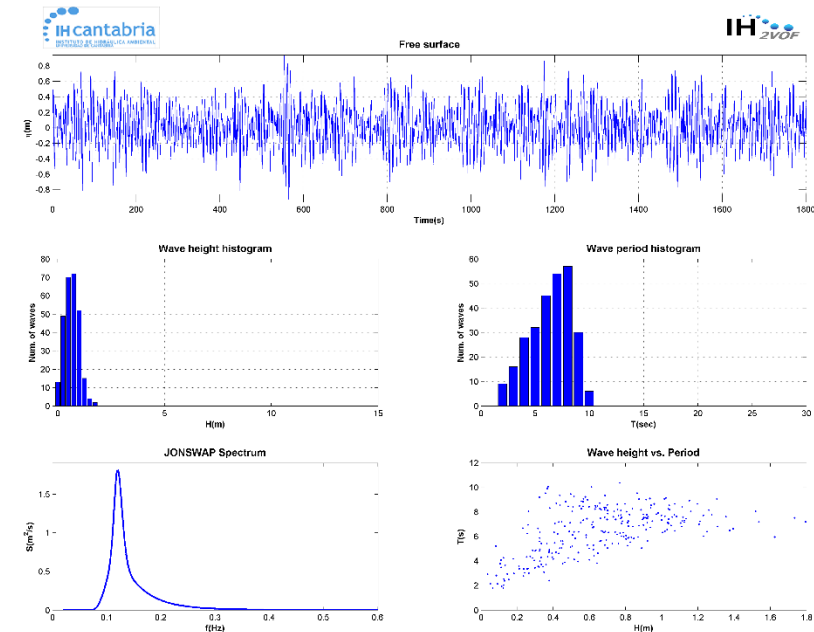
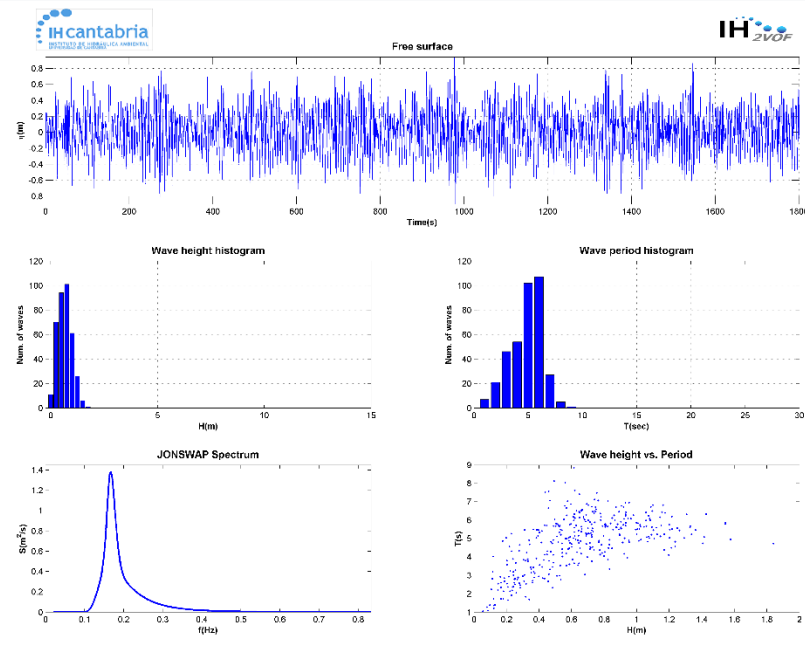
## Portu Novu Tp 10 s Houle régulière - Enveloppes de surface libre





---

## ANALYSE EN HOULE IRRÉGULIÈRE



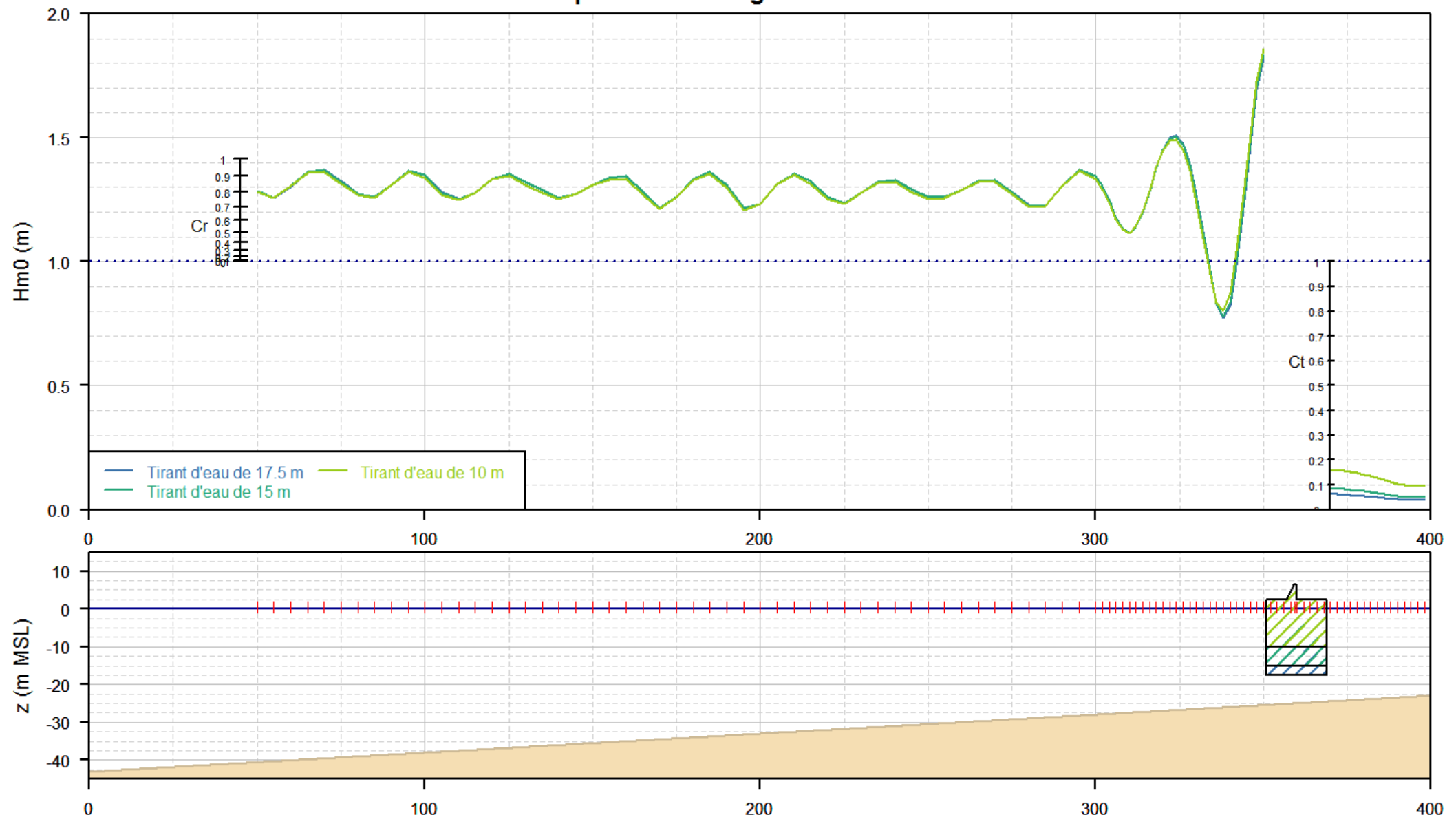
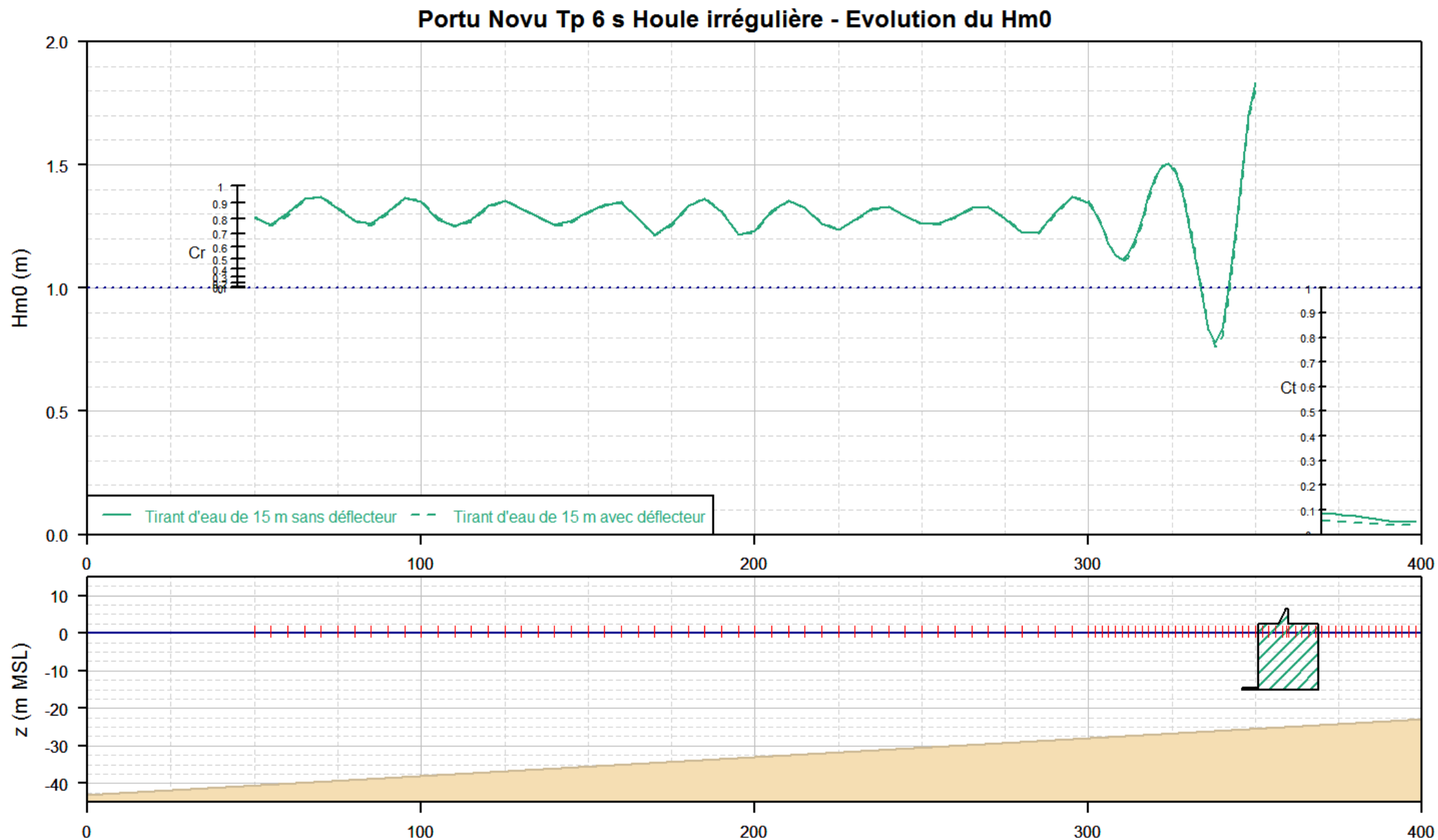
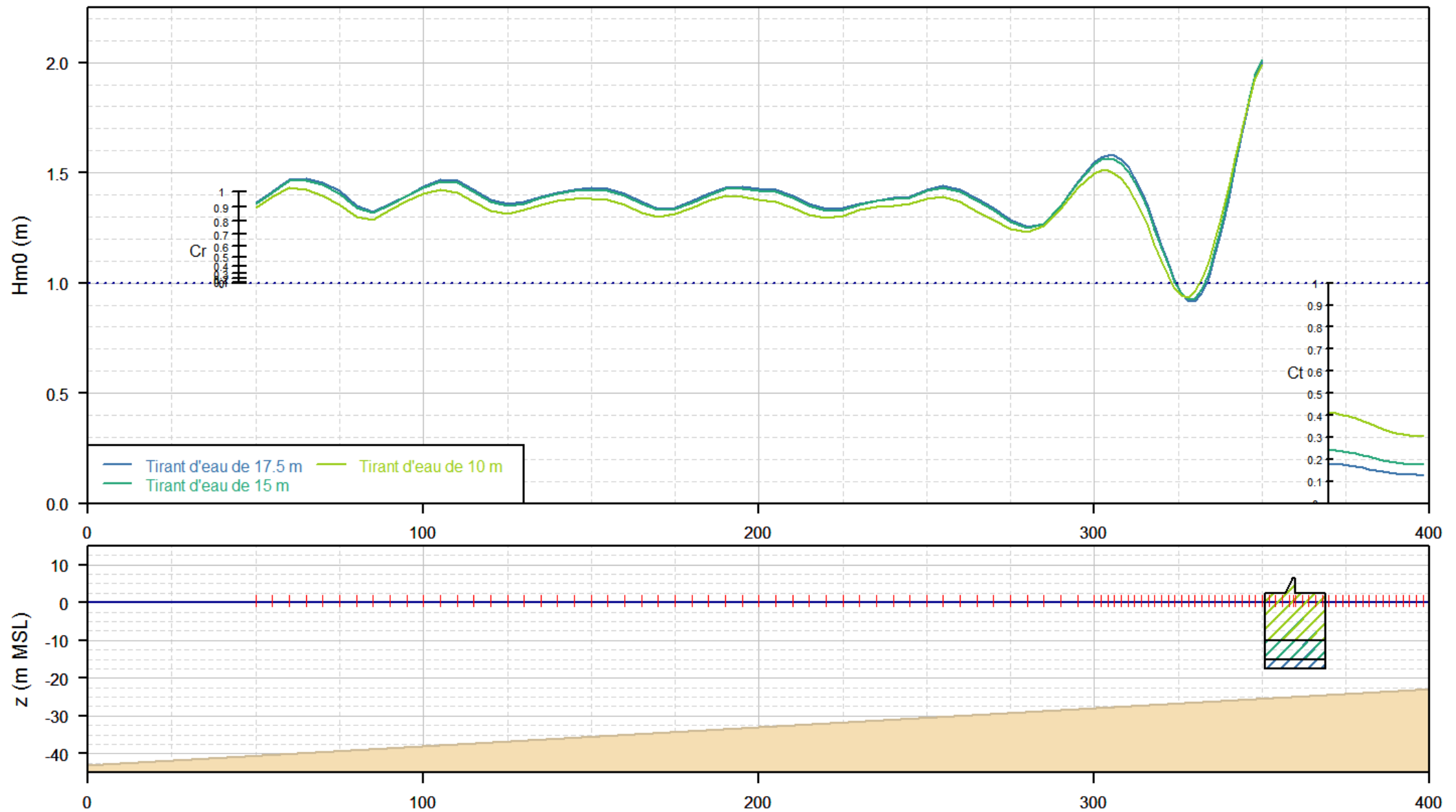
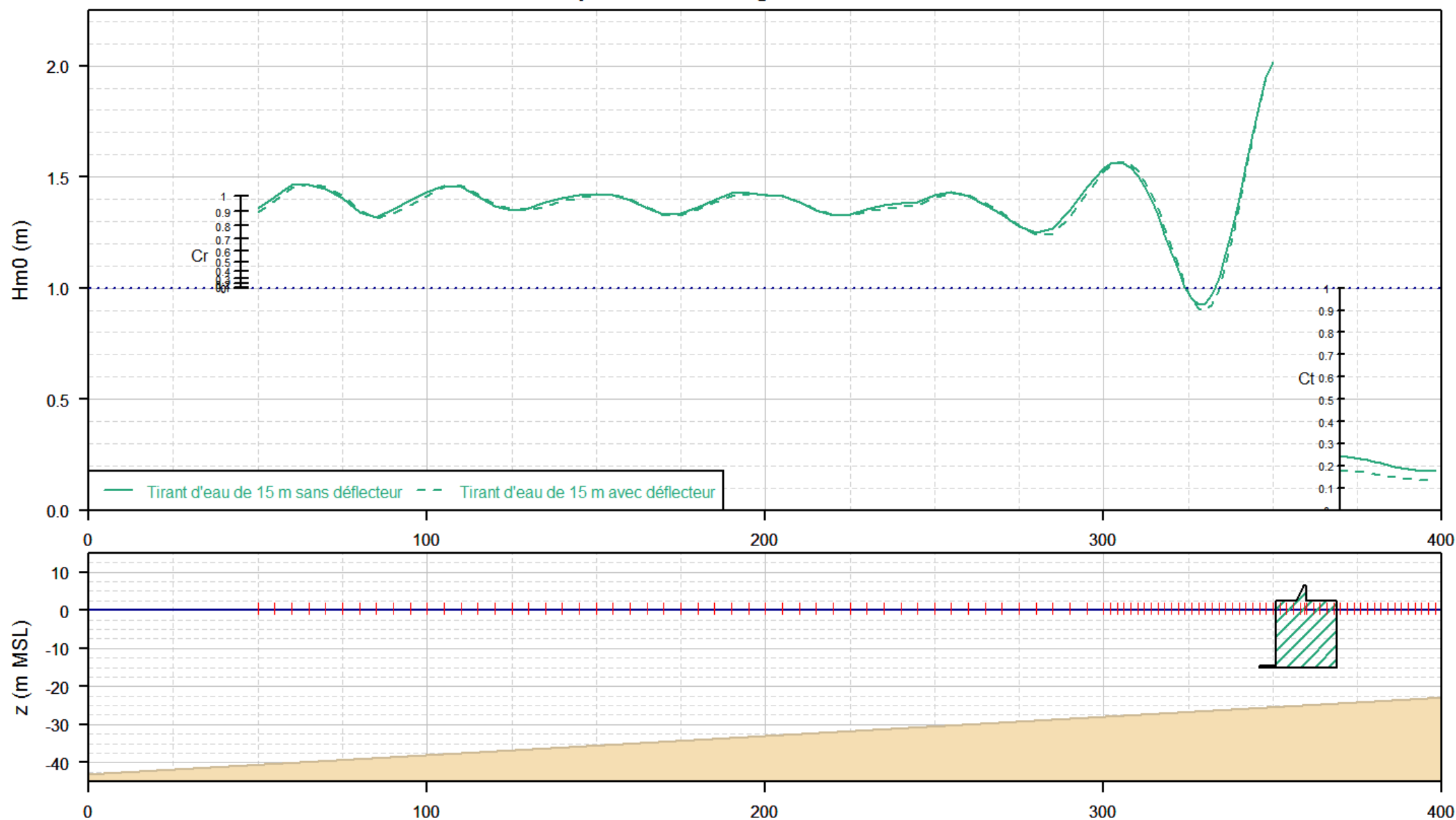
Portu Novu Tp 6 s Houle irrégulière - Evolution du  $H_{m0}$ 

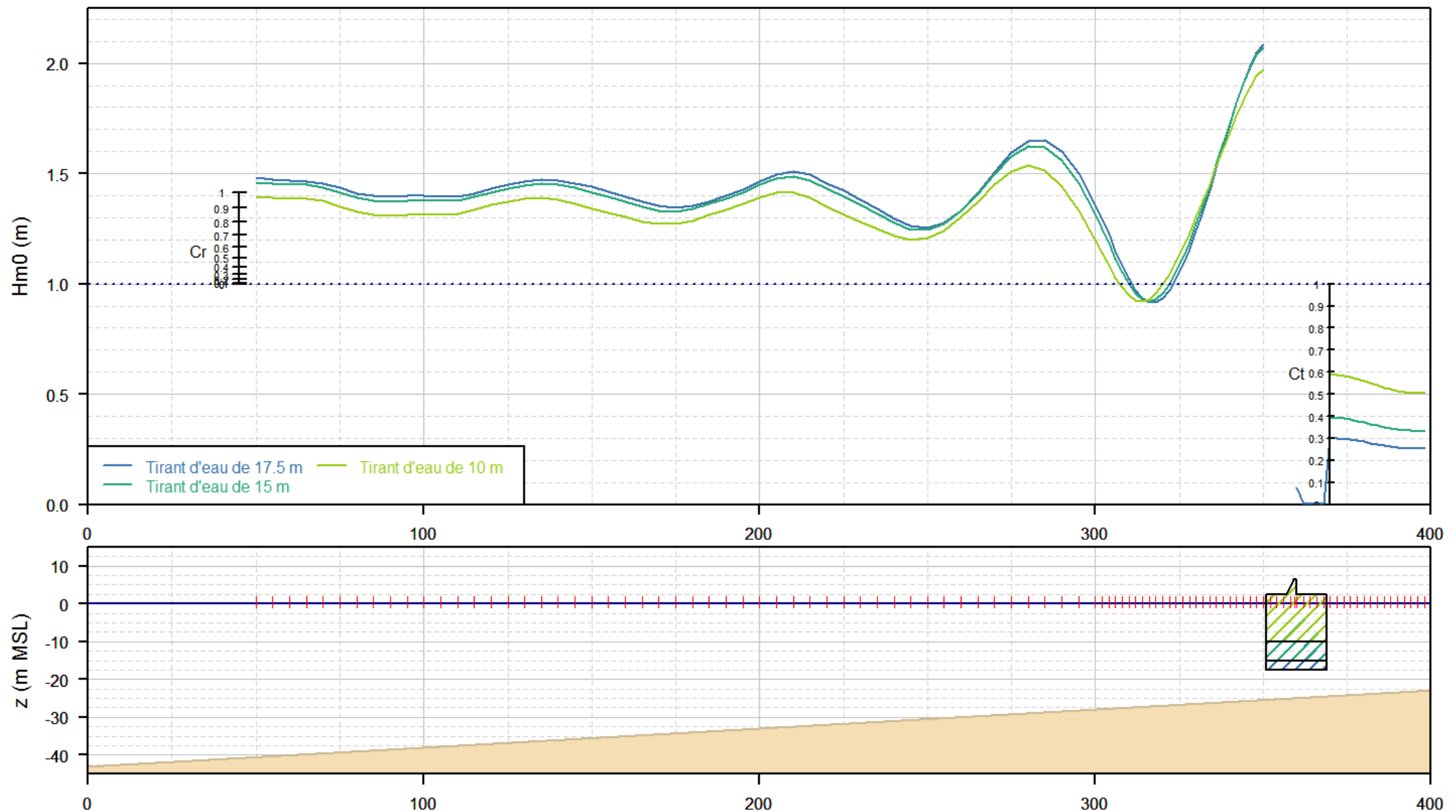
Figure B-17

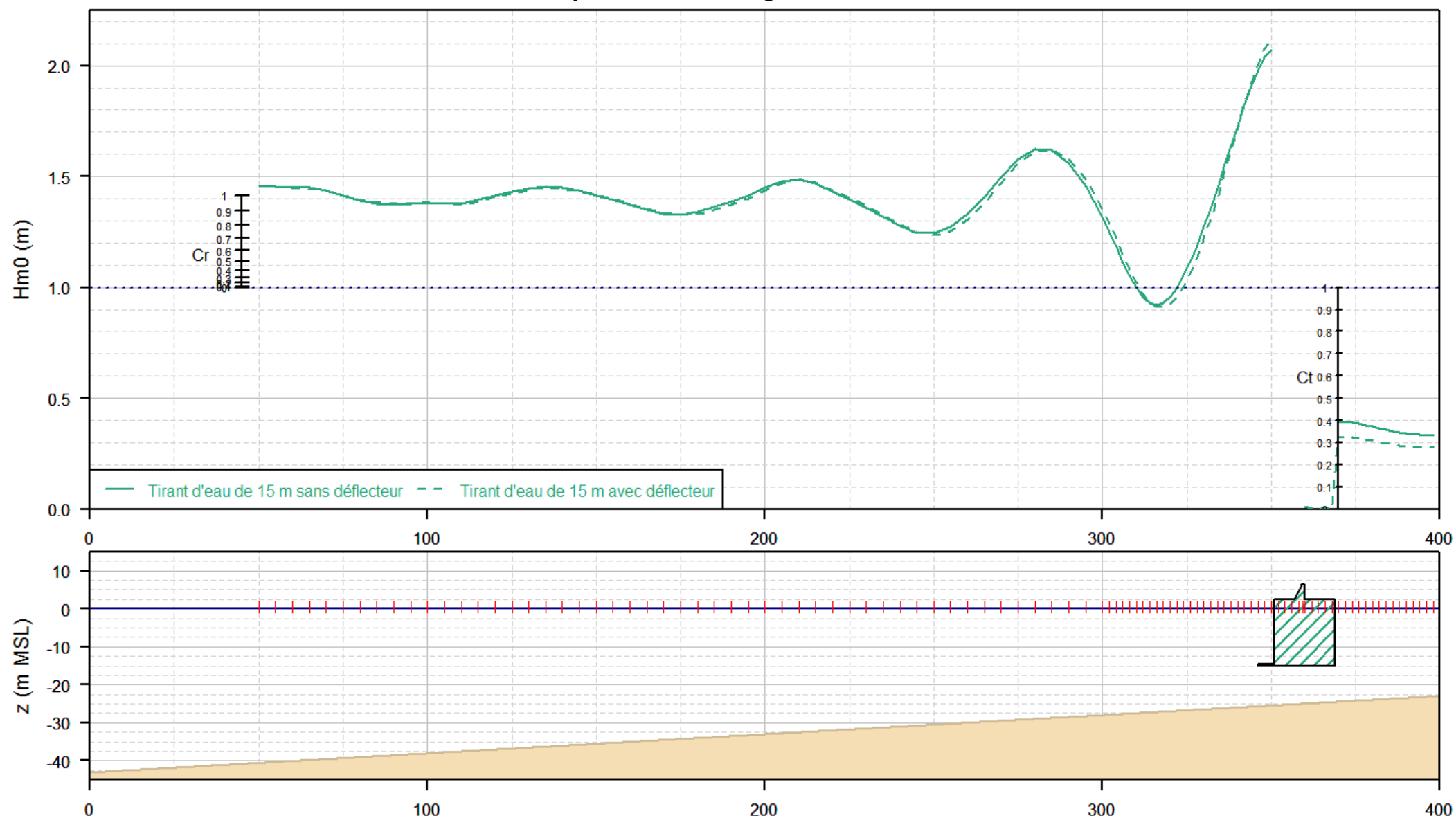


Portu Novu Tp 8 s Houle irrégulière - Evolution du  $H_{m0}$ 



Portu Novu Tp 8 s Houle irrégulière - Evolution du  $H_{m0}$ 

Portu Novu  $T_p = 10$  s Houle irrégulière - Evolution du  $H_{m0}$ 

Portu Novu  $T_p$  10 s Houle irrégulière - Evolution du  $H_{m0}$ 

---

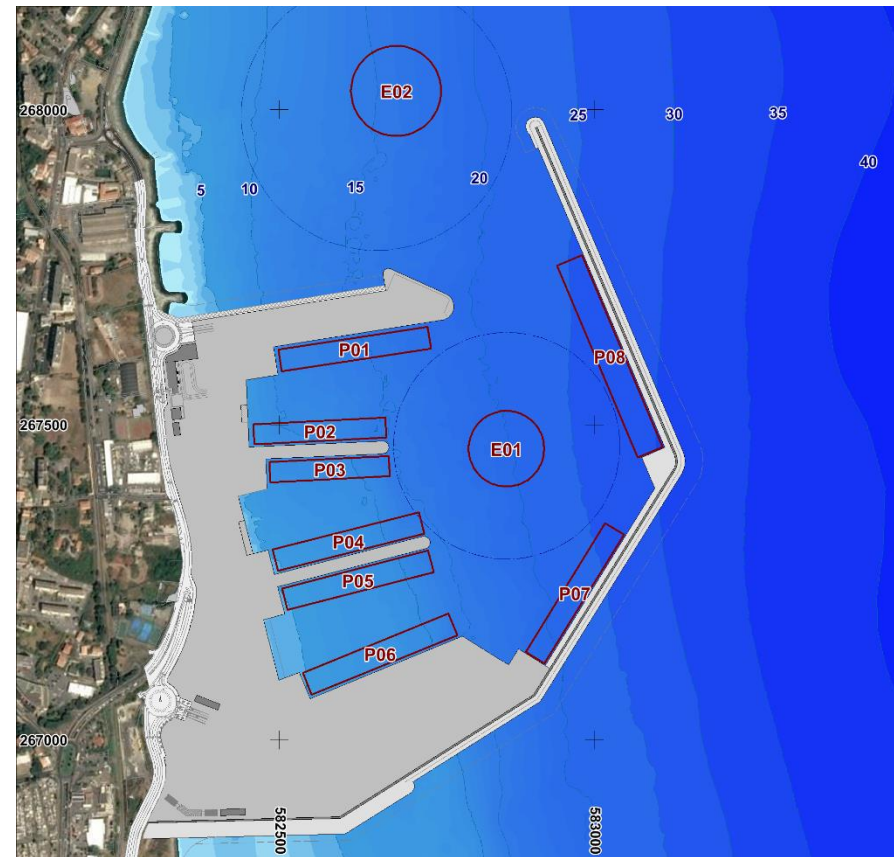
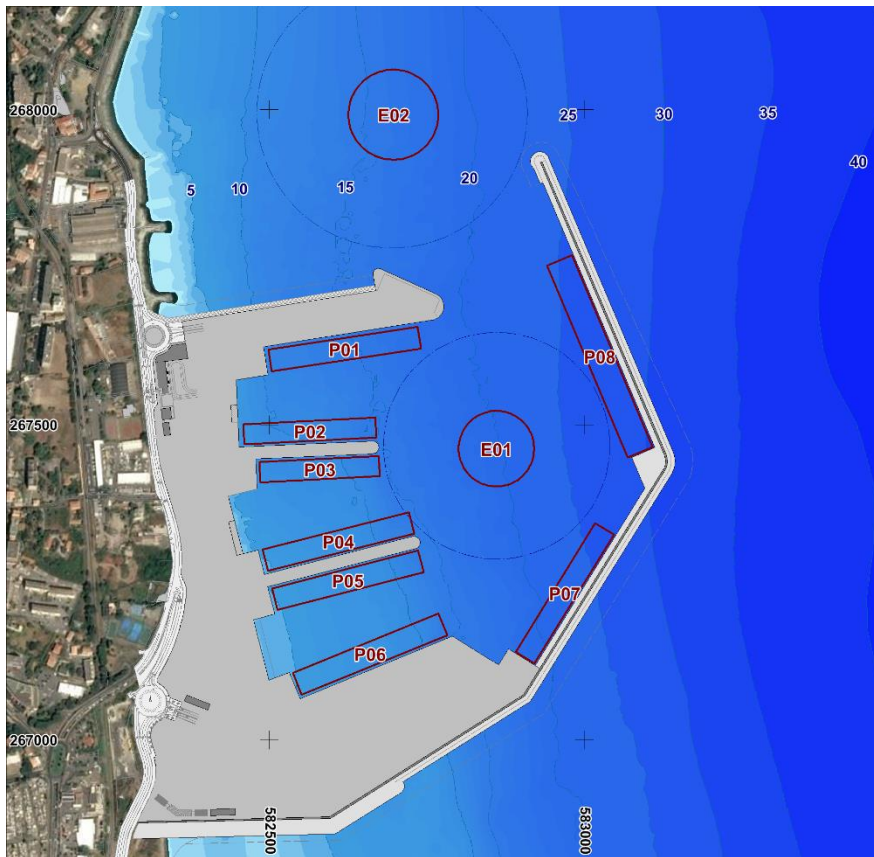
# PROJET DE PORTU NOVU

## ETUDES COMPLÉMENTAIRES

### *Annexe C – Climats d'agitation aux postes*

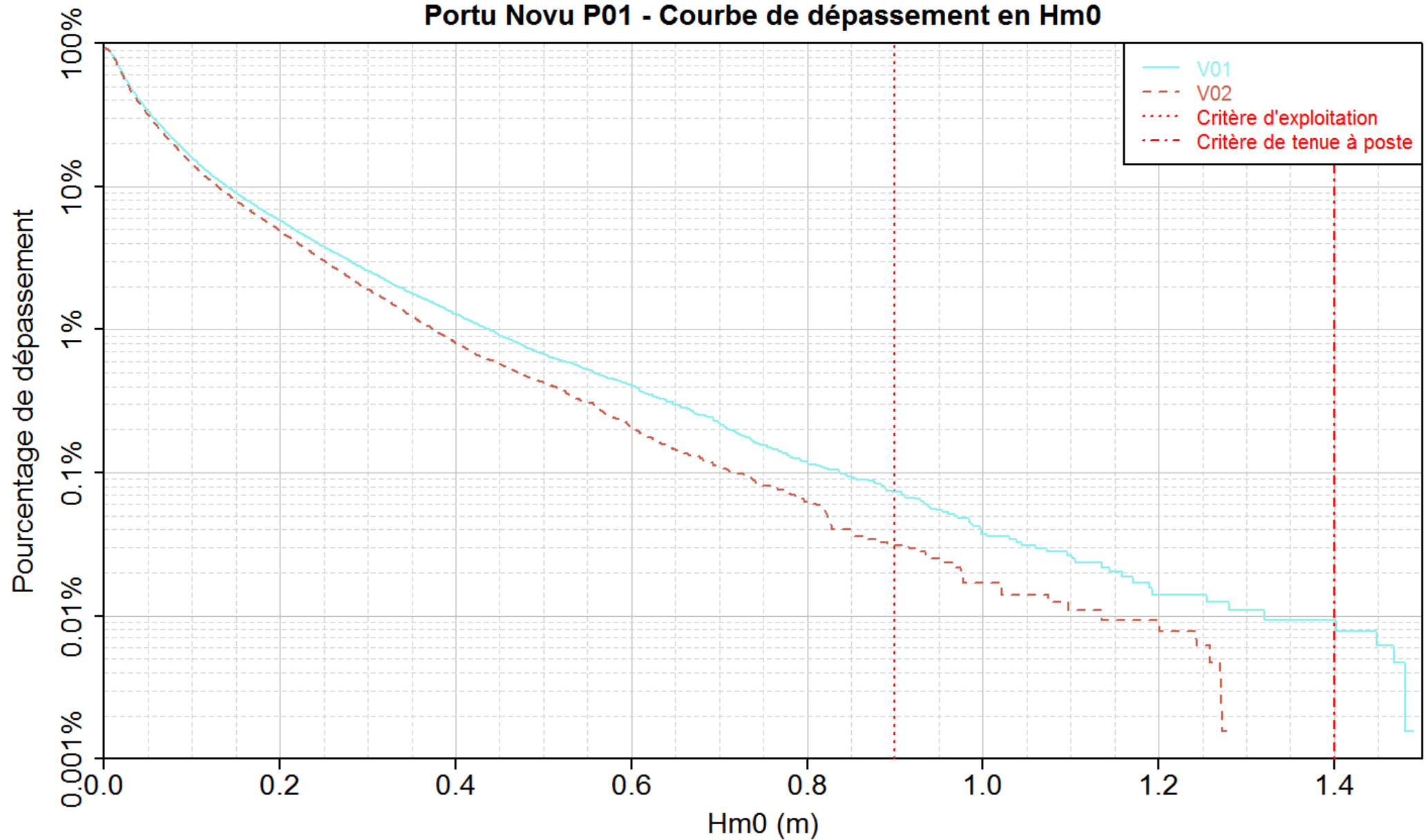


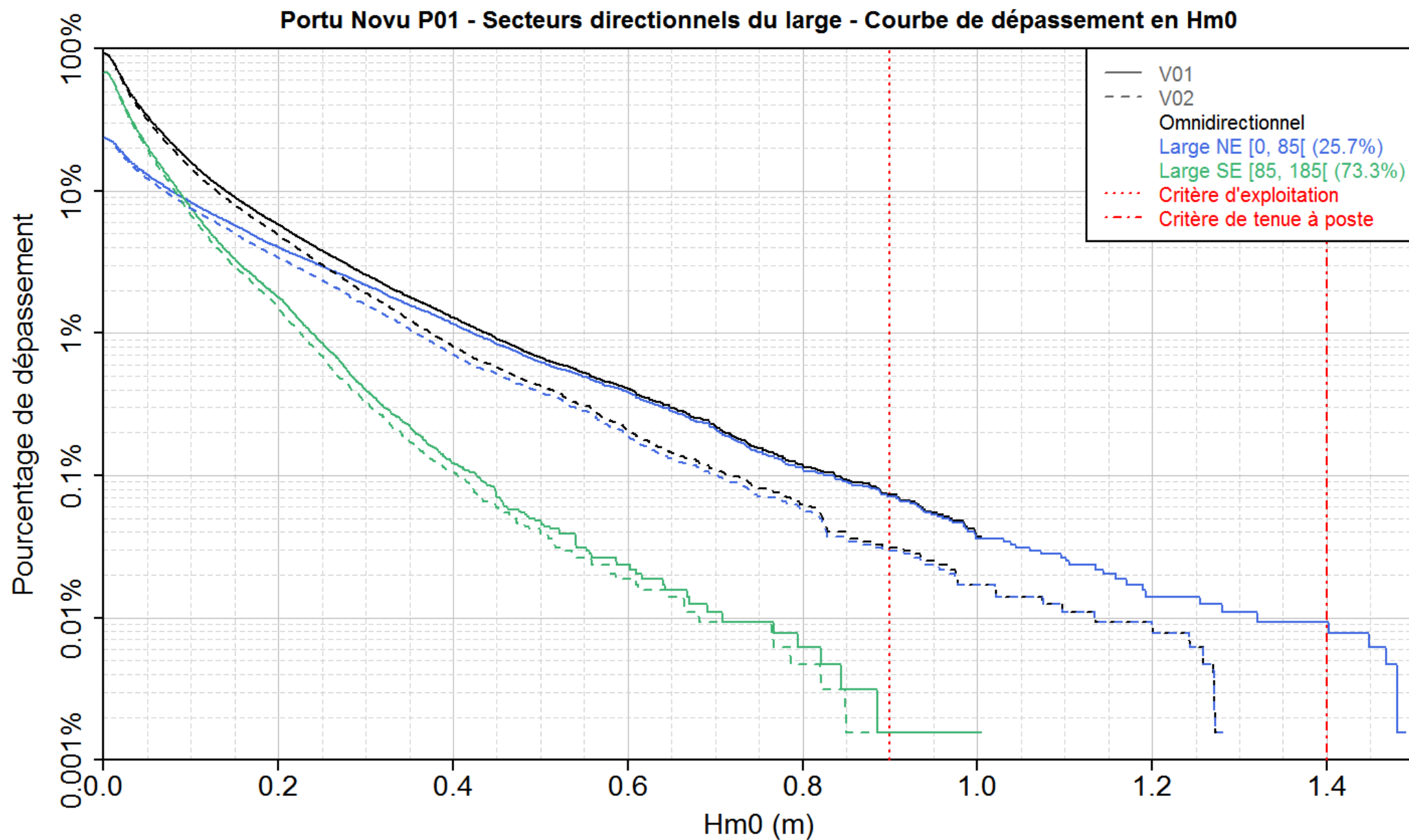
## COMPARAISON DES CONFIGURATIONS

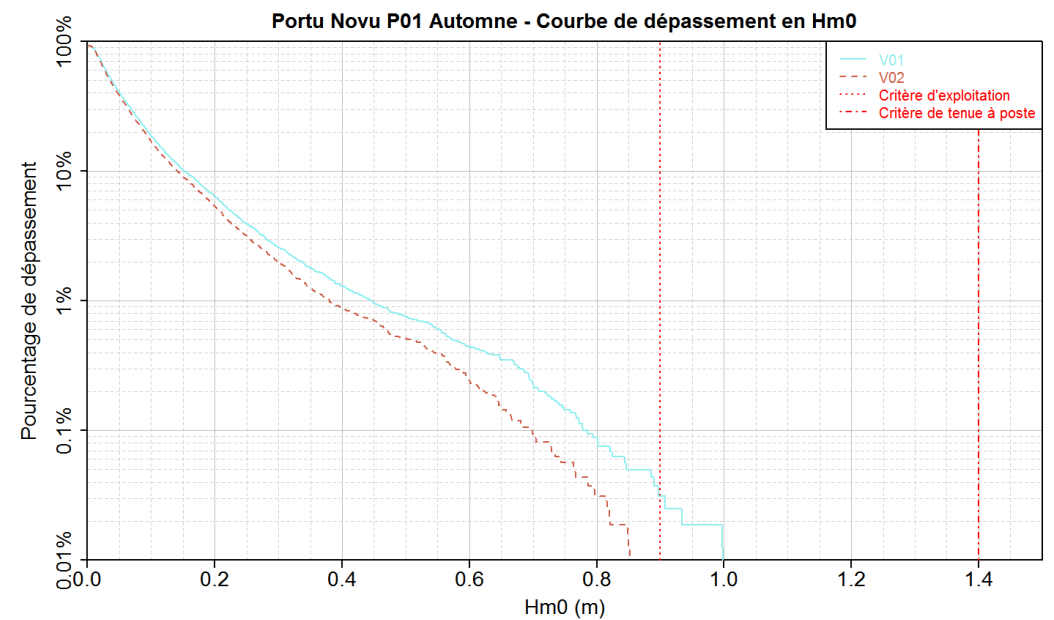
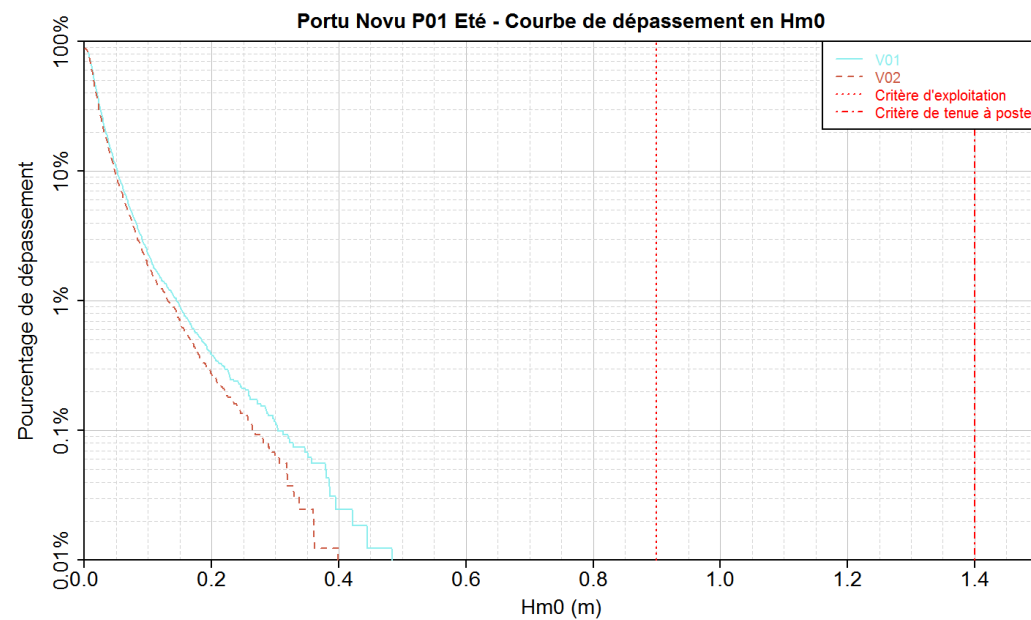
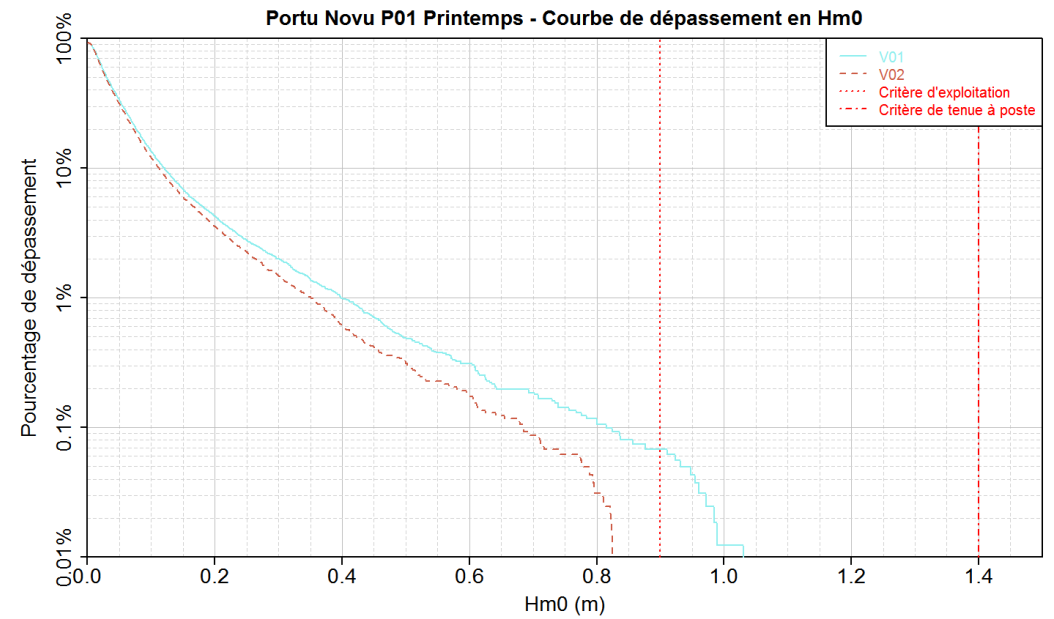
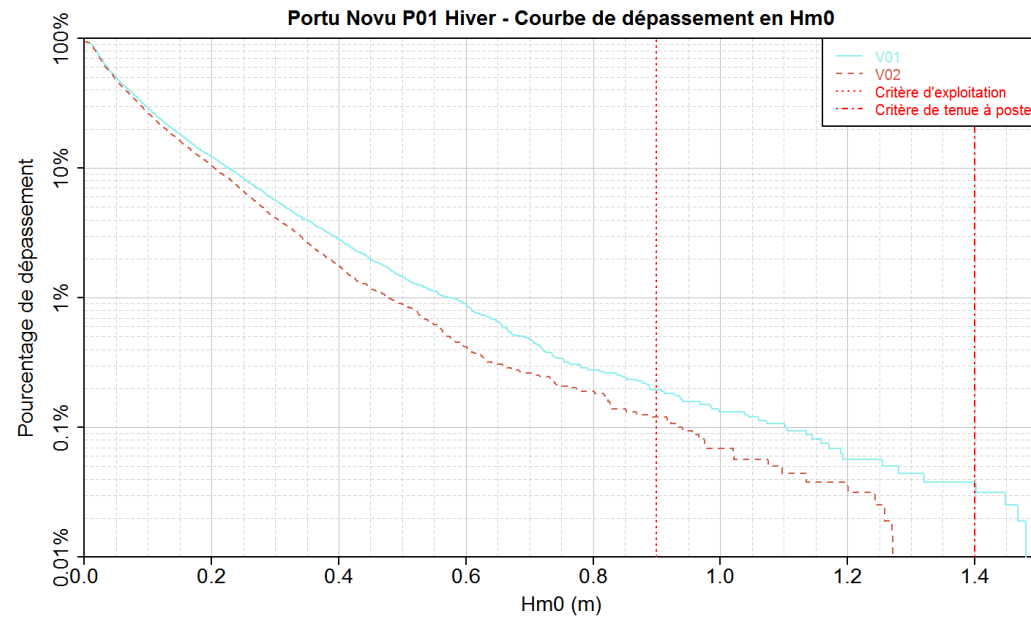




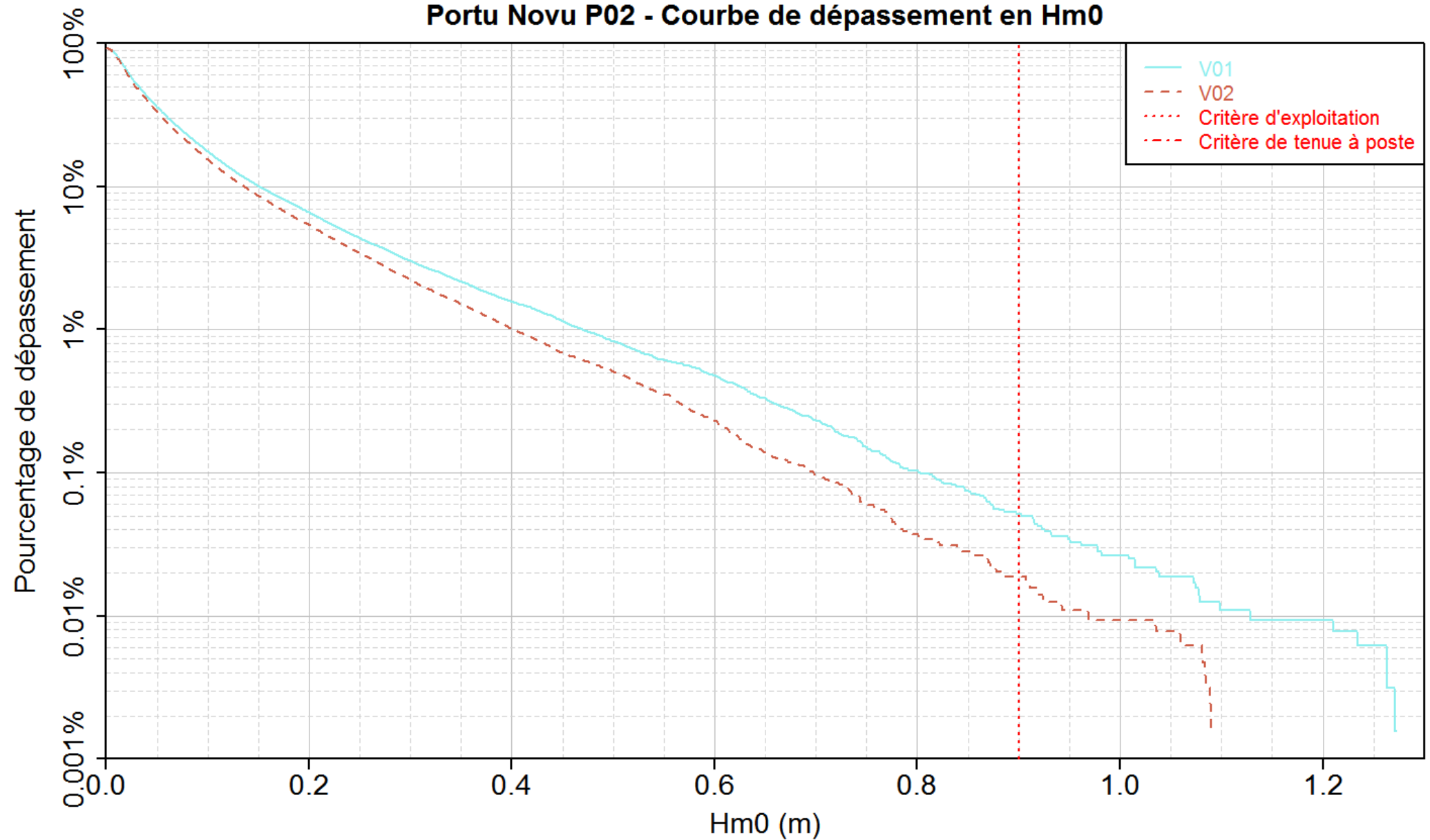
Portu Novu P01 - Courbe de dépassement en Hm0

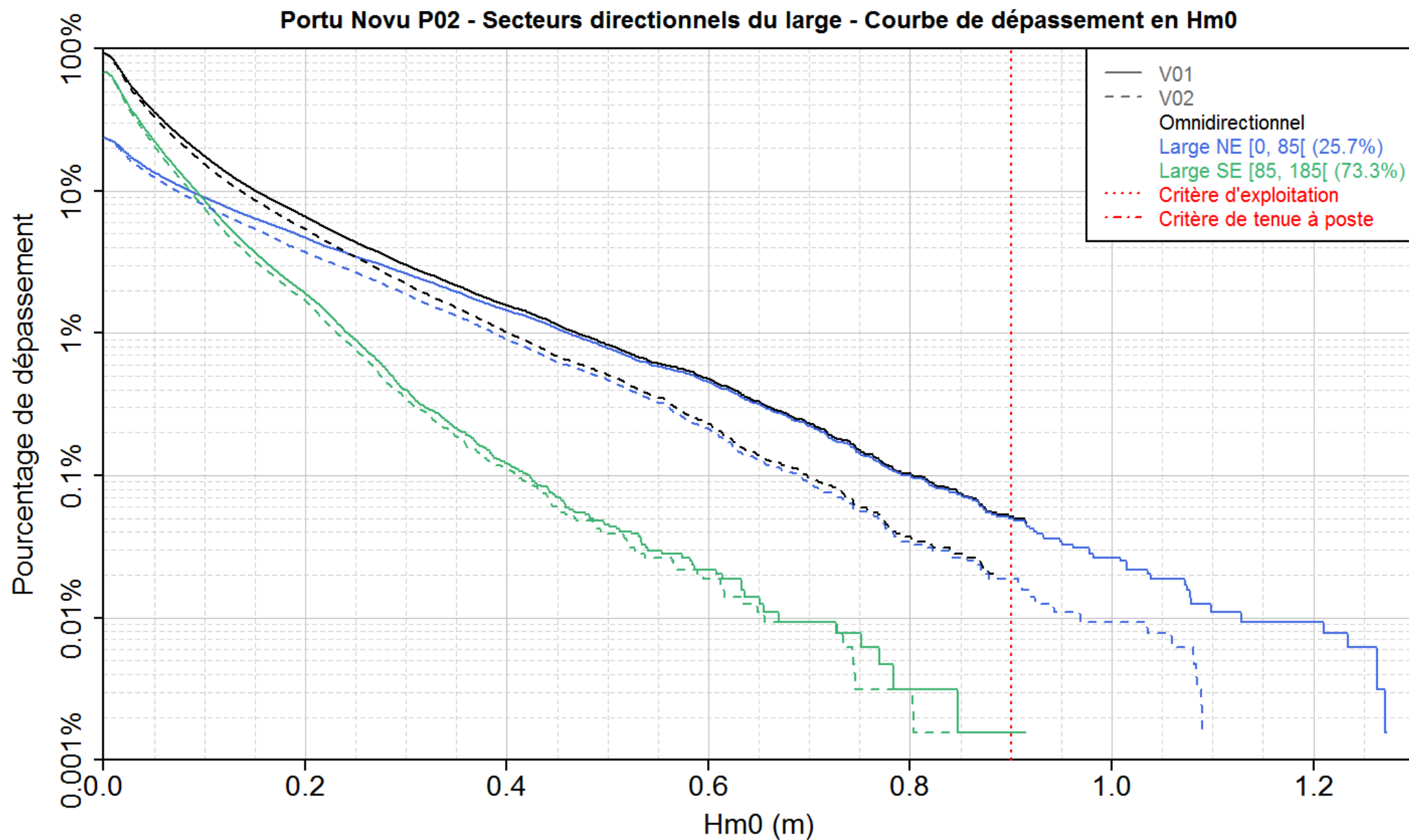




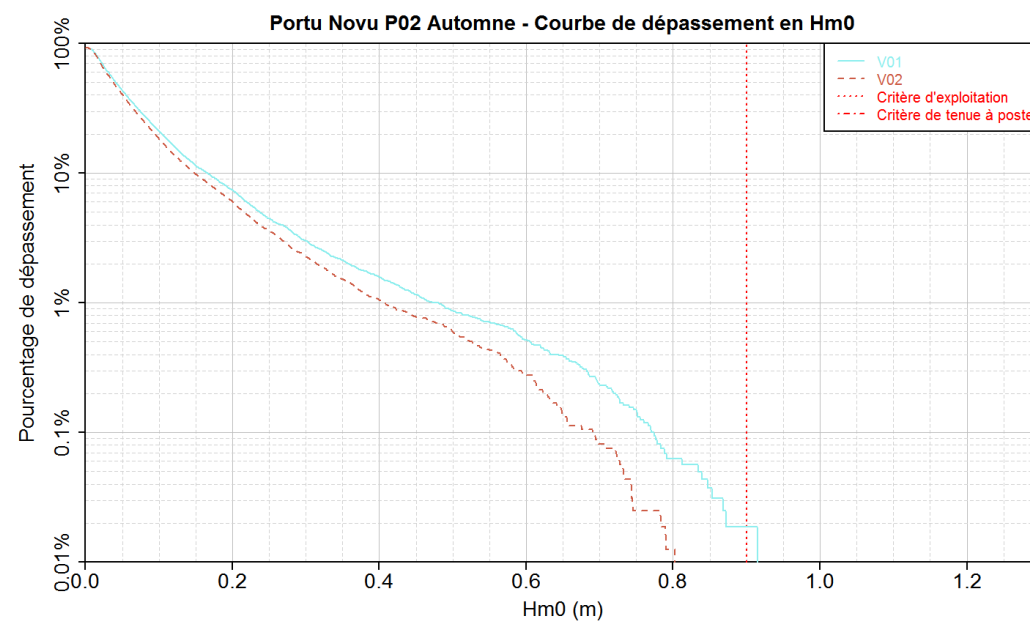
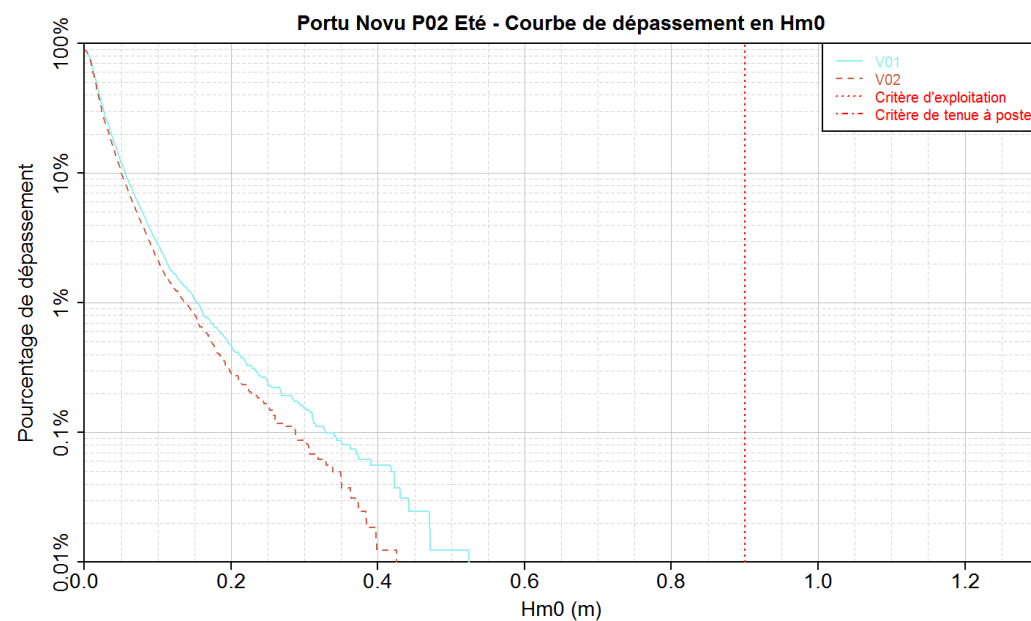
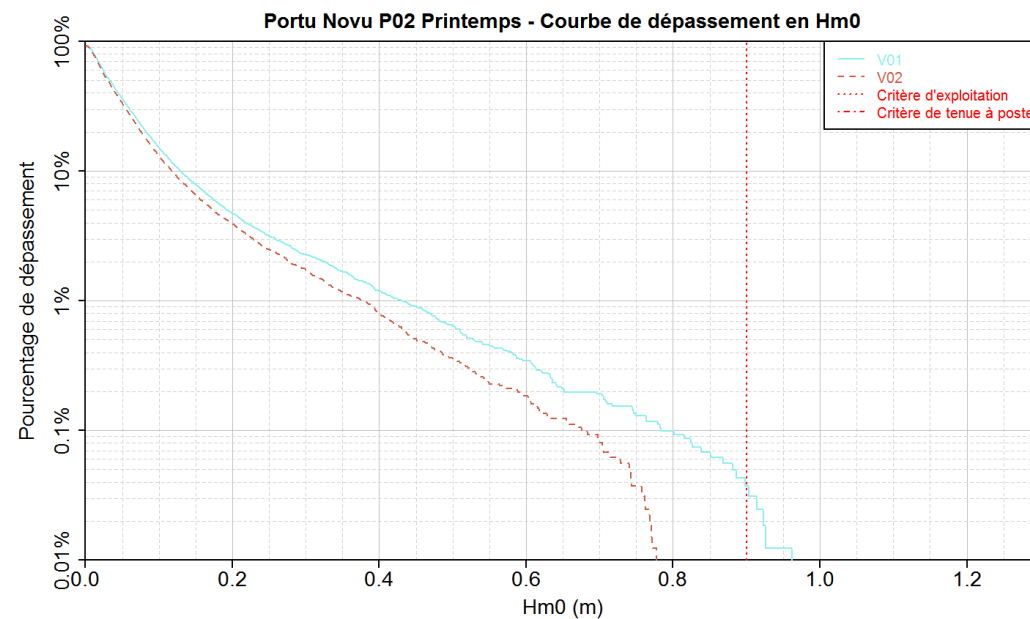
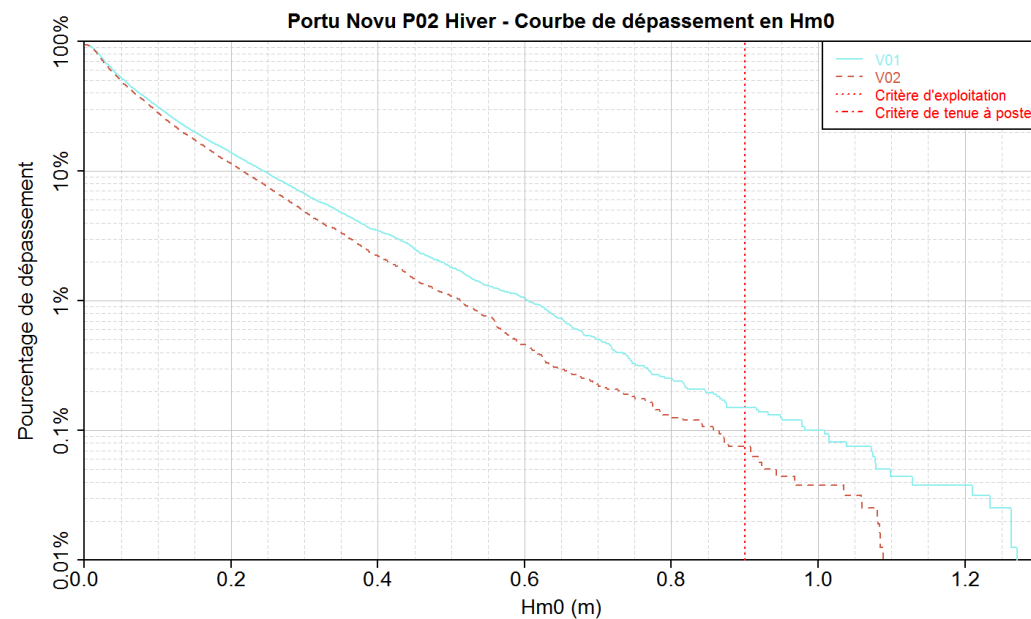


Portu Novu P02 - Courbe de dépassement en Hm0

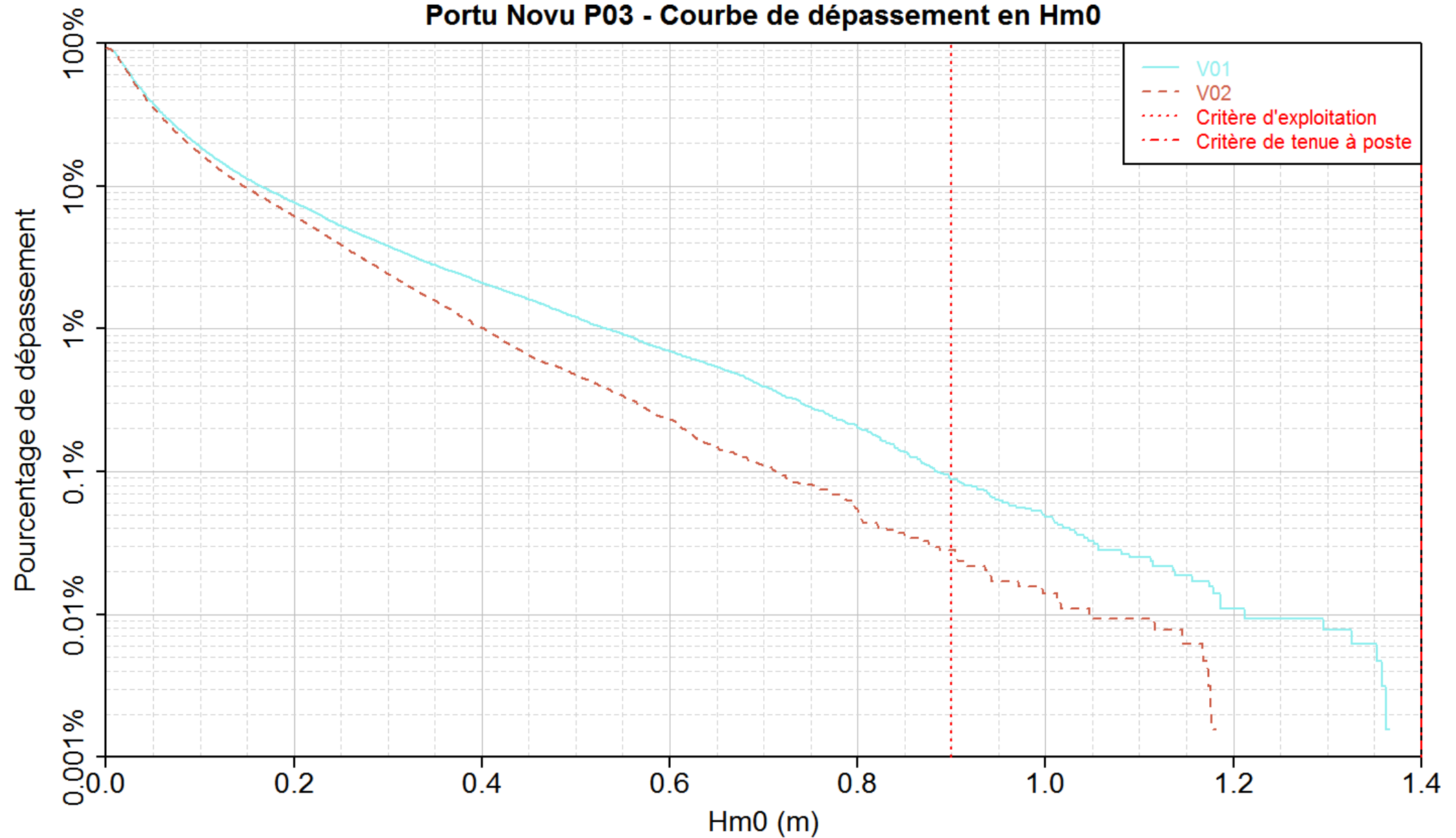


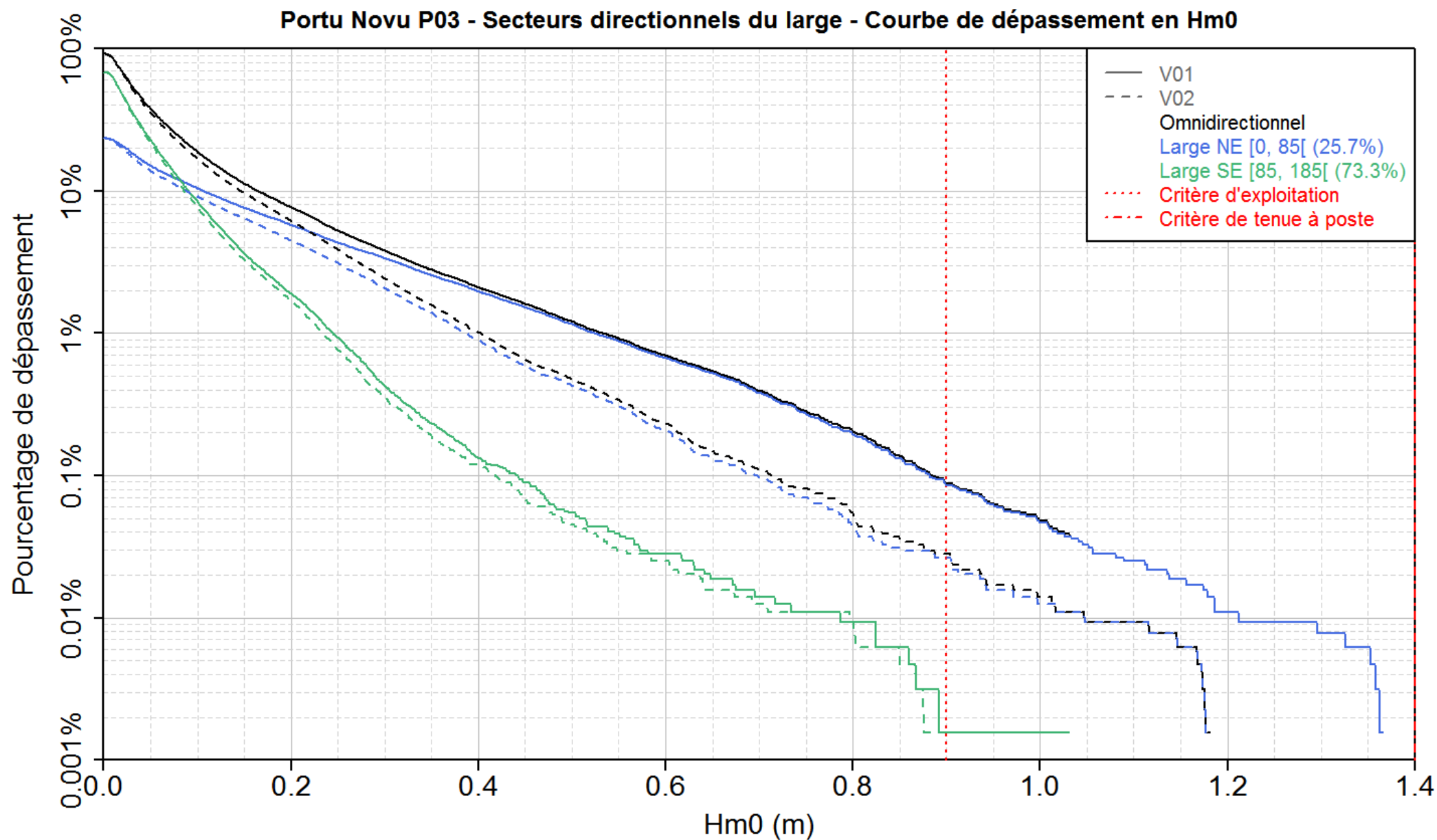


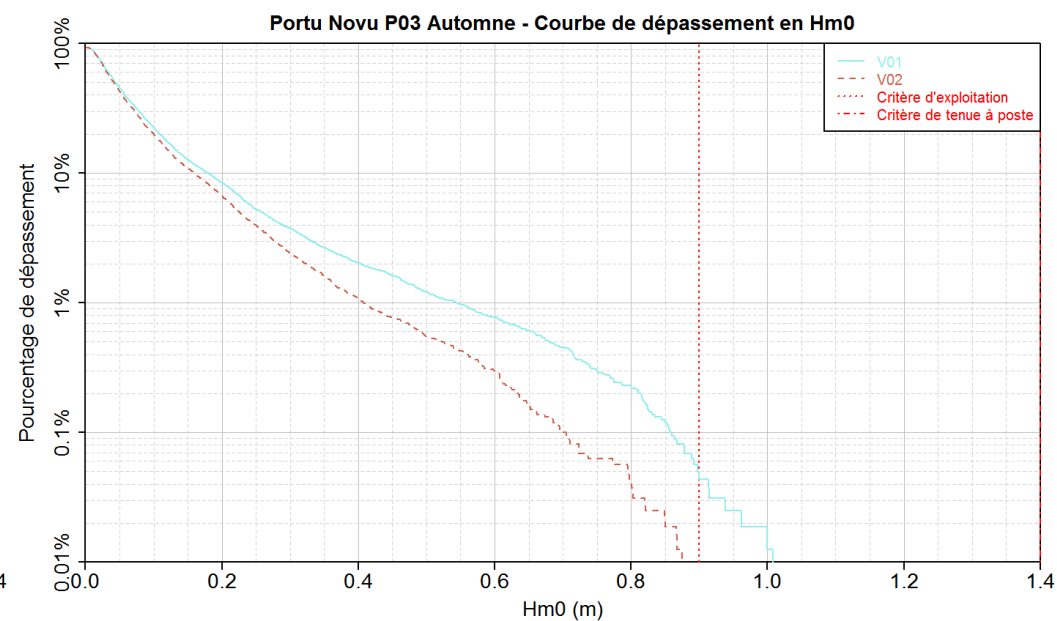
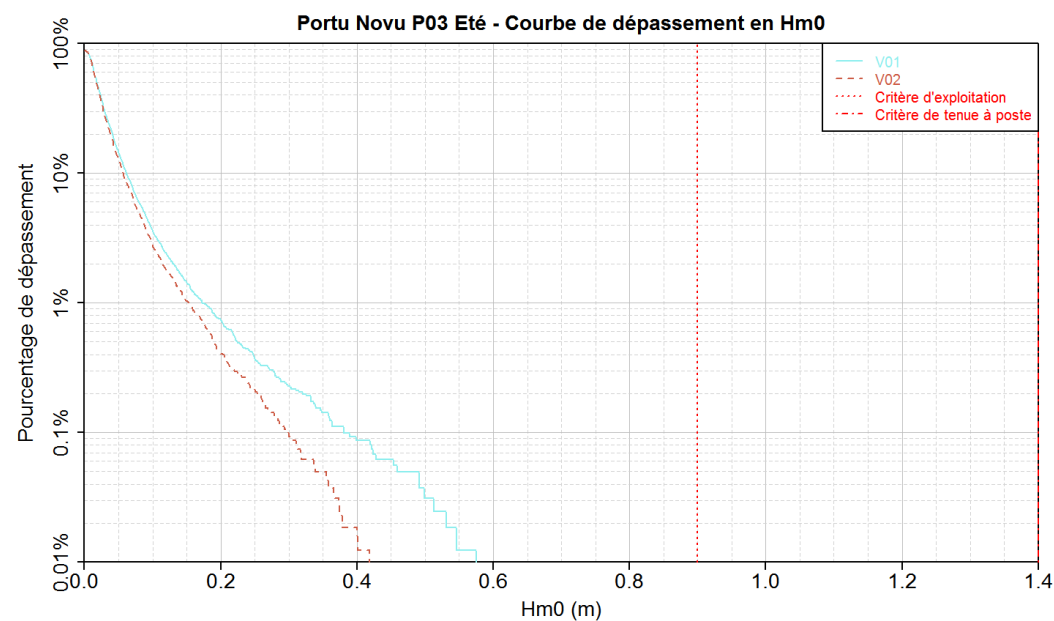
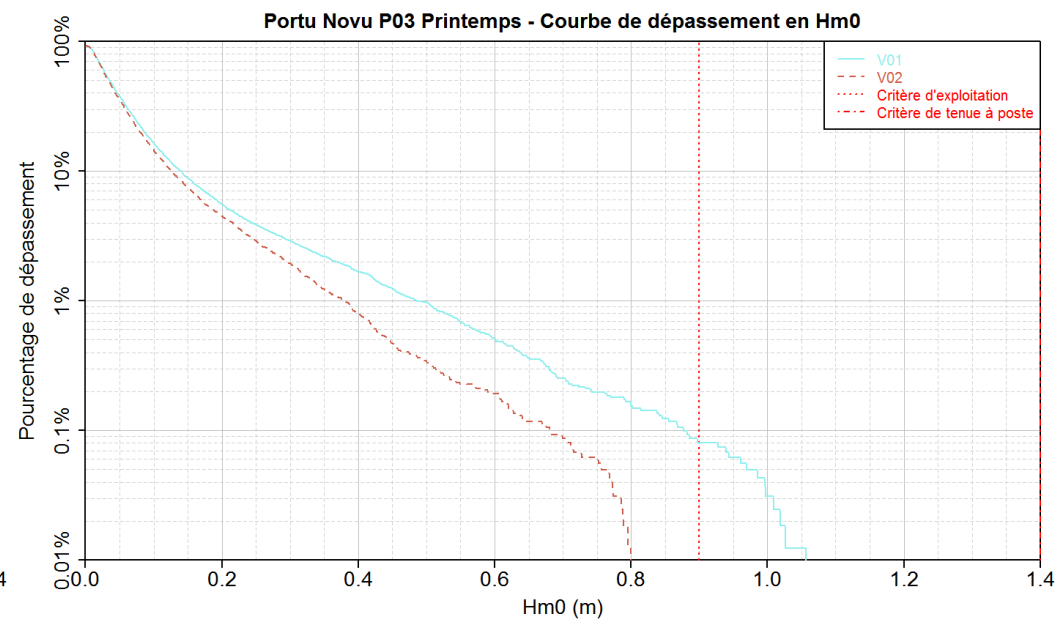
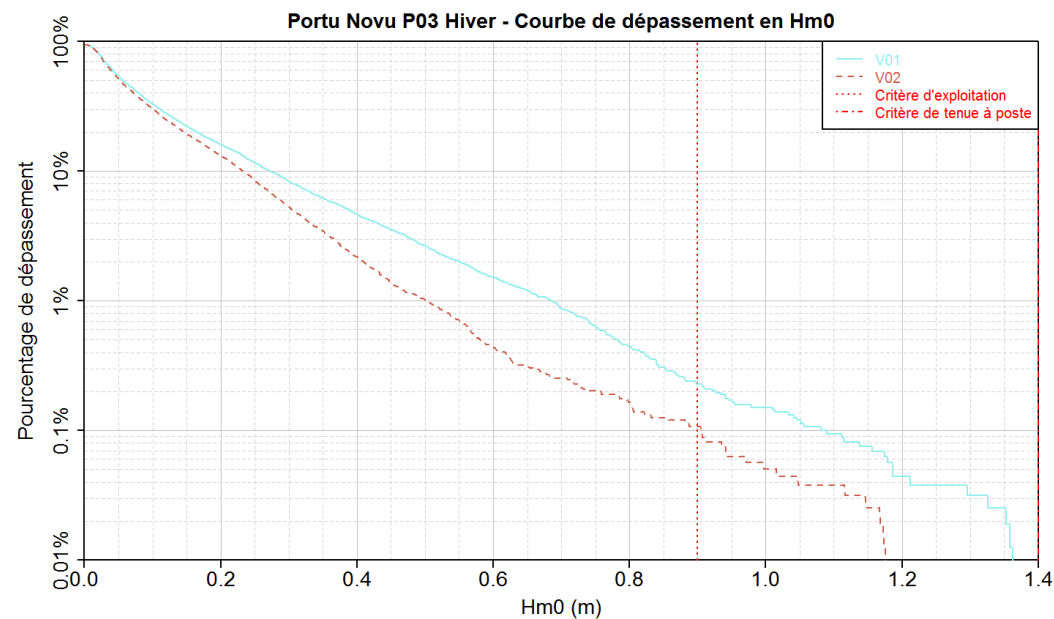




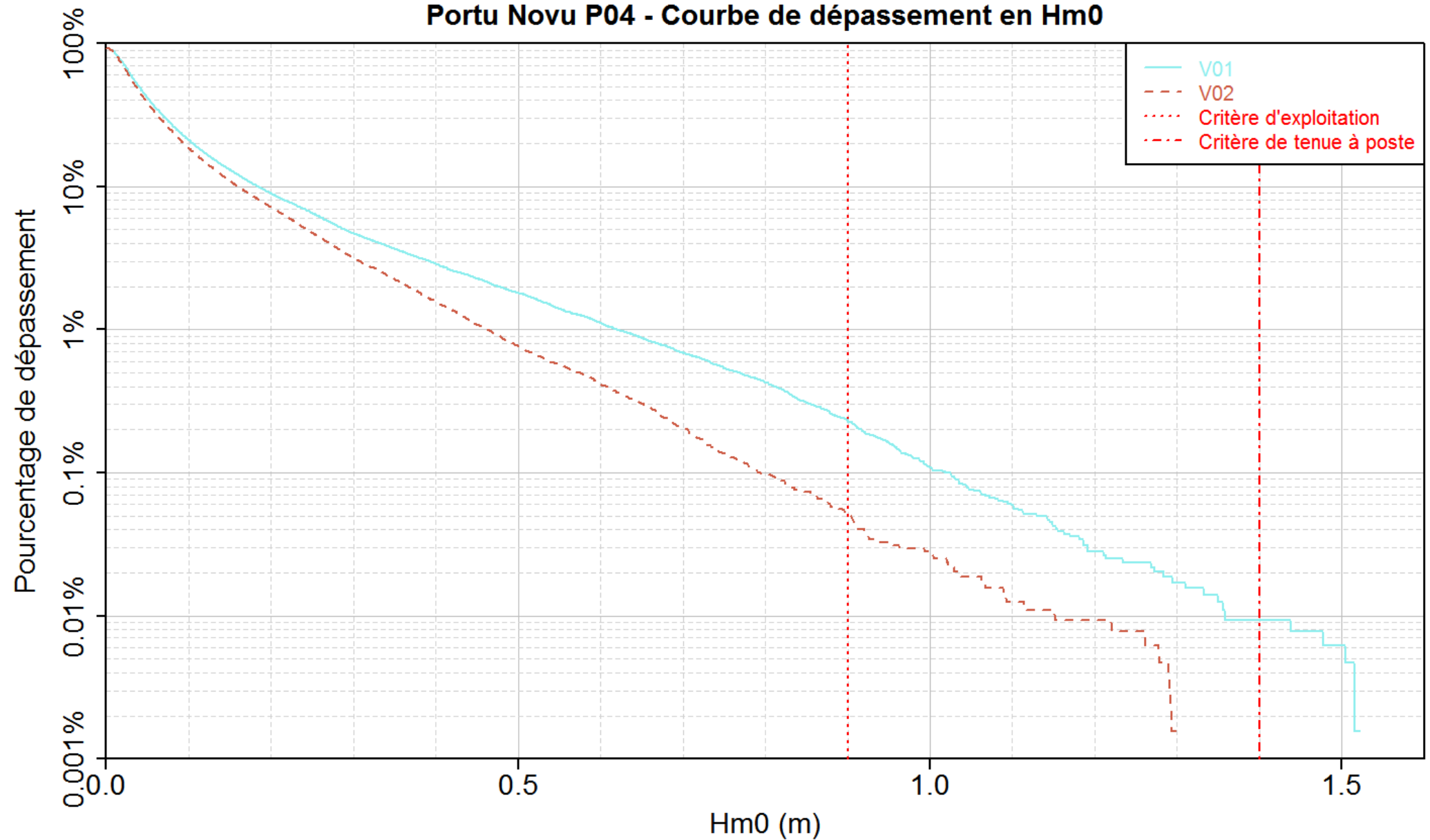
Portu Novu P03 - Courbe de dépassement en Hm0



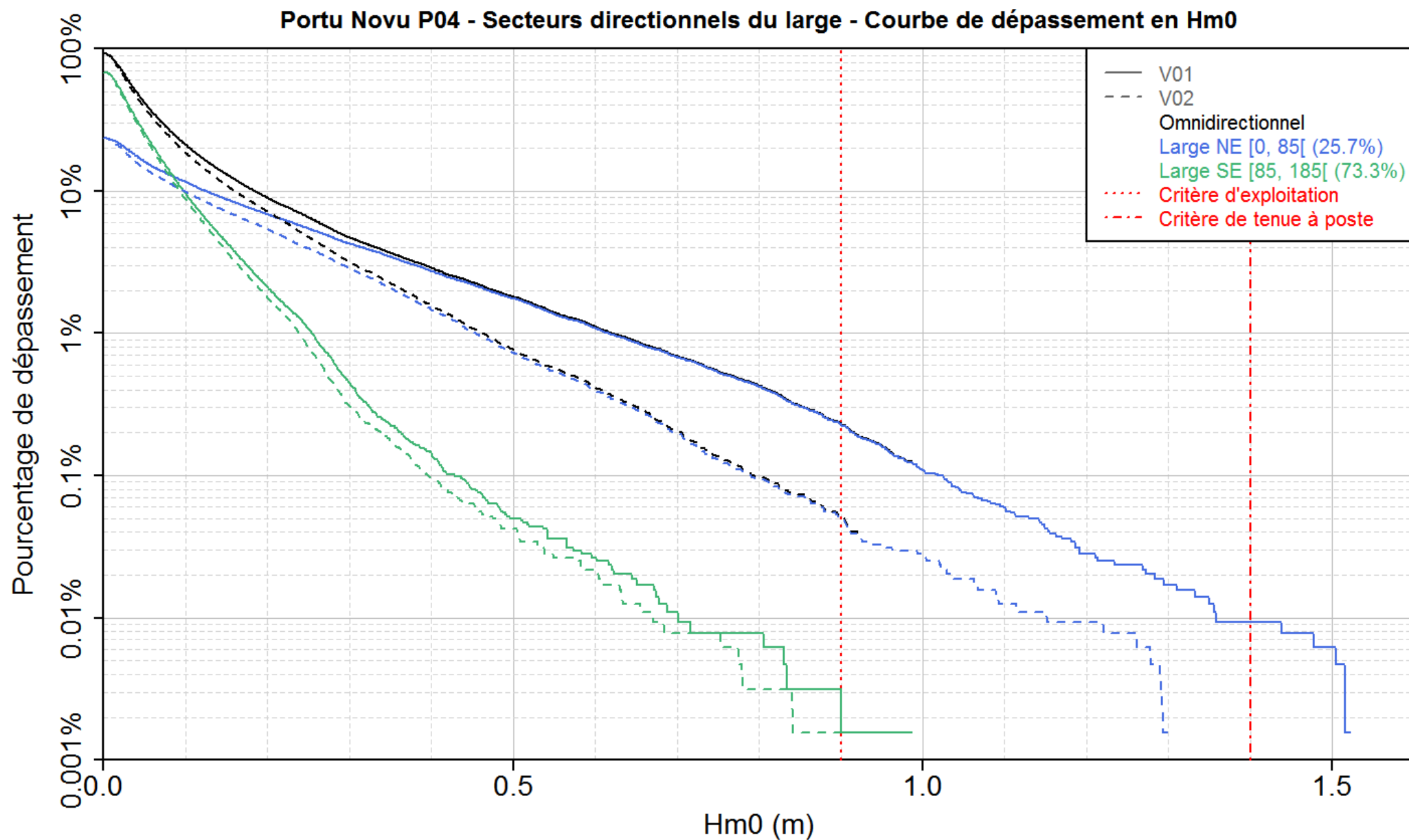


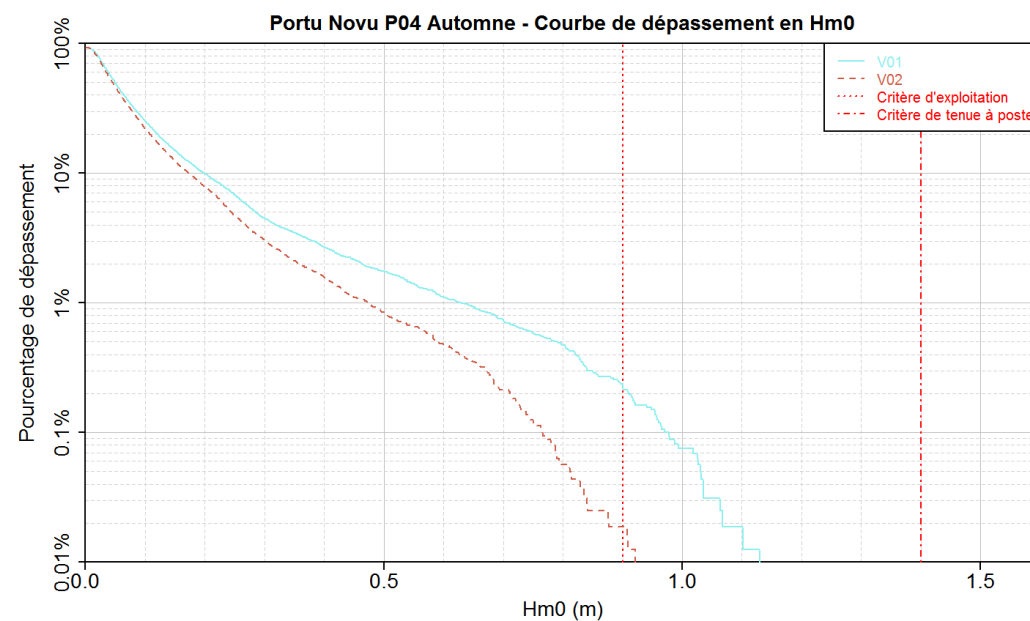
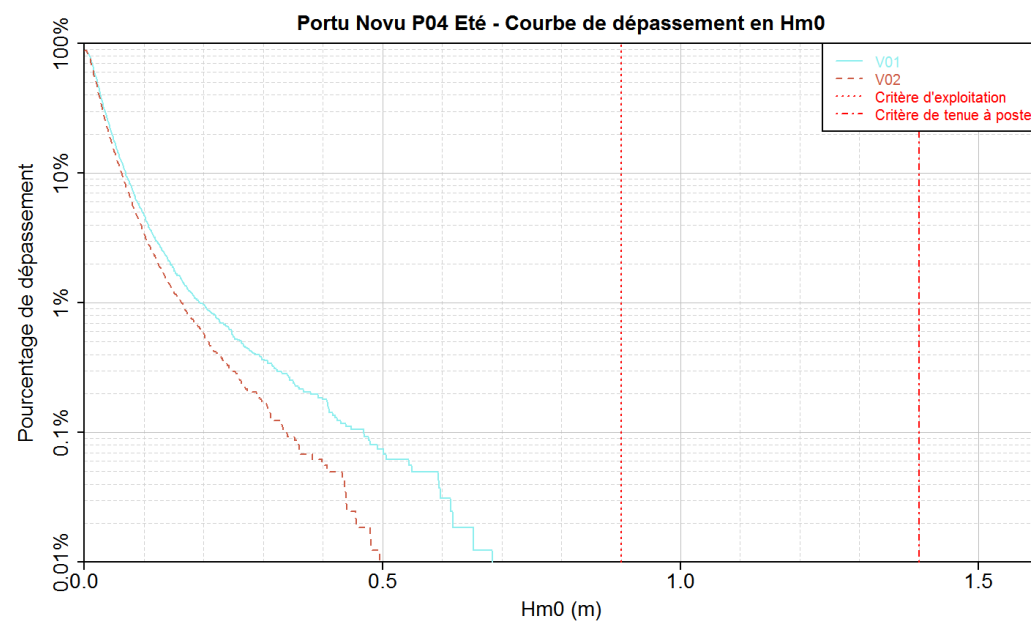
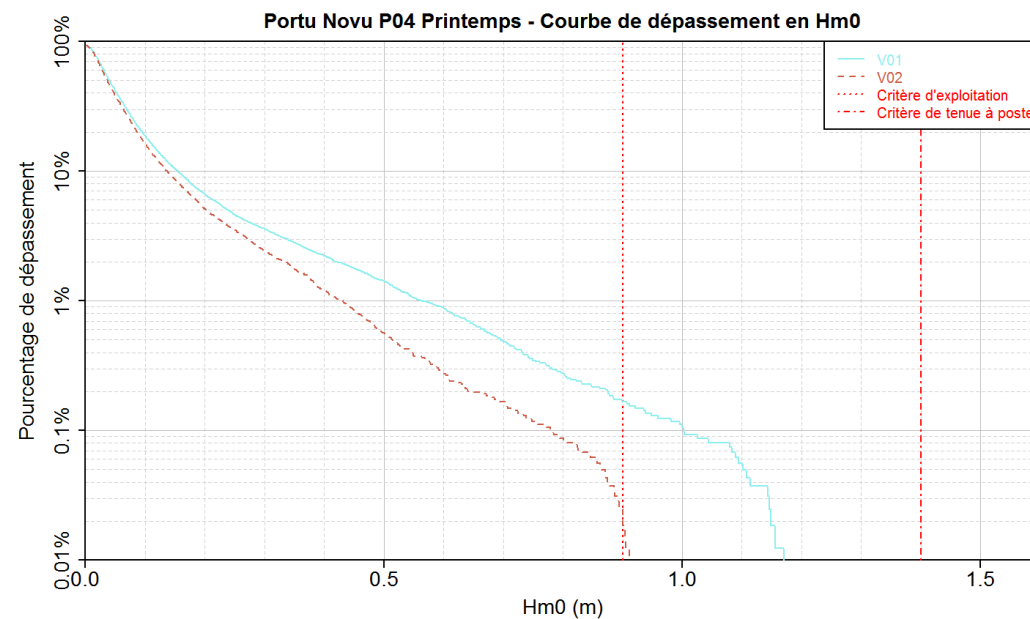
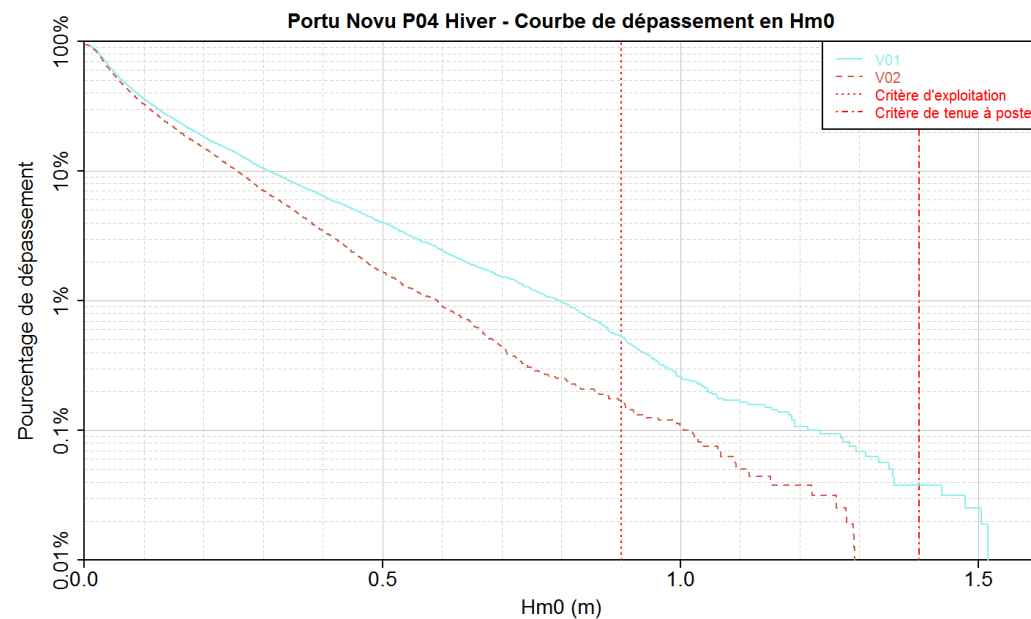


Portu Novu P04 - Courbe de dépassement en Hm0

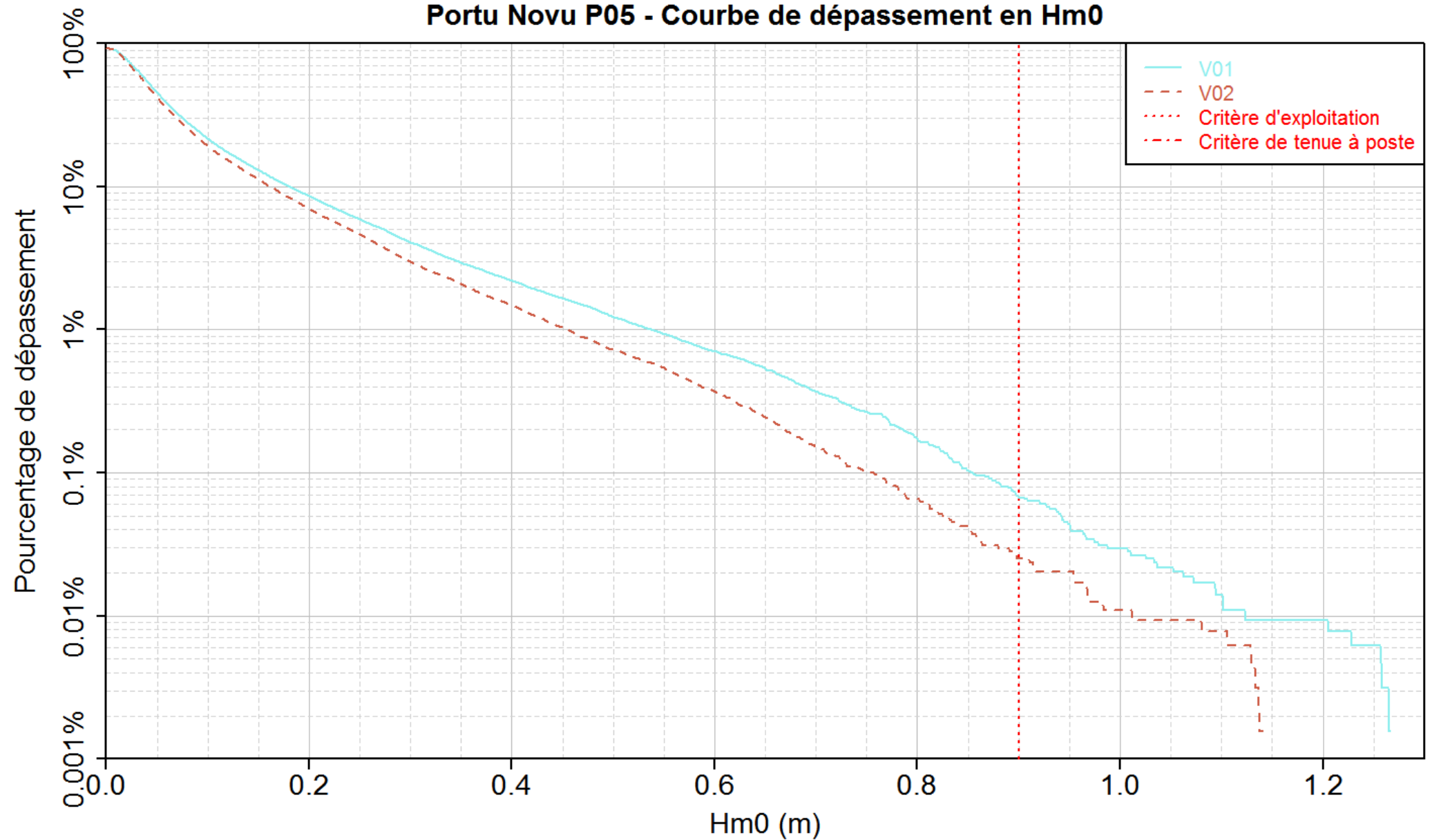


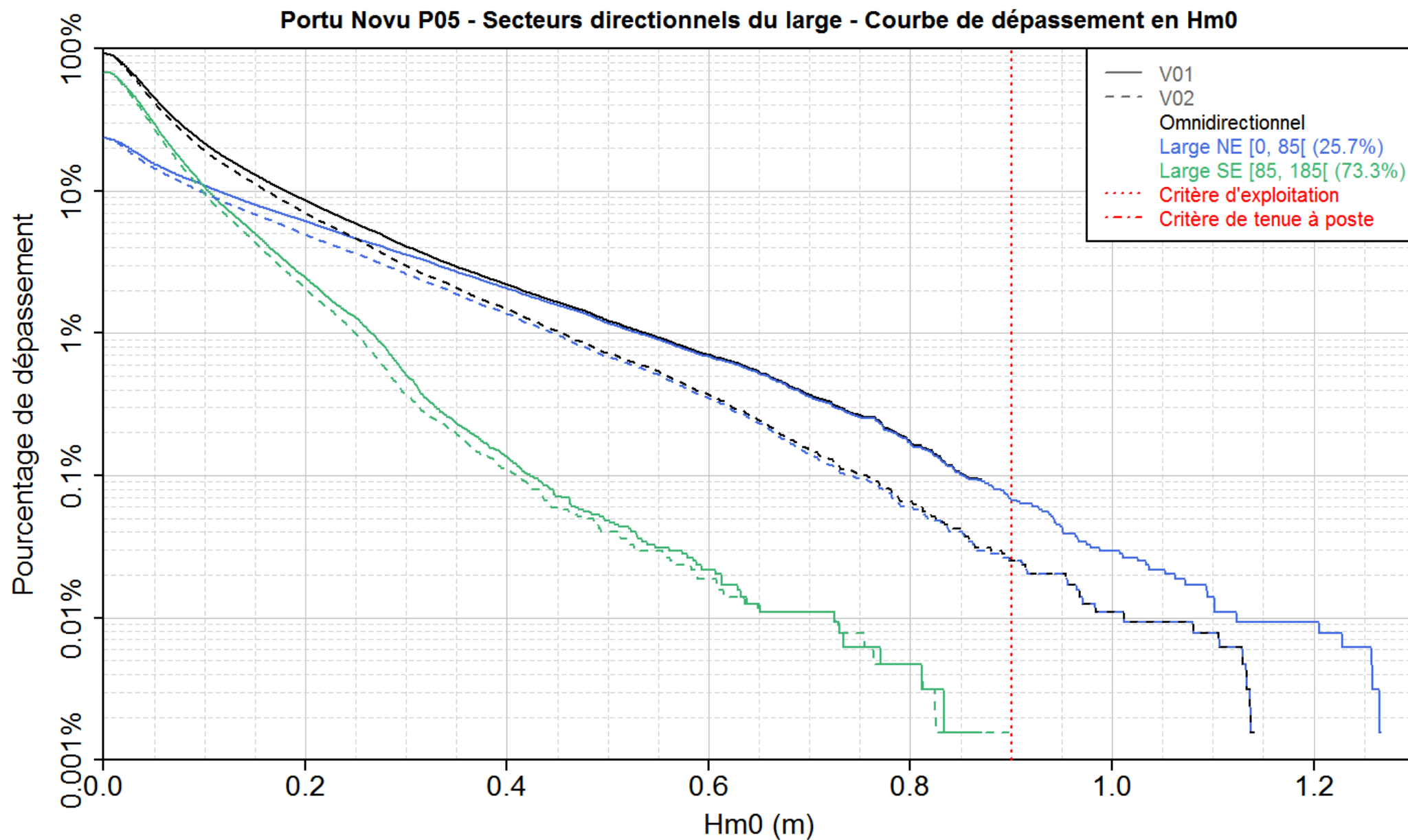


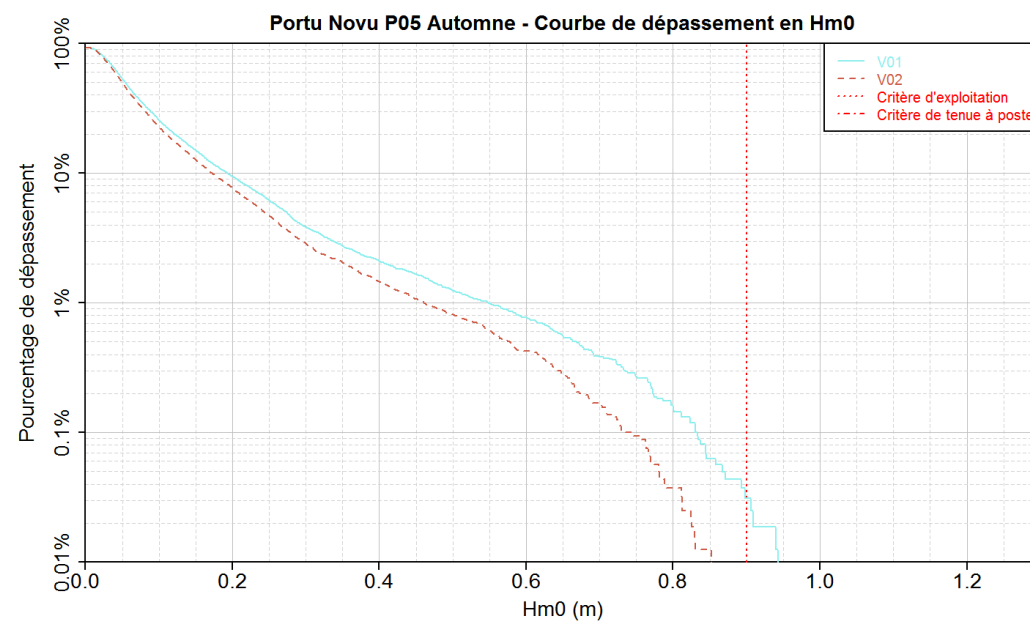
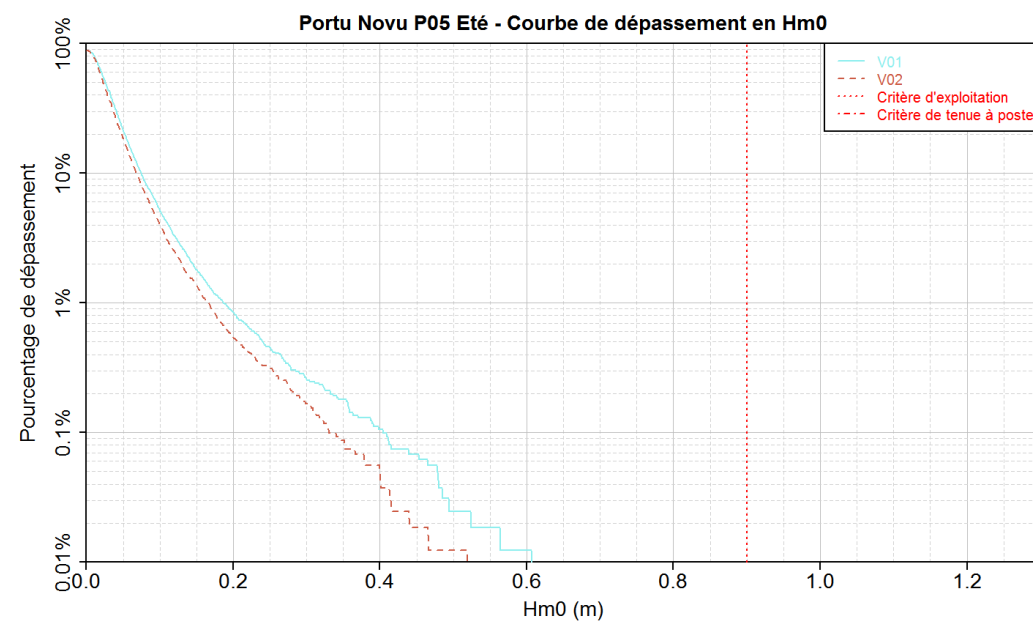
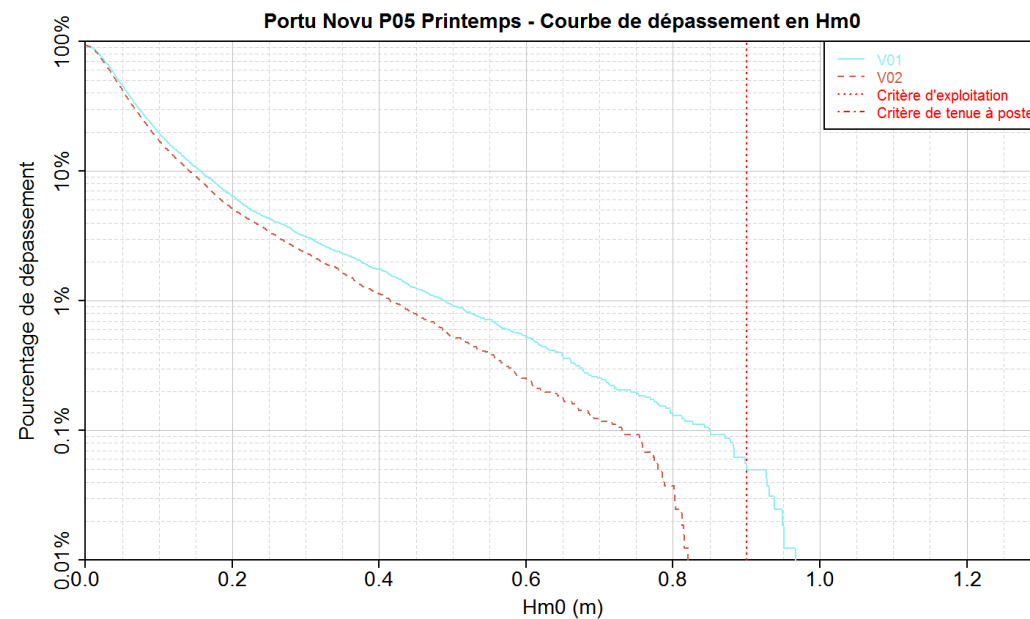
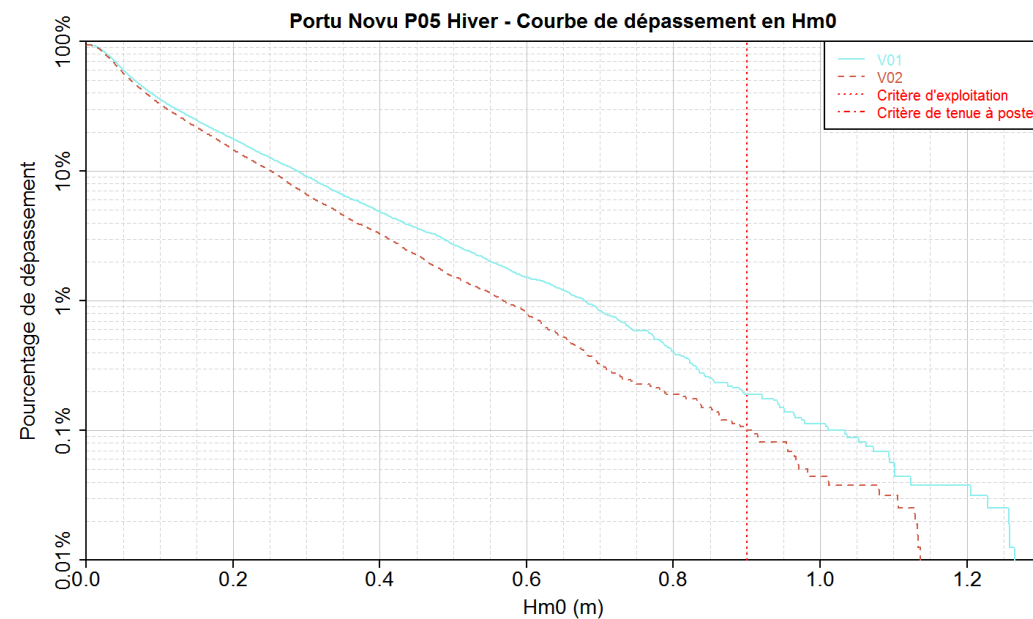




Portu Novu P05 - Courbe de dépassement en Hm0

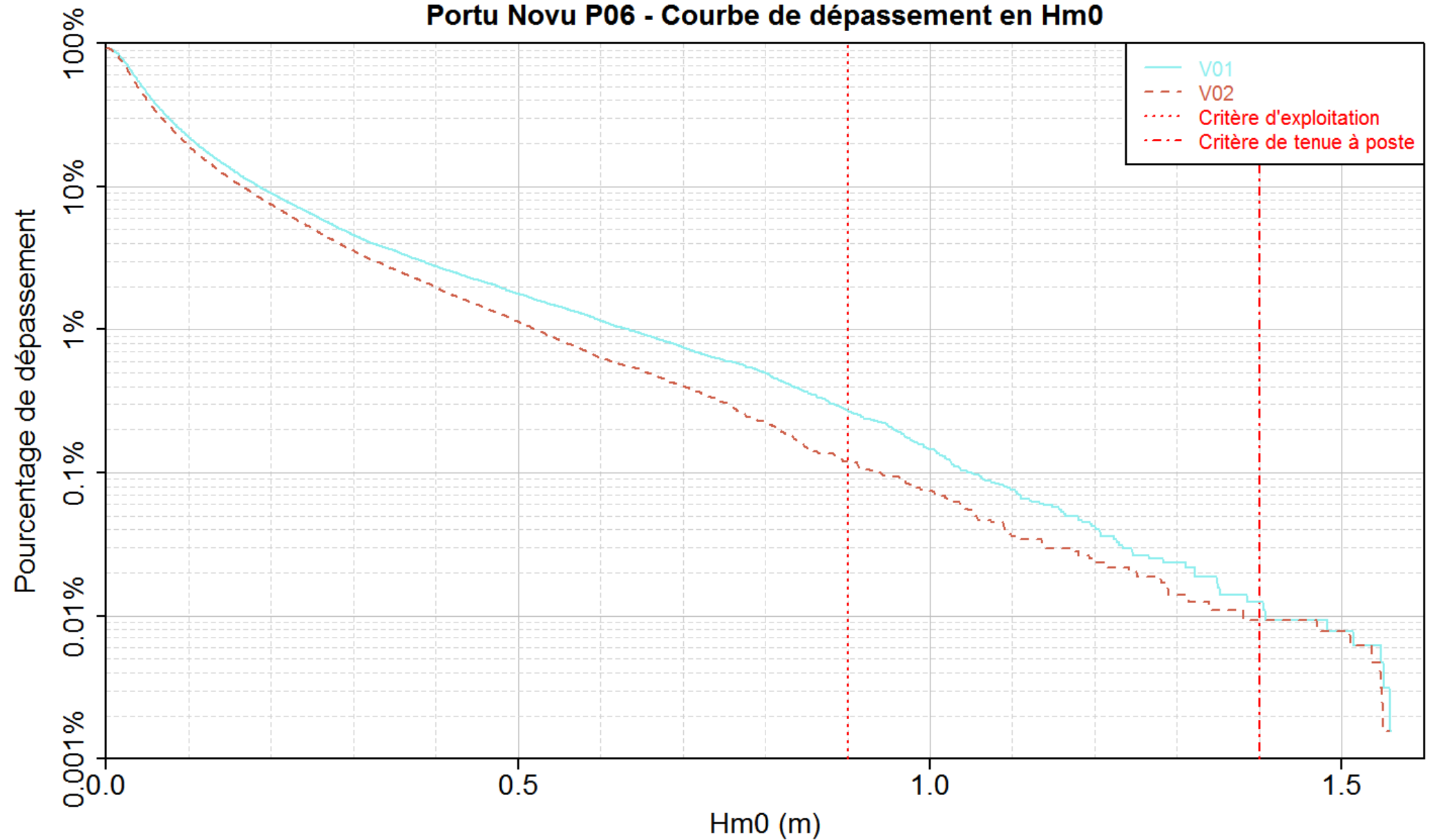


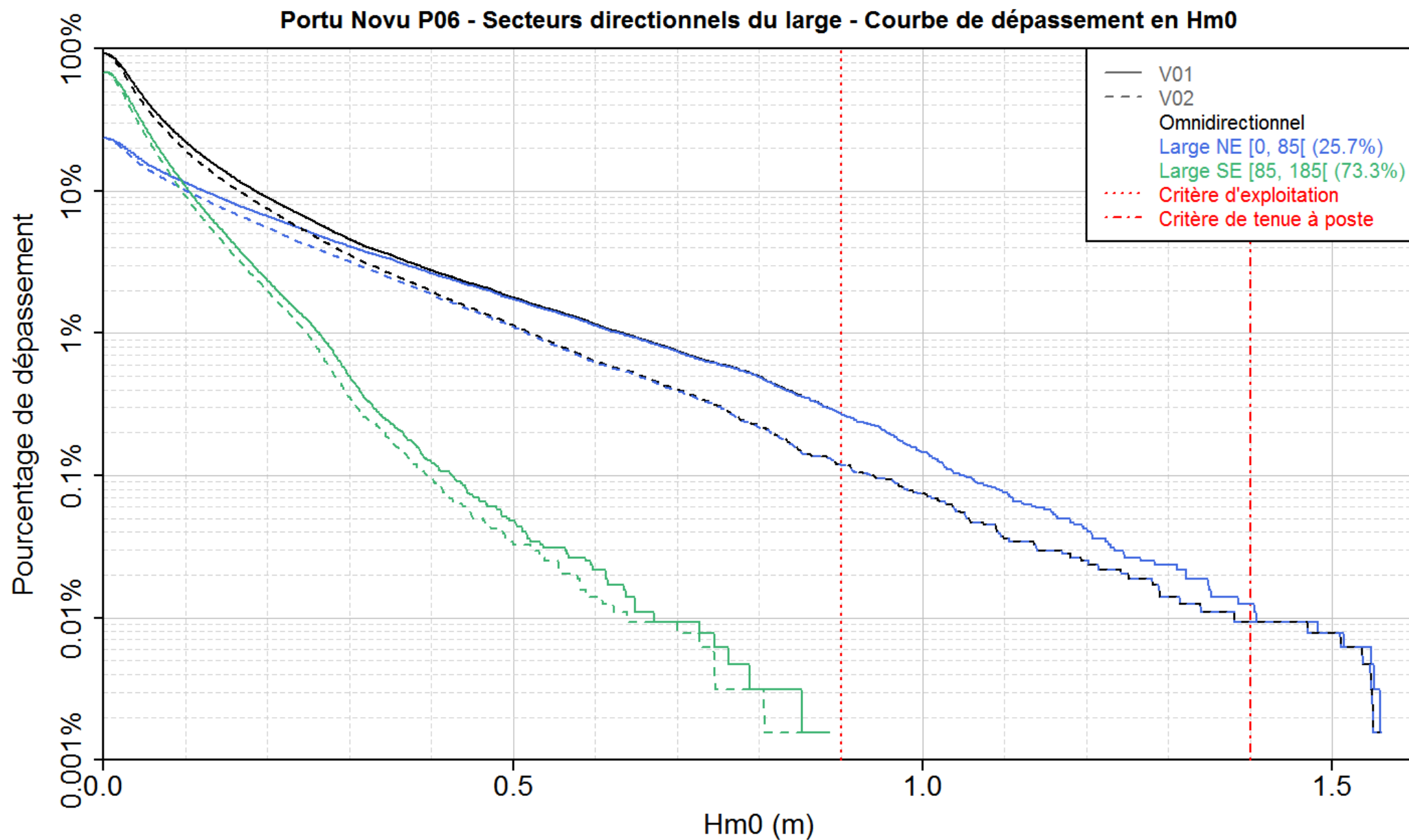


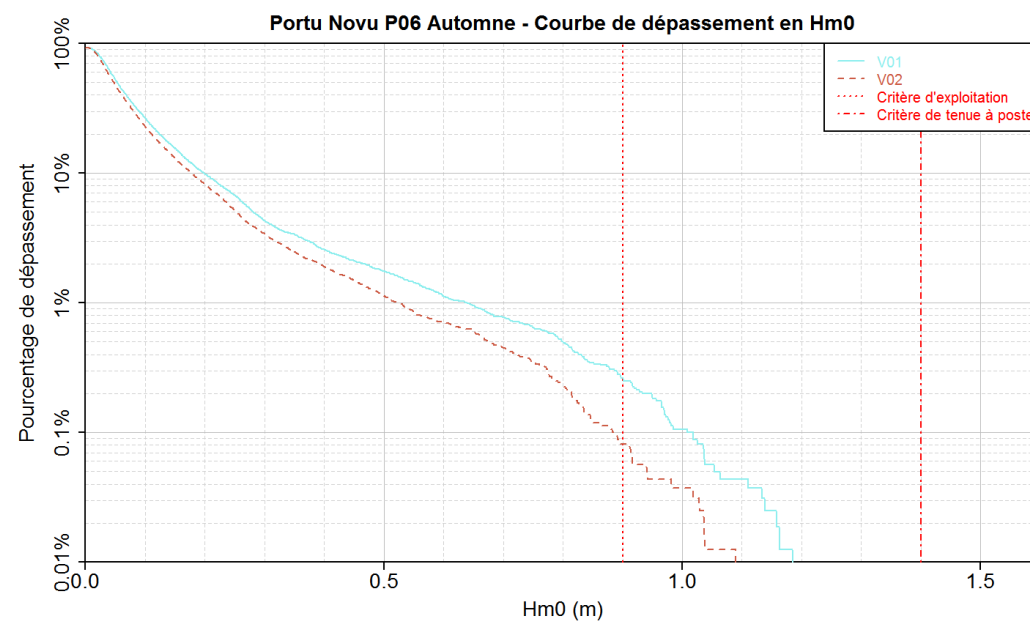
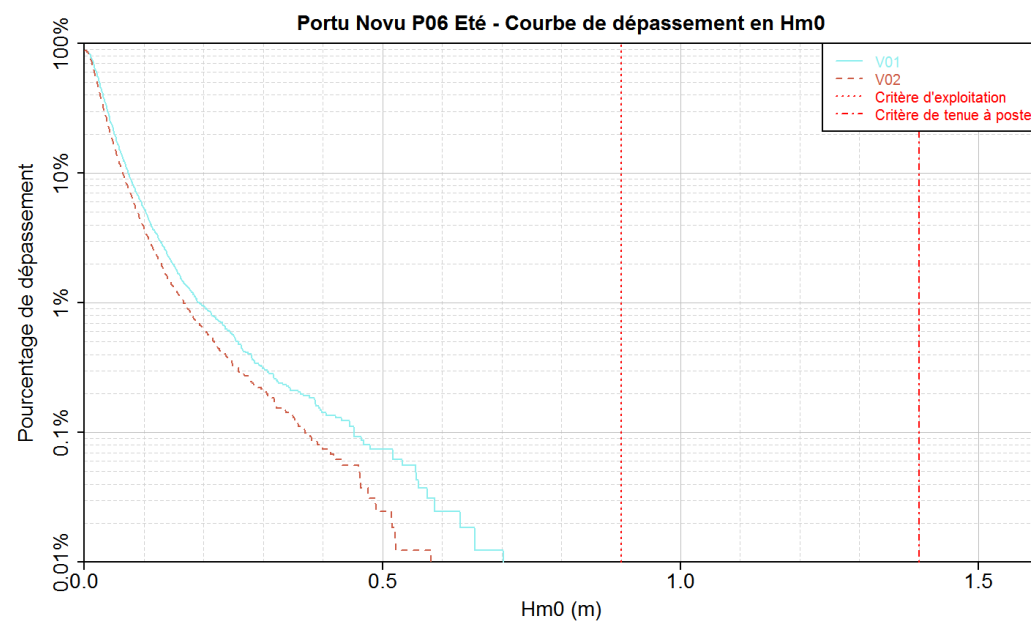
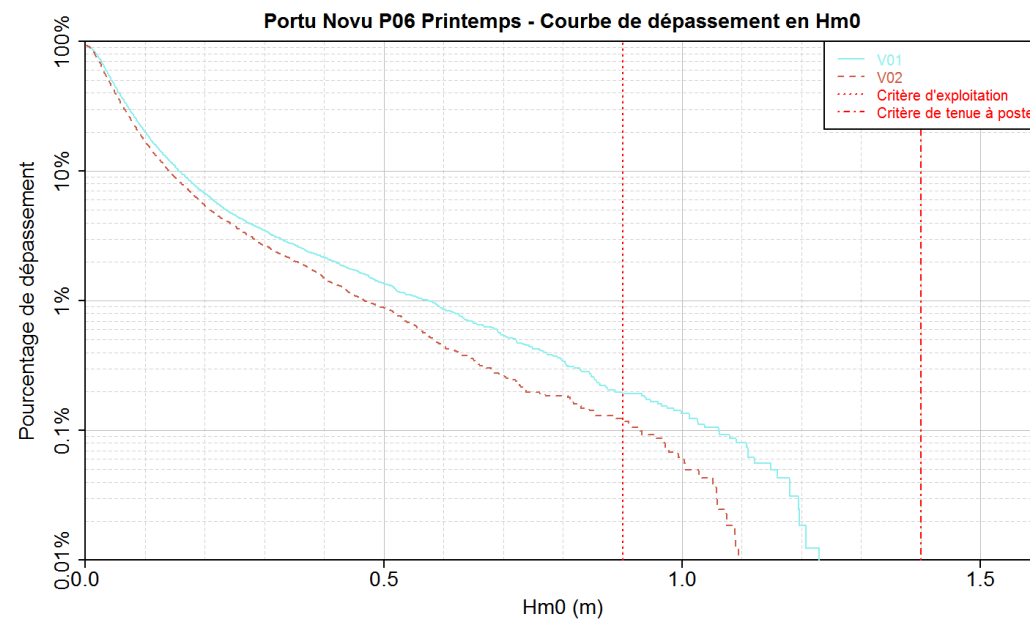
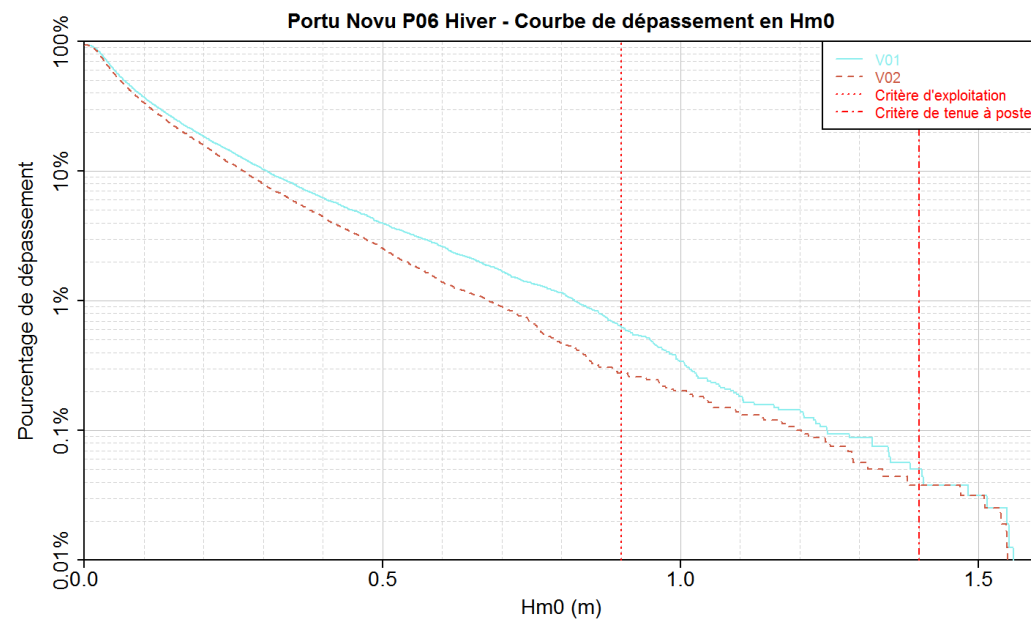




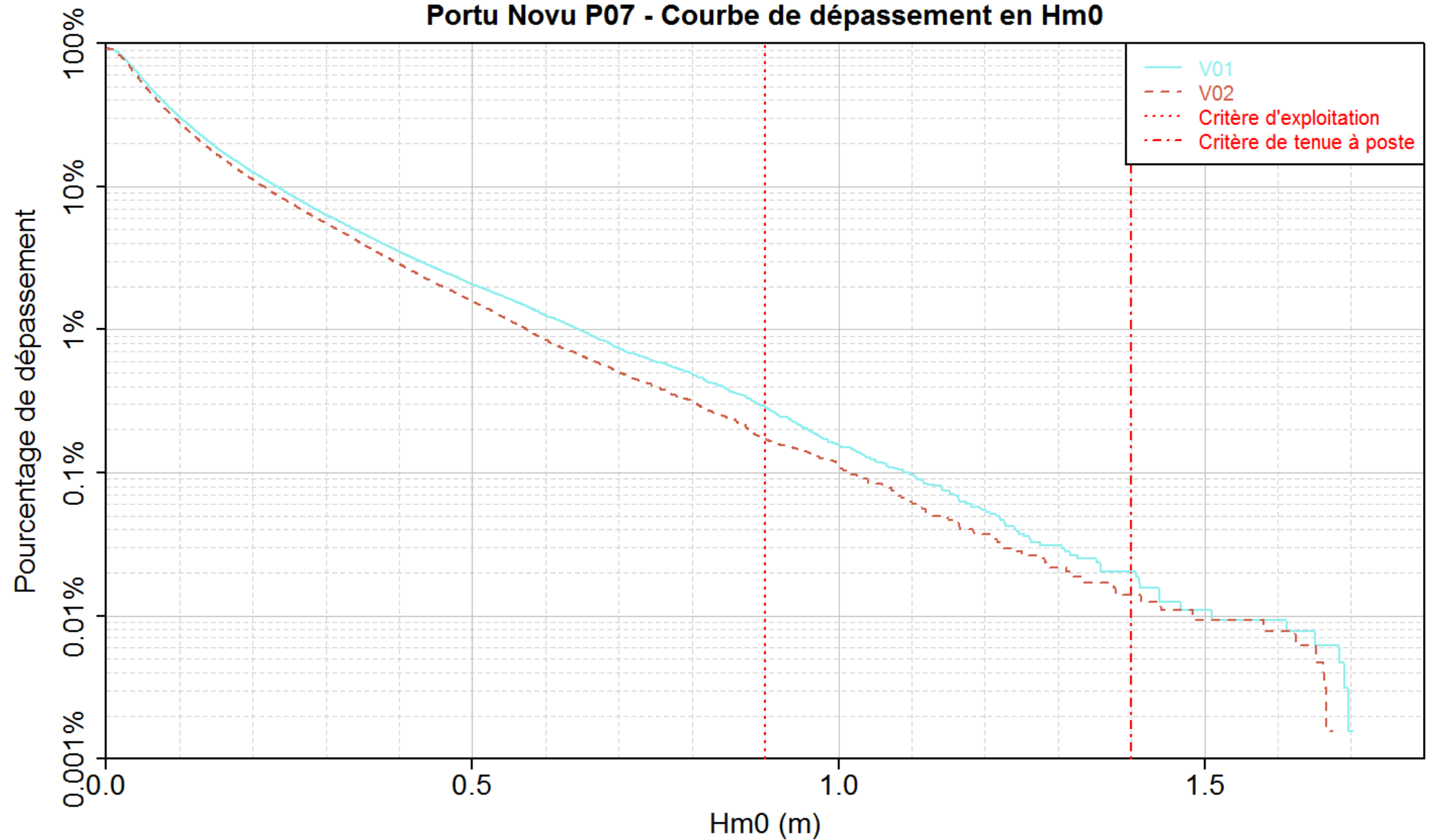
Portu Novu P06 - Courbe de dépassement en Hm0

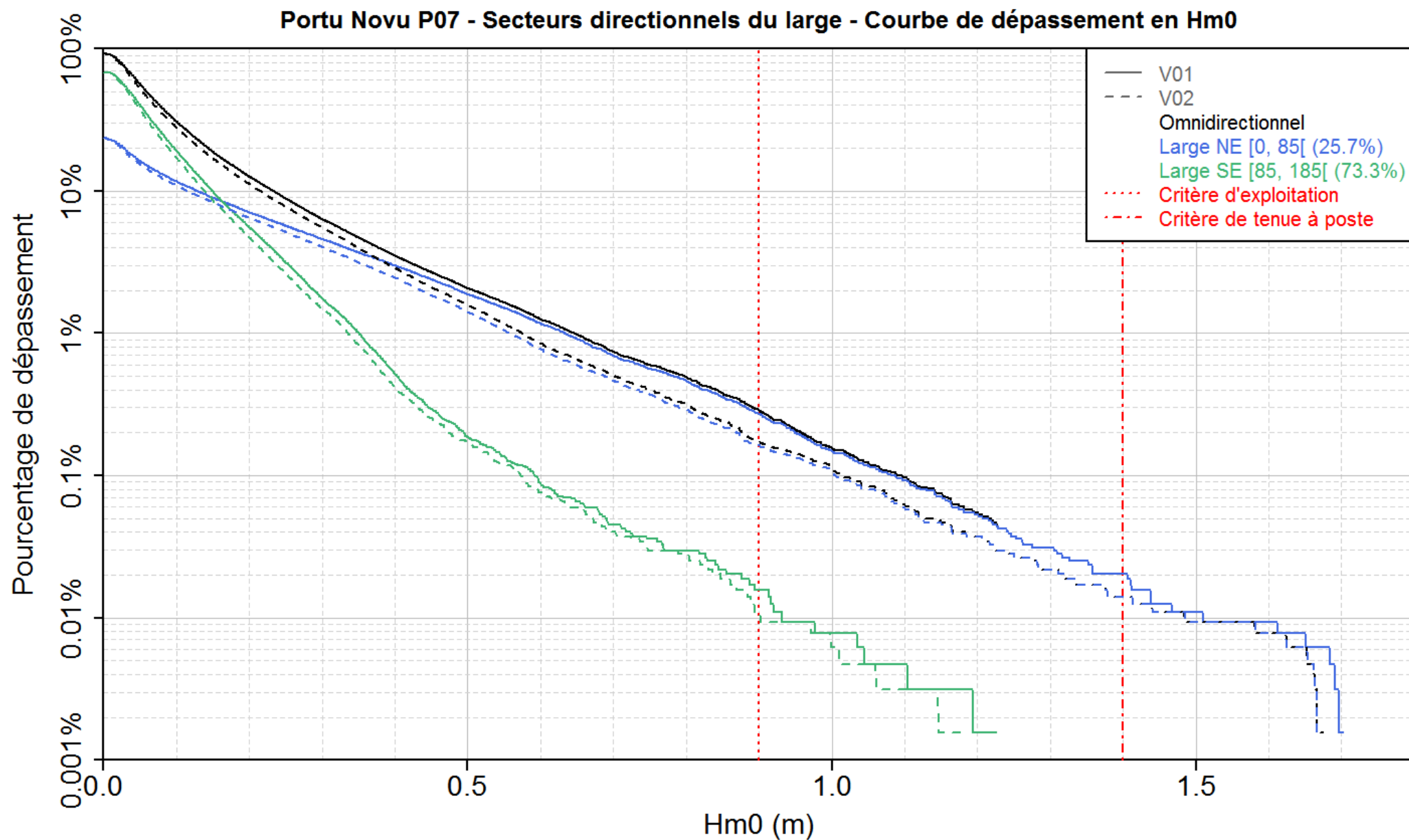




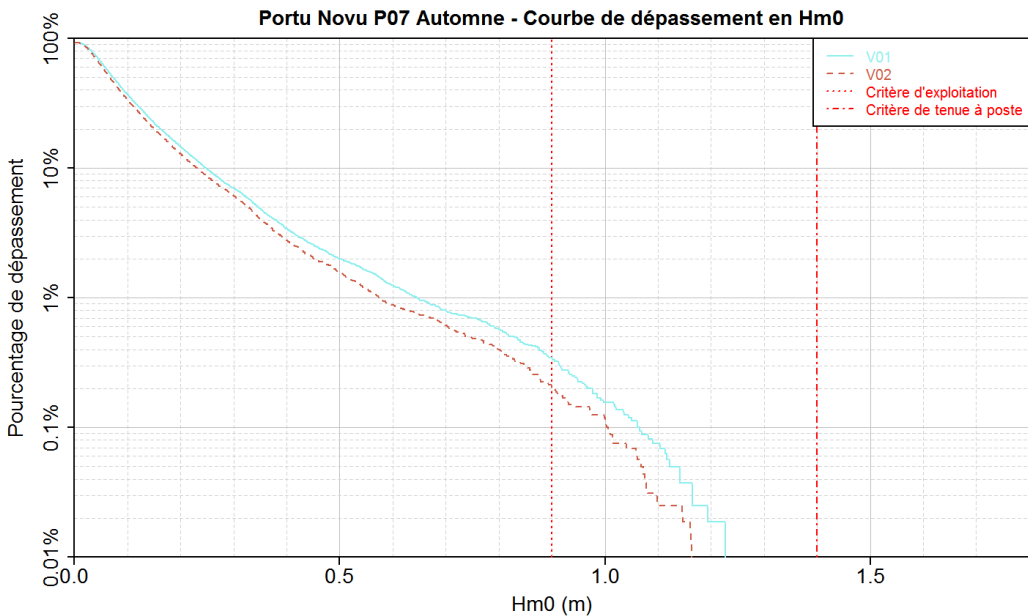
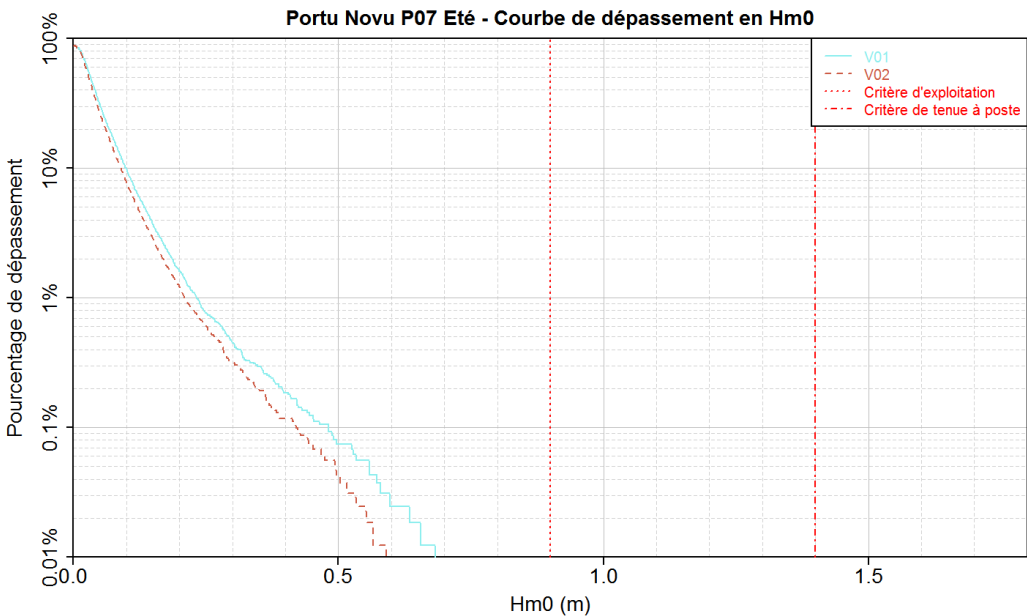
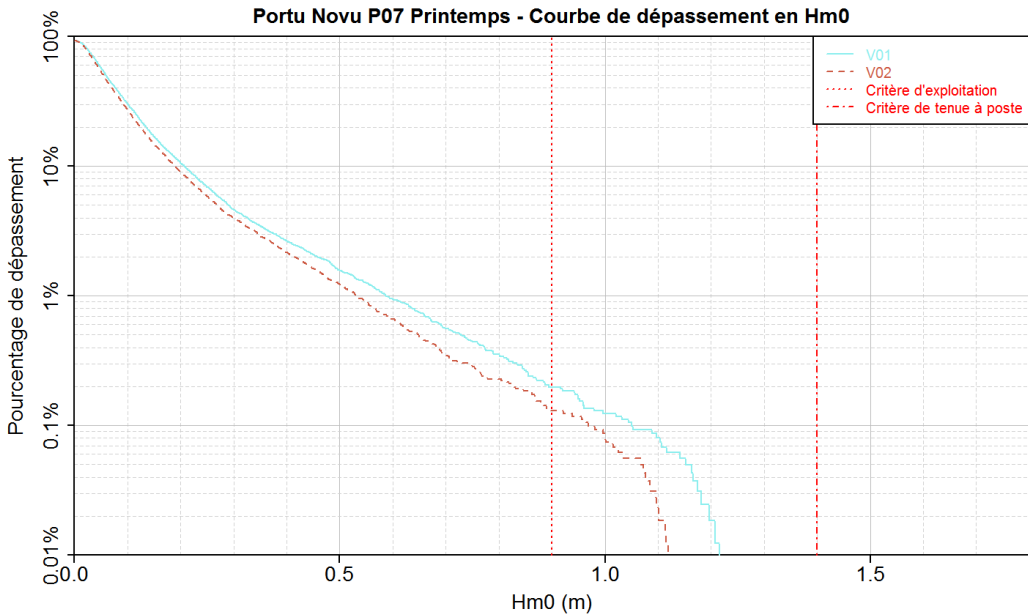
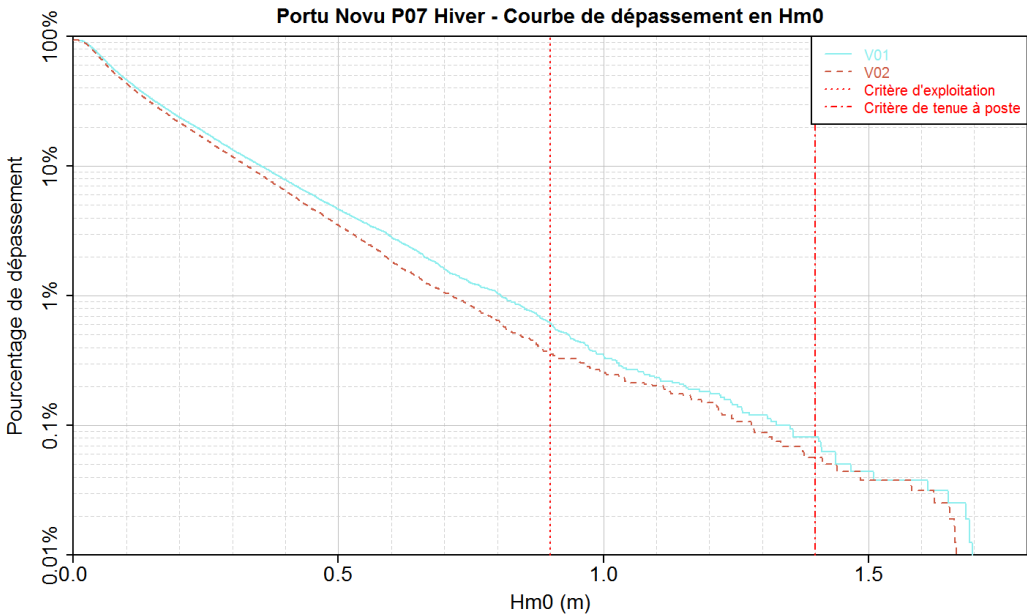


Portu Novu P07 - Courbe de dépassement en Hm0

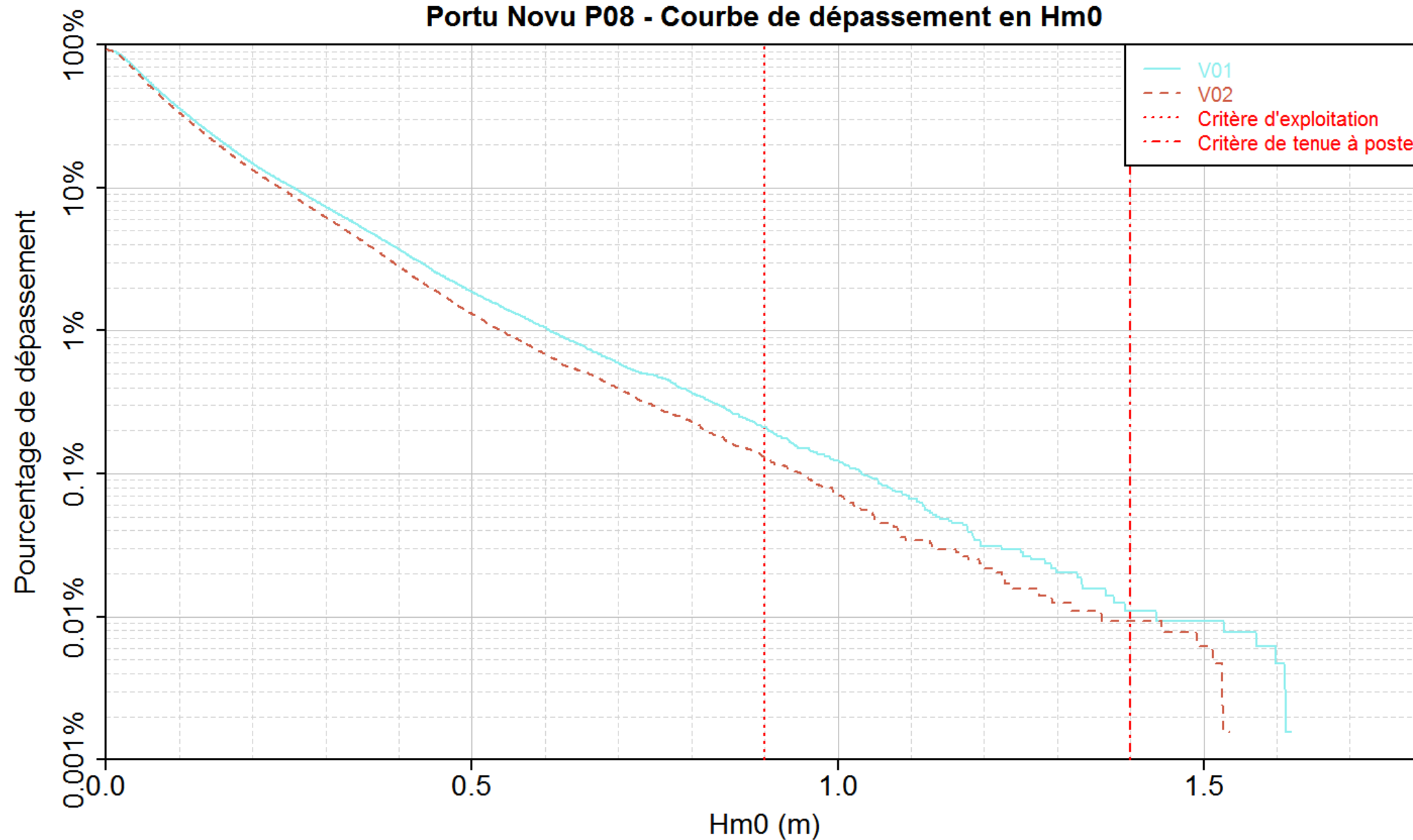


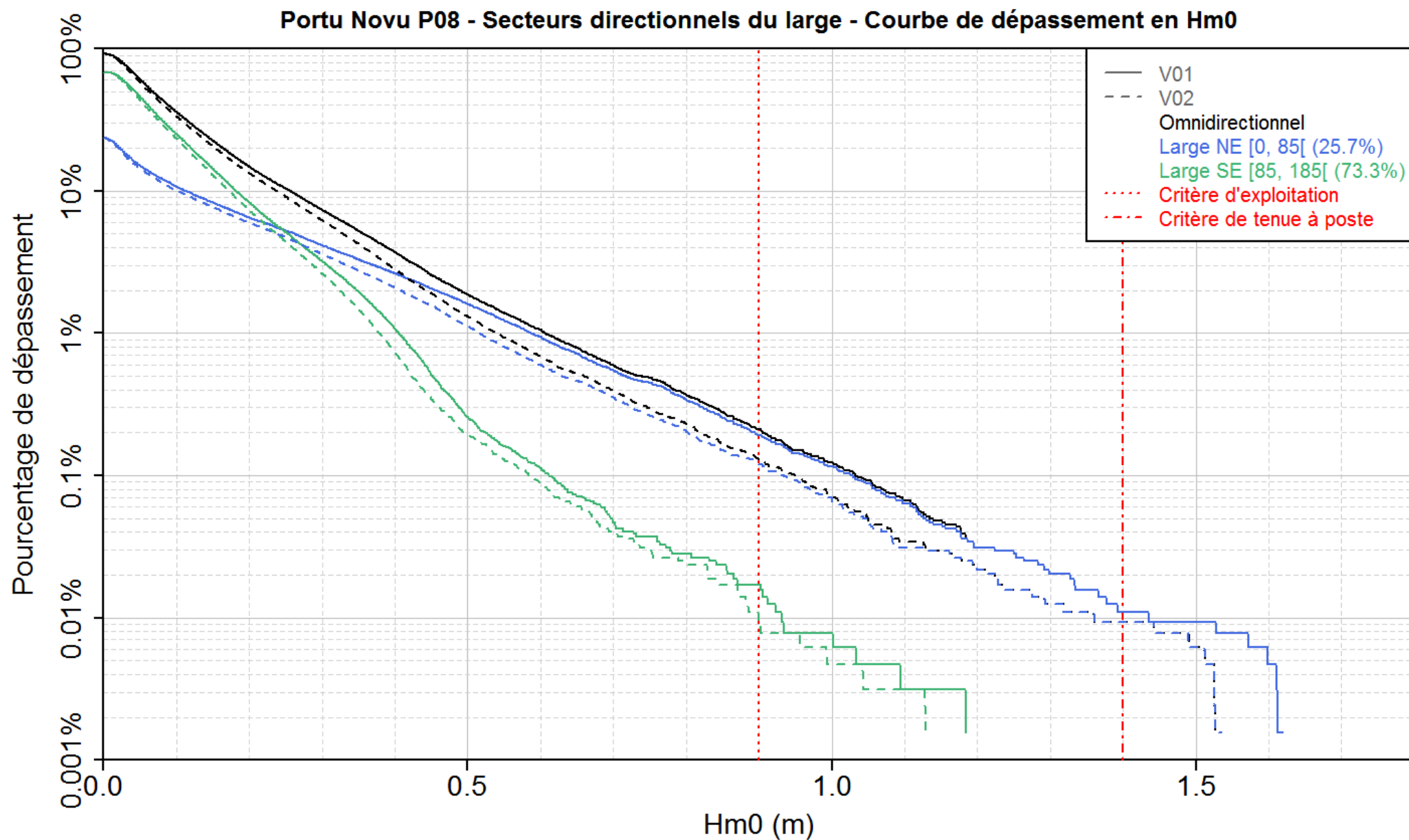


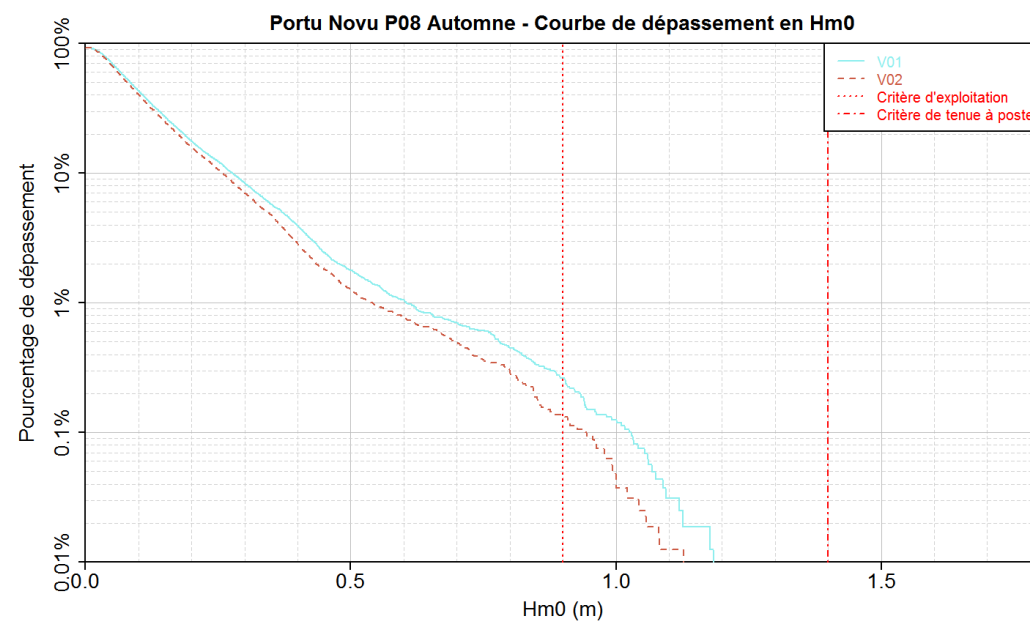
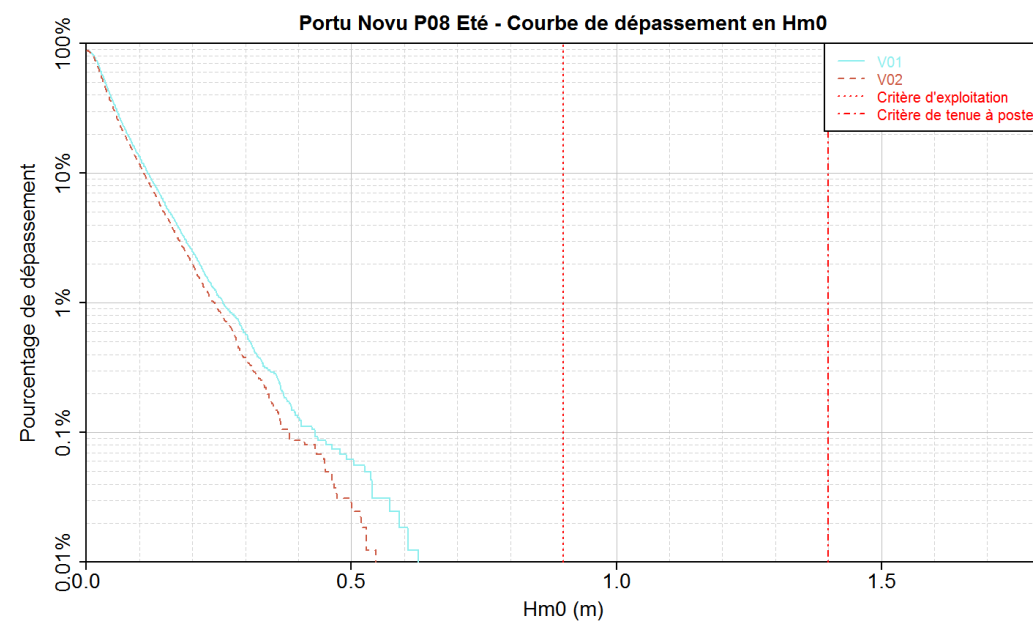
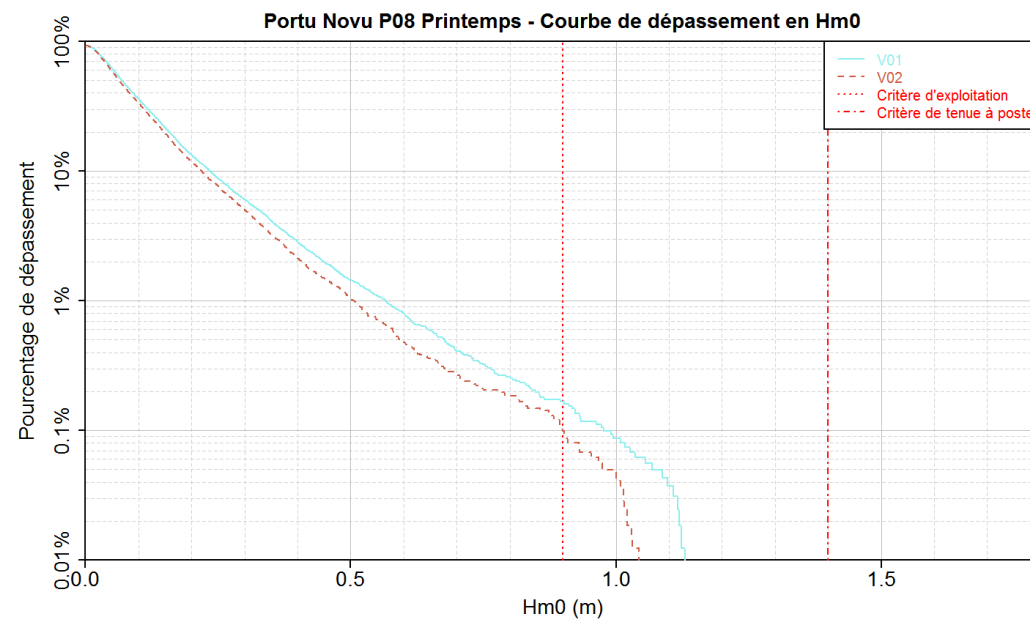
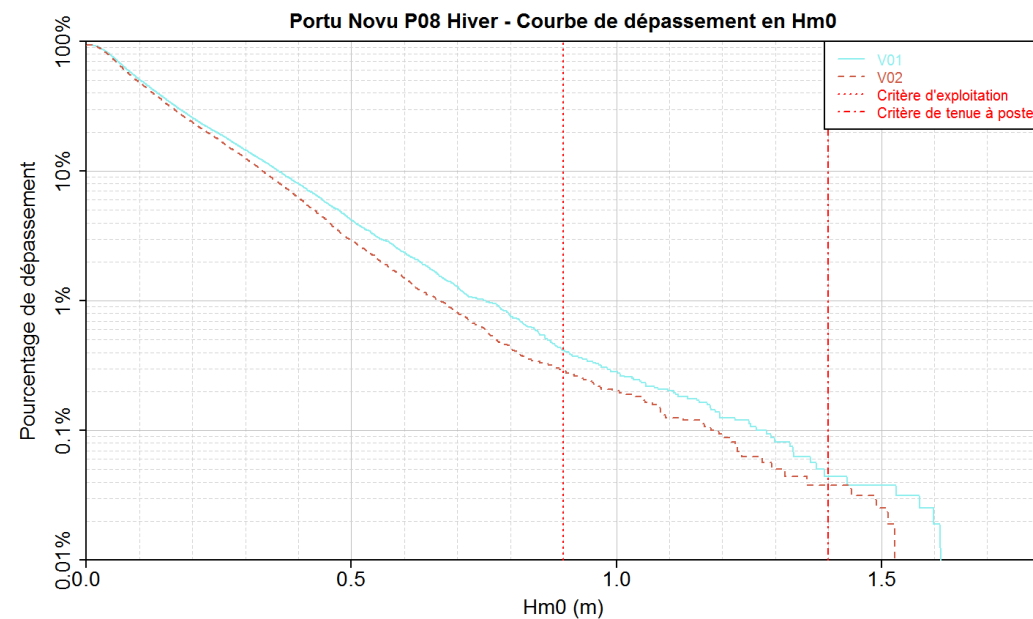




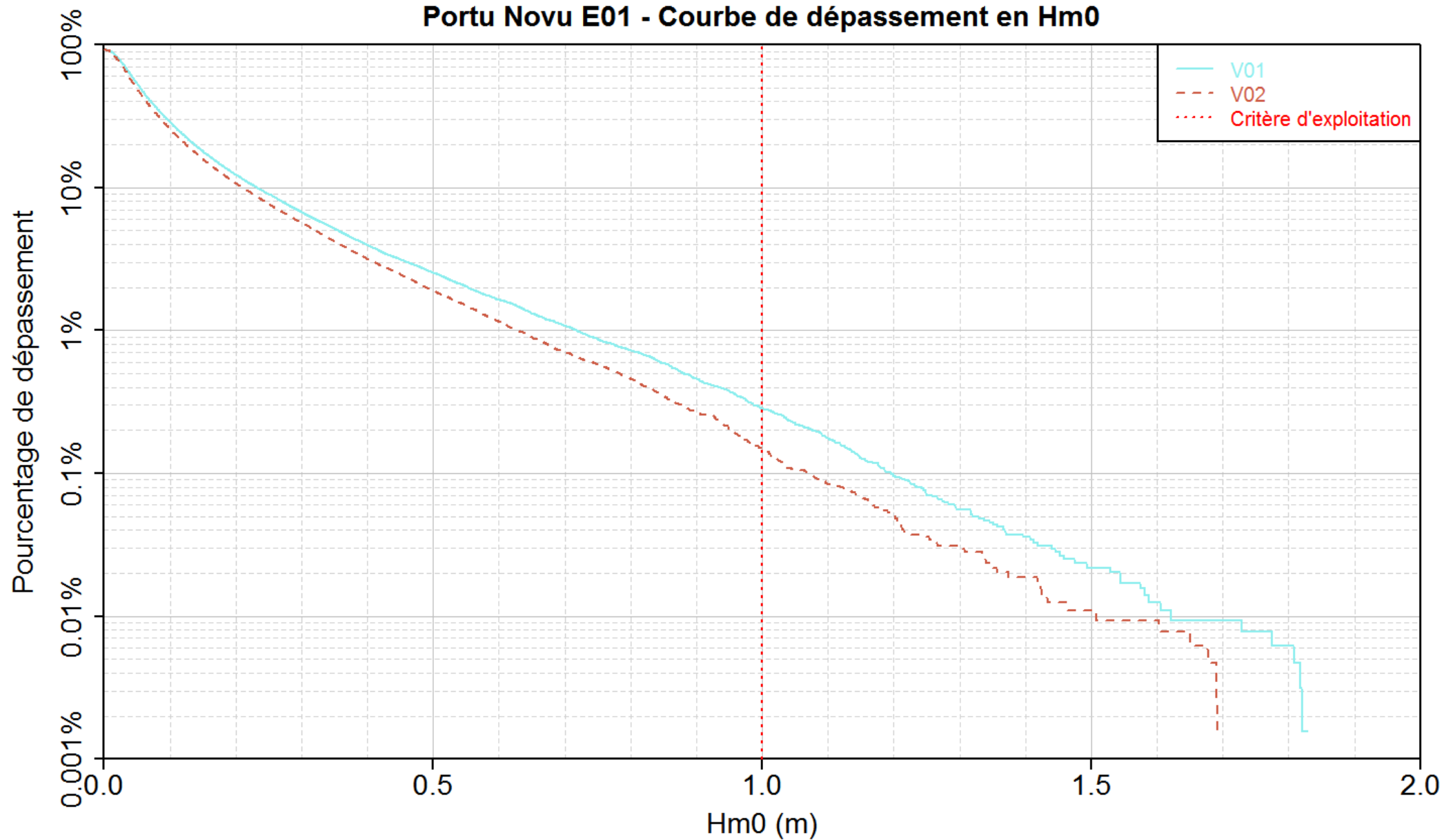
Portu Novu P08 - Courbe de dépassement en Hm0

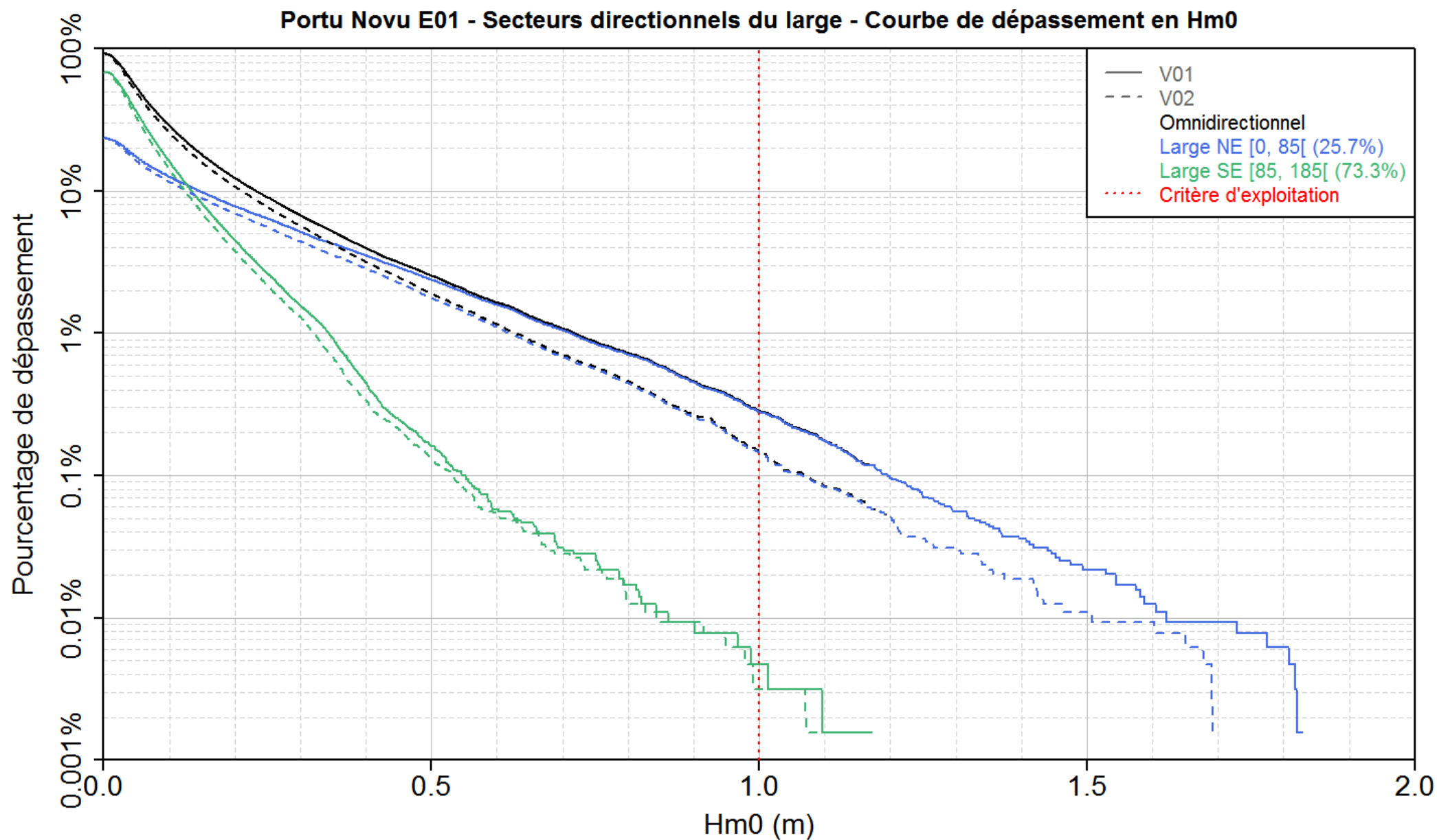




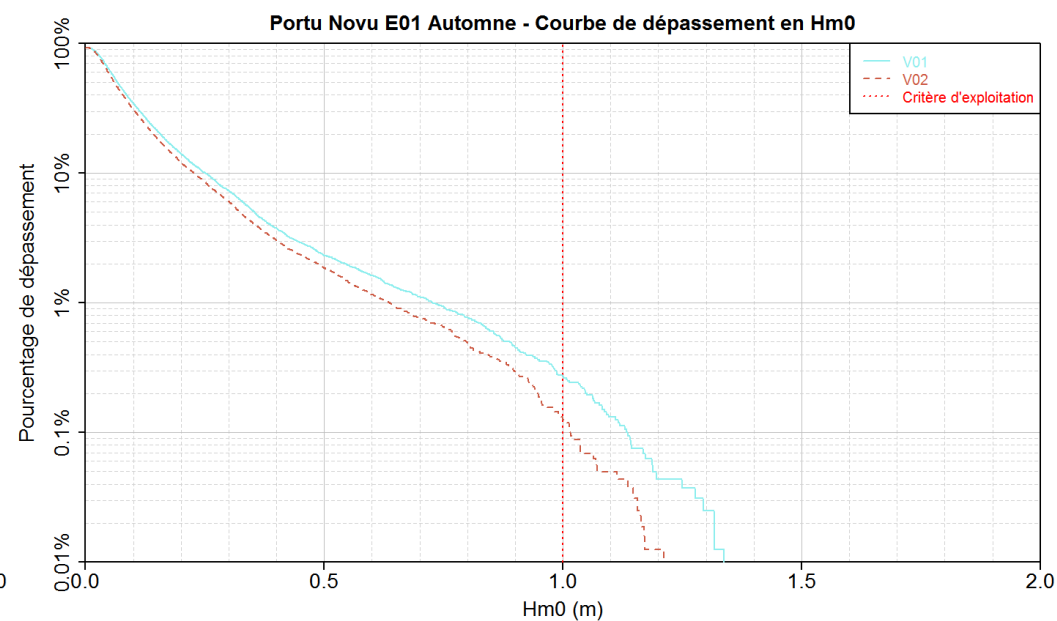
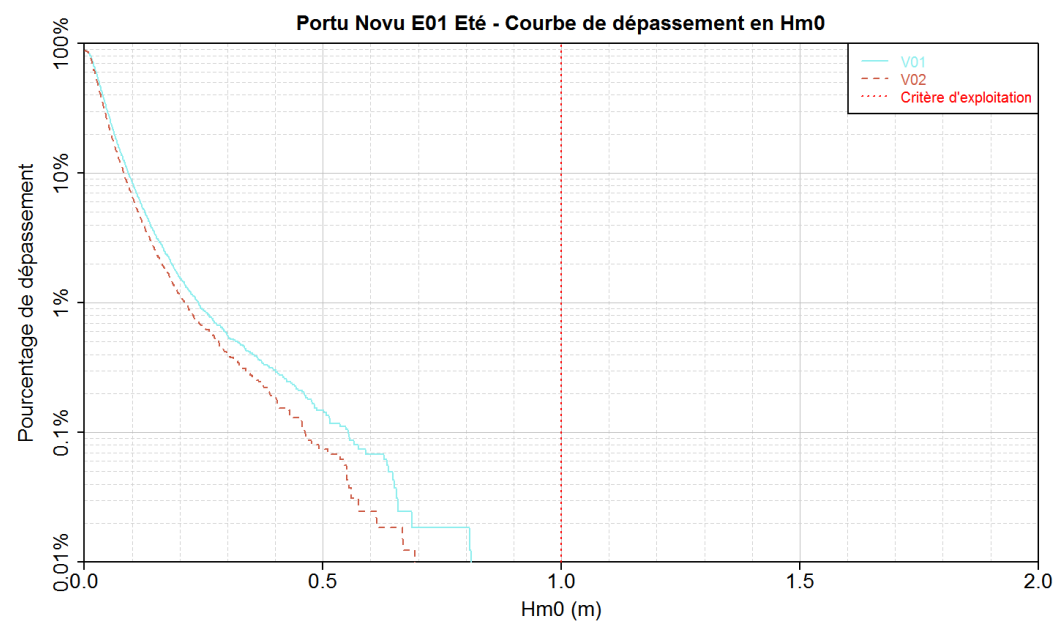
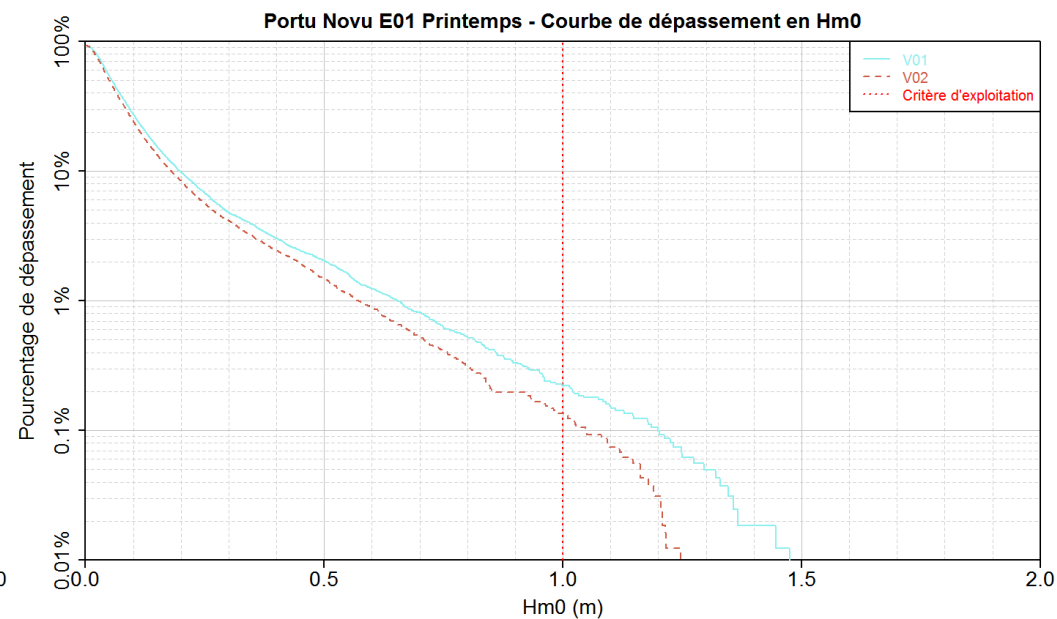
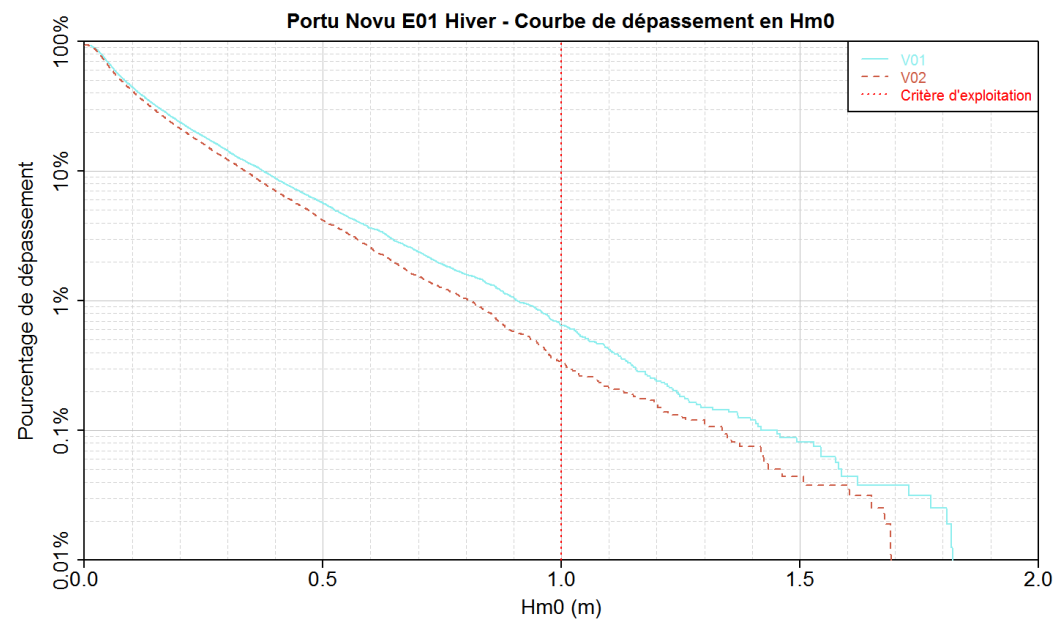


Portu Novu E01 - Courbe de dépassement en Hm0

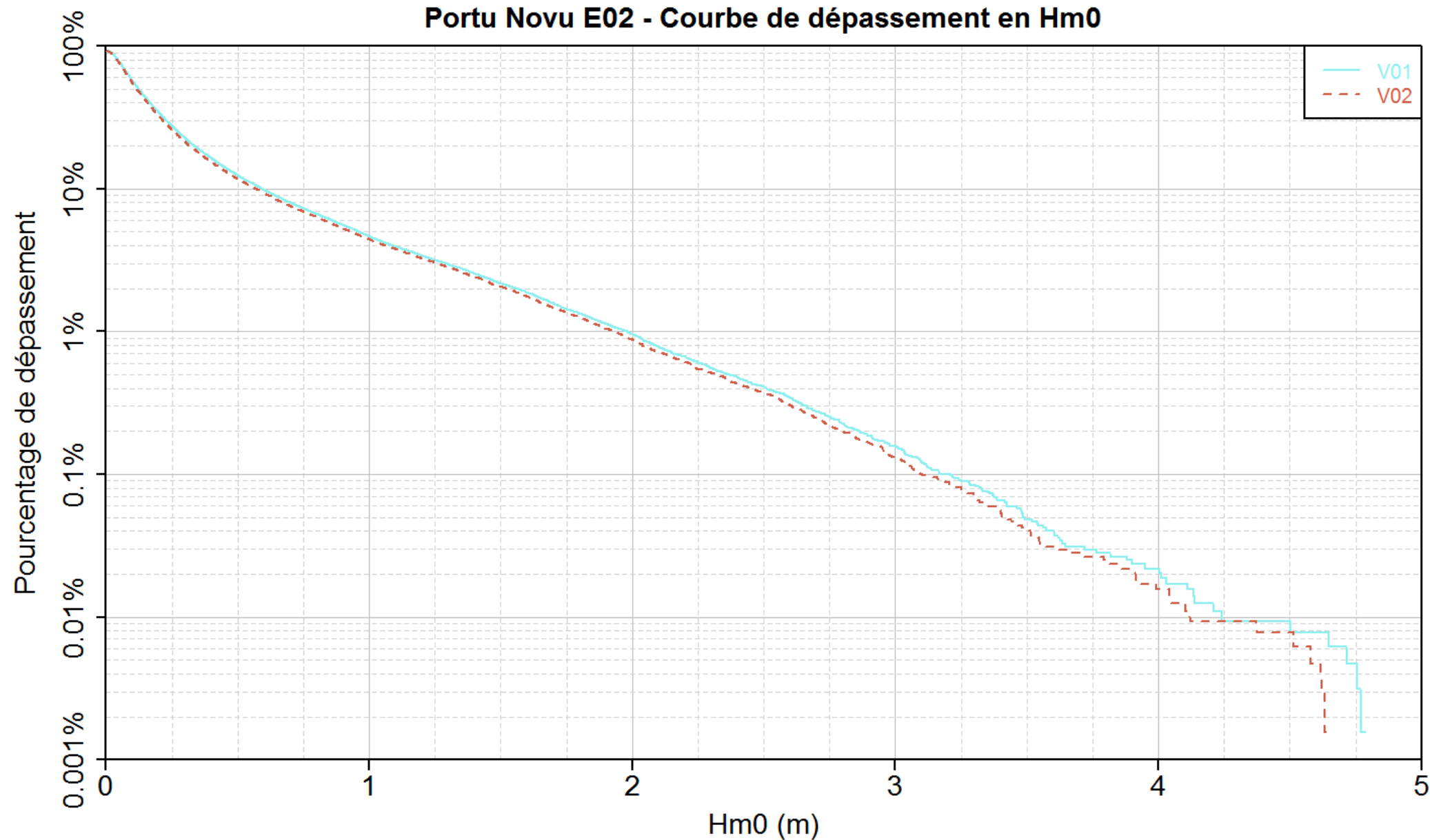


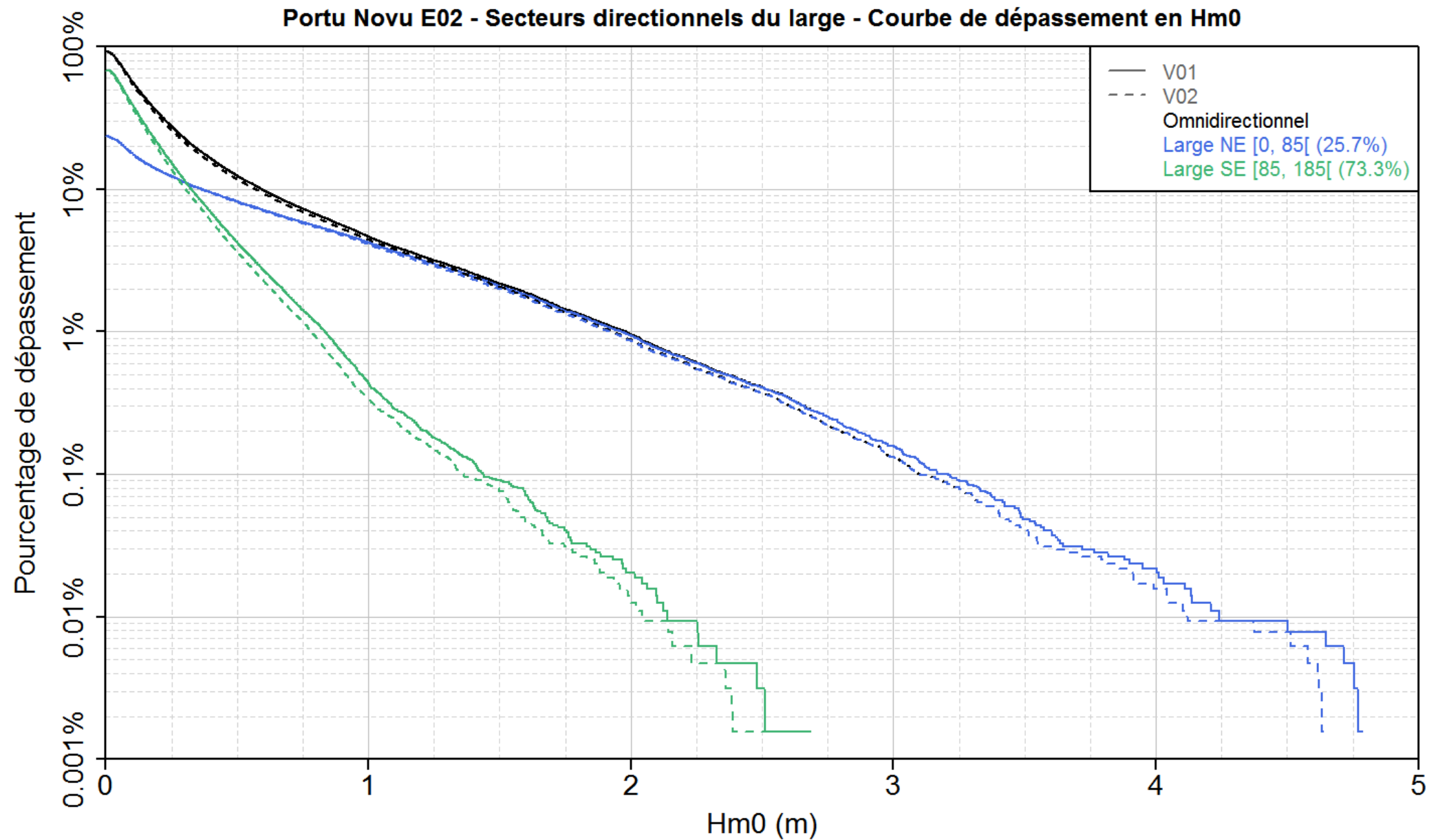


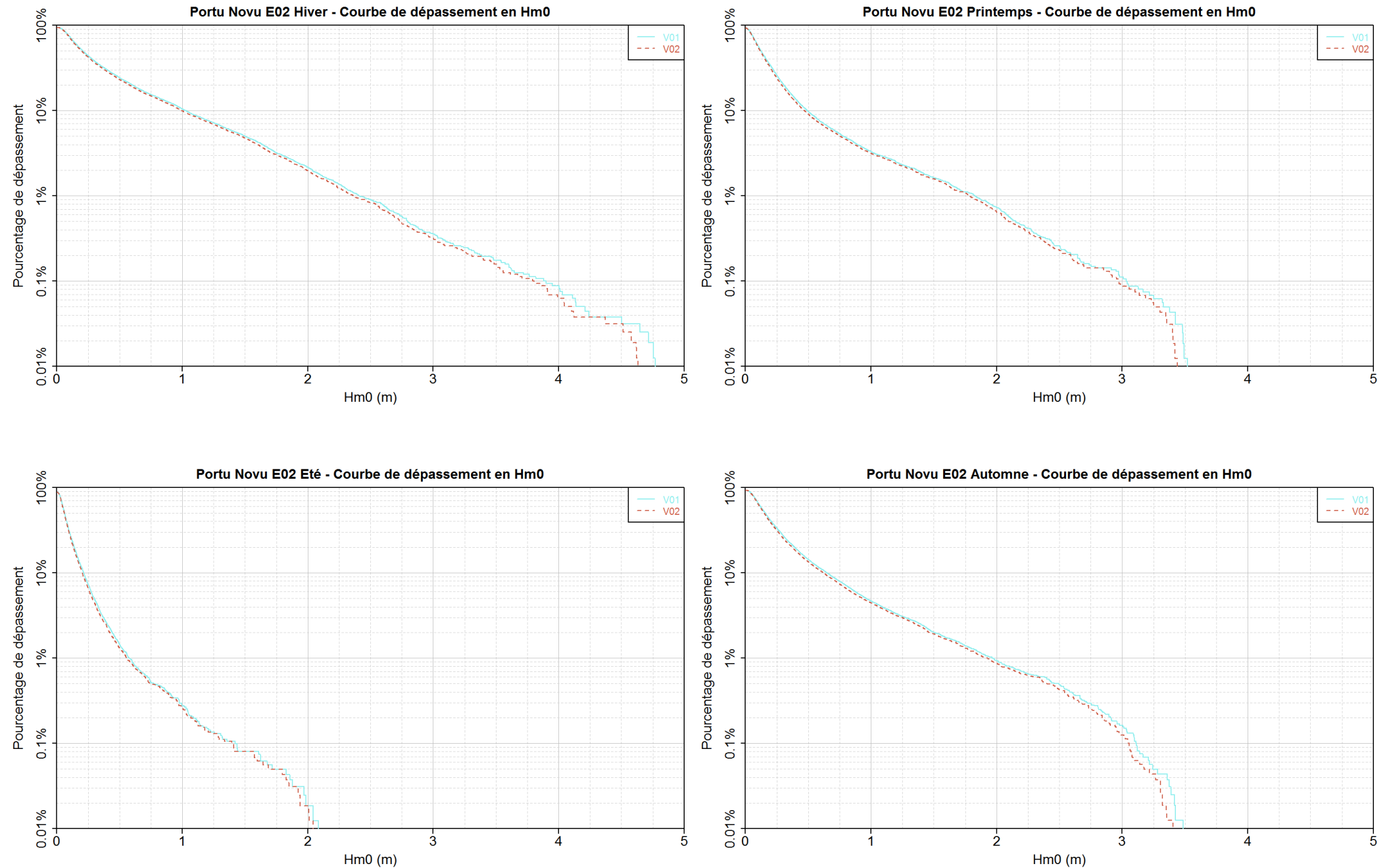




Portu Novu E02 - Courbe de dépassement en Hm0

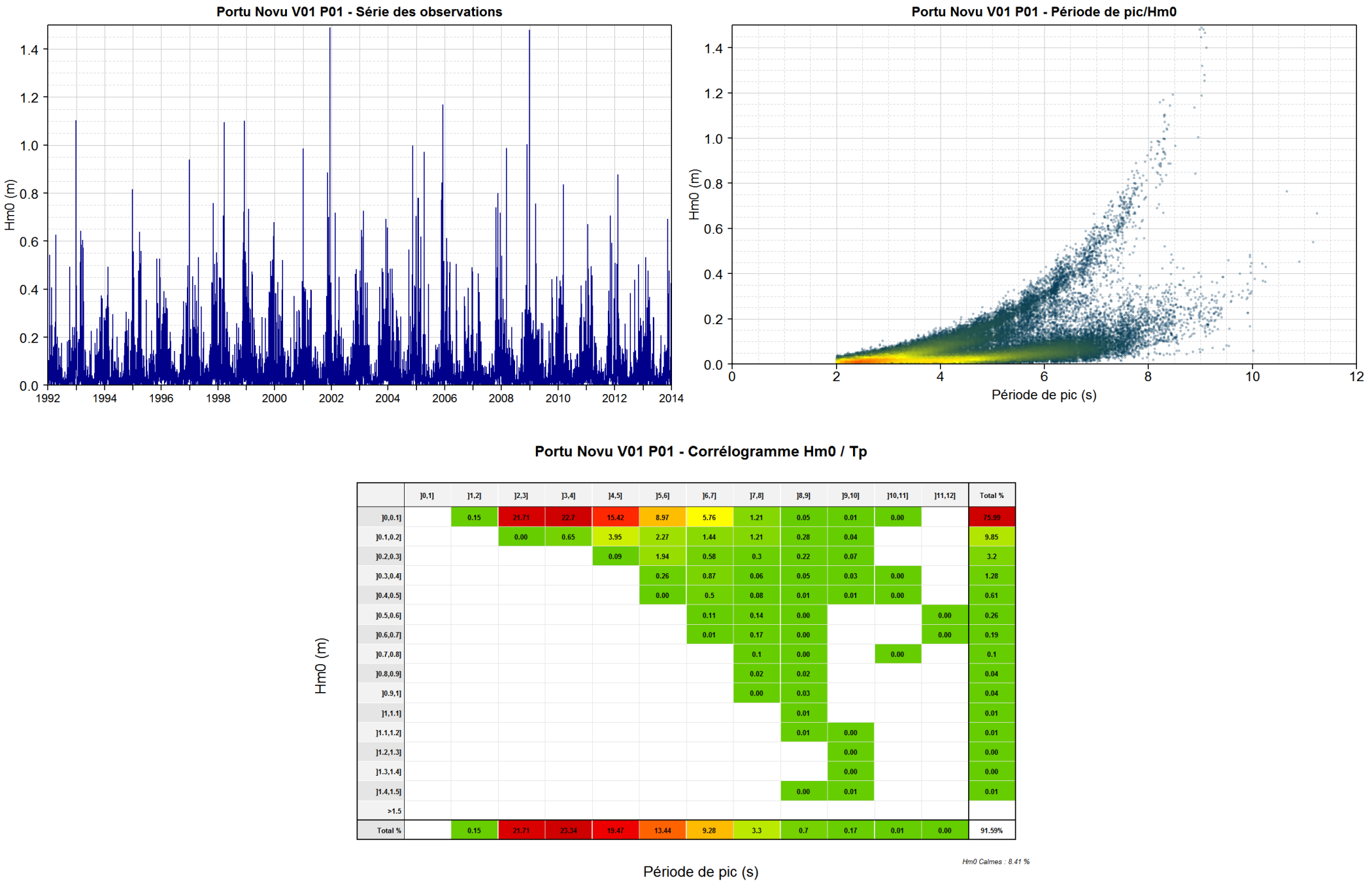




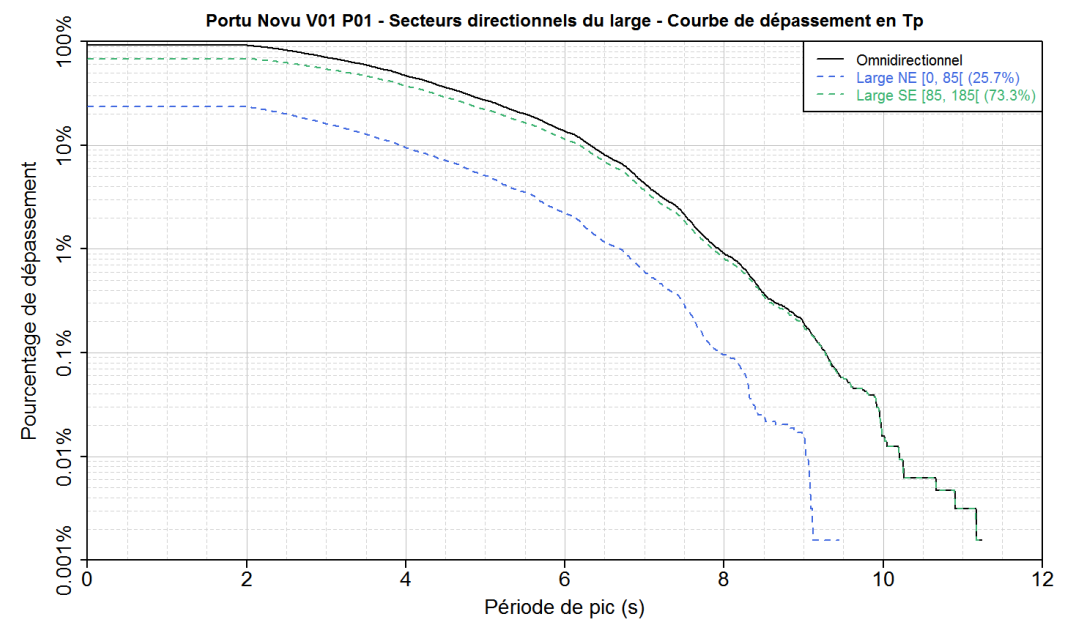
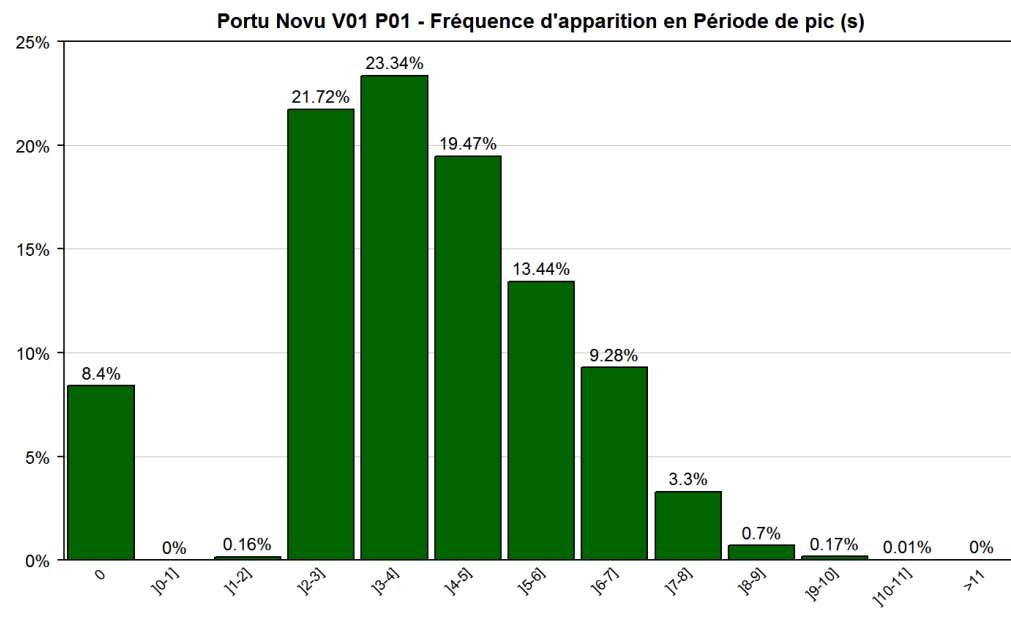
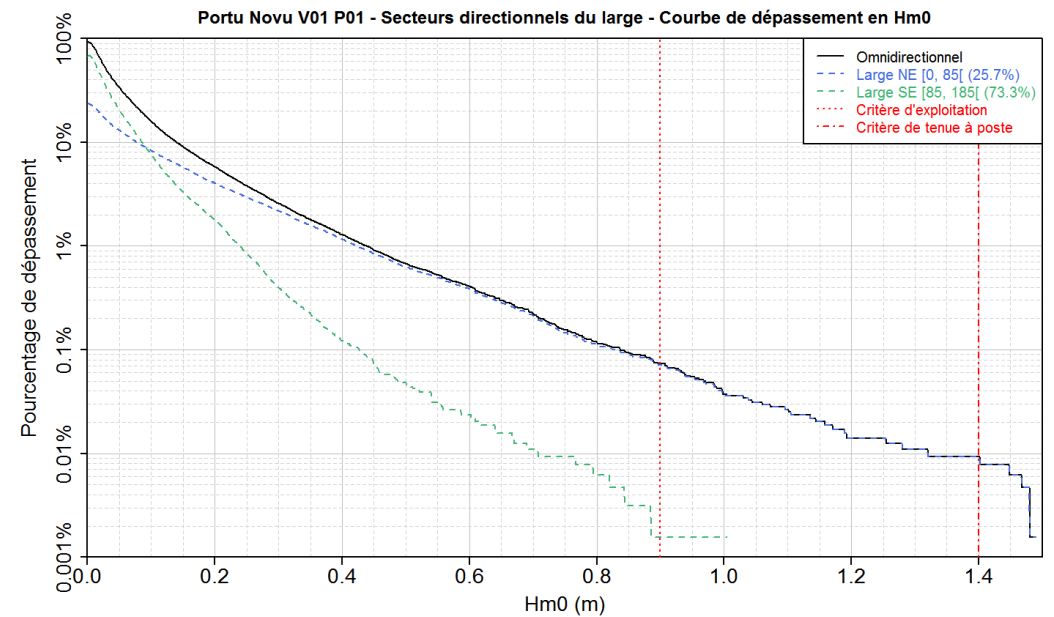
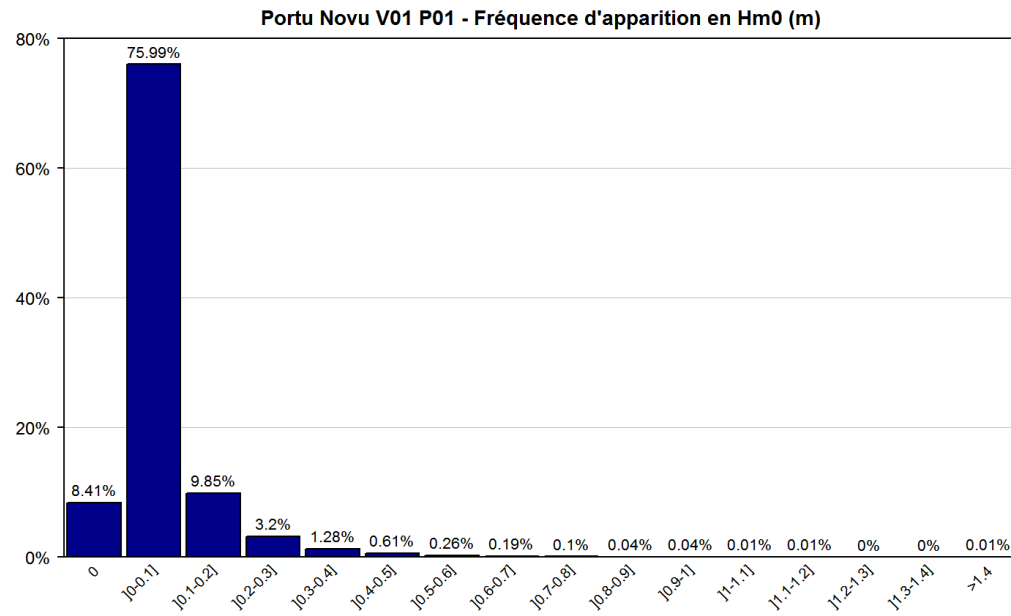


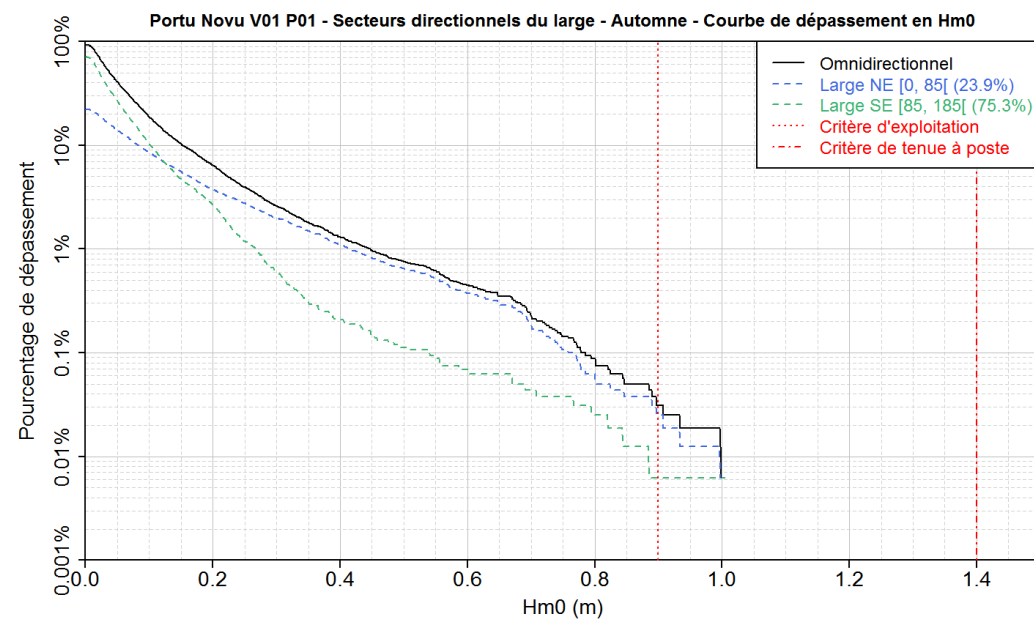
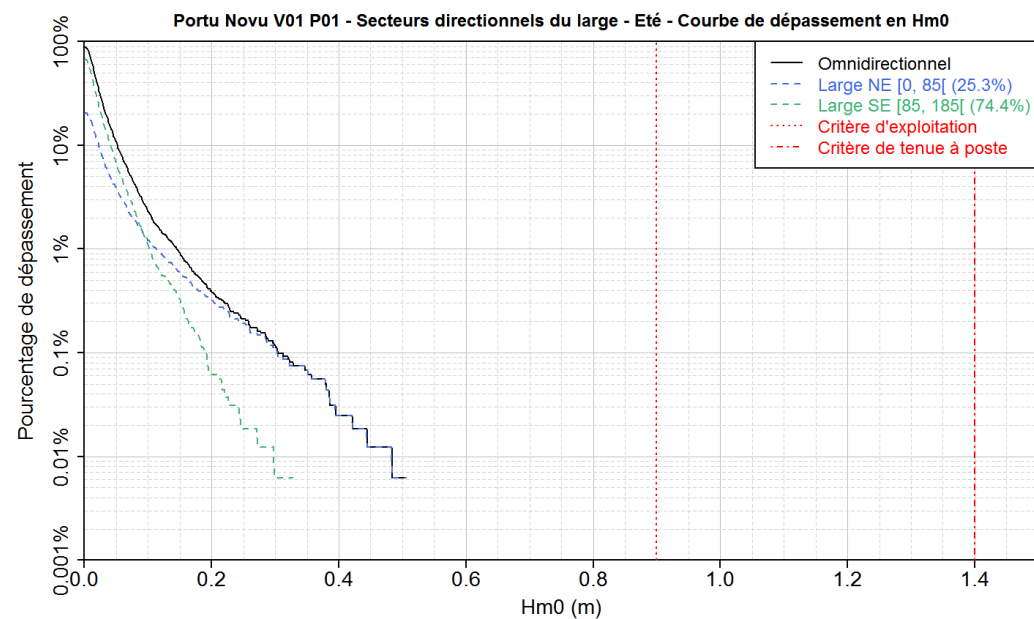
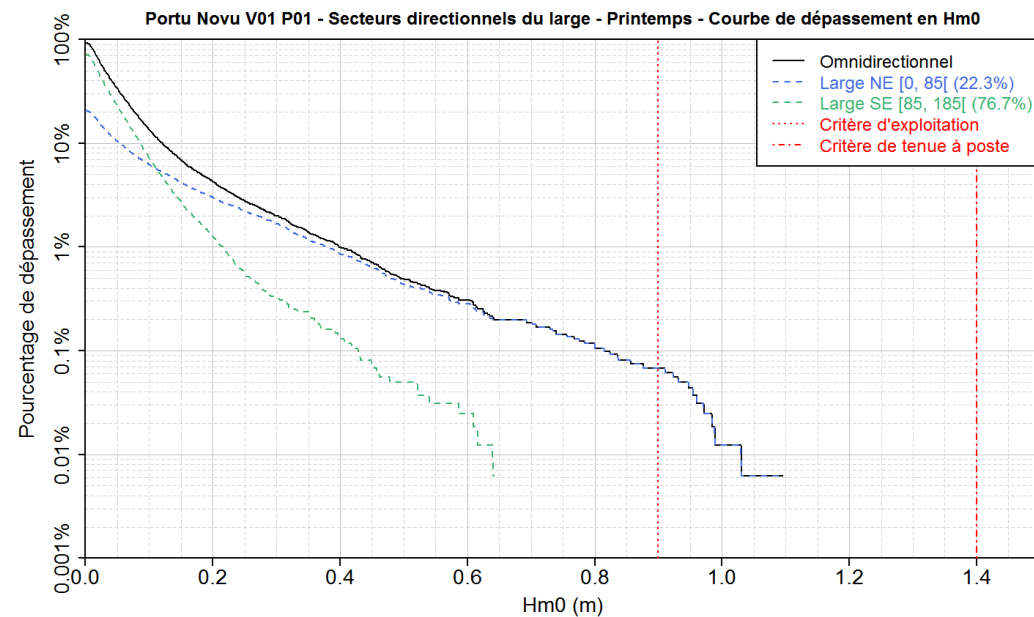
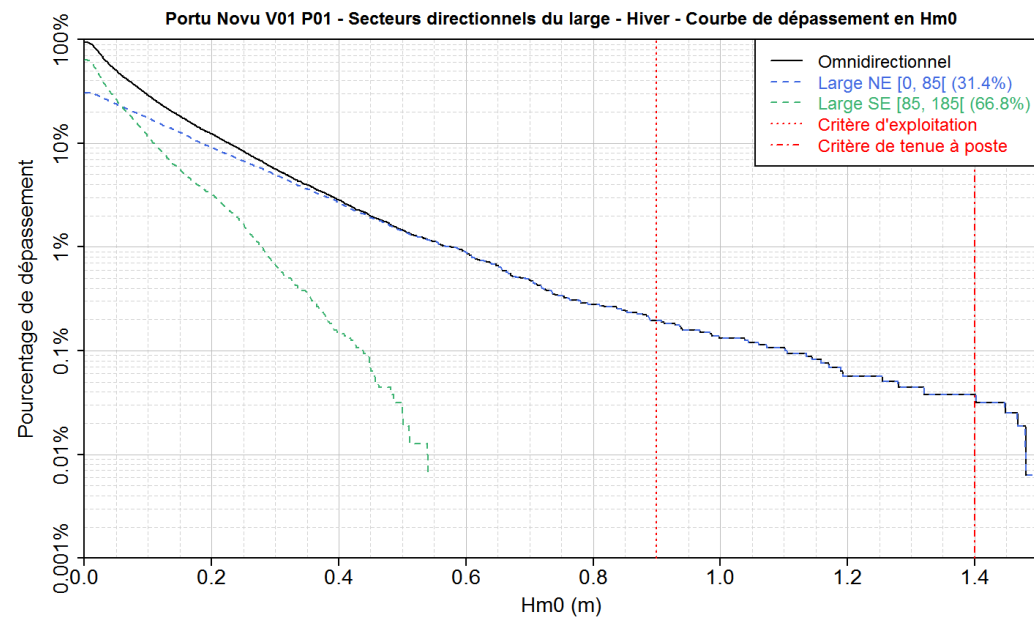
## CLIMATS D'AGITATION AUX POSTES - V01

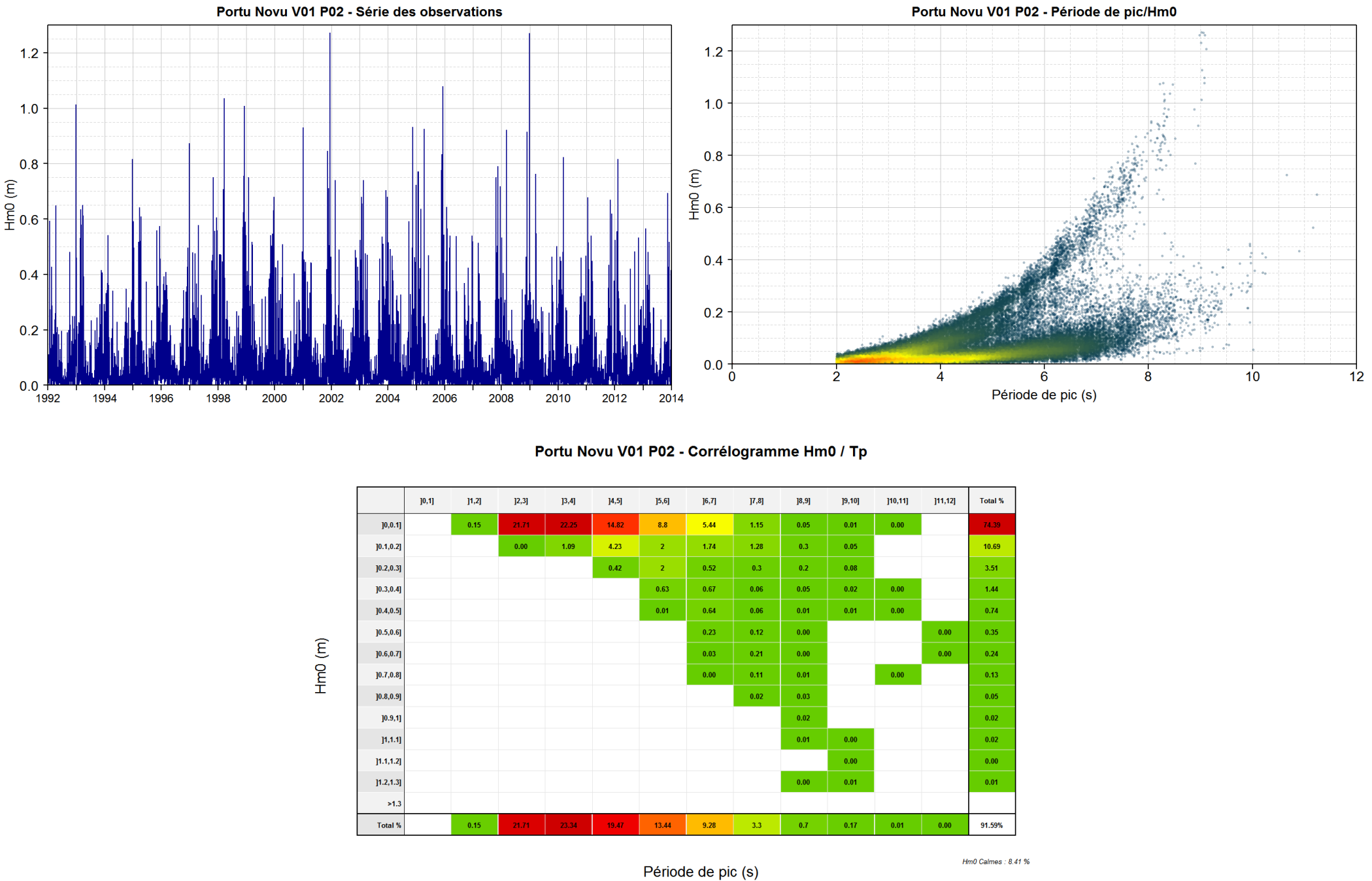


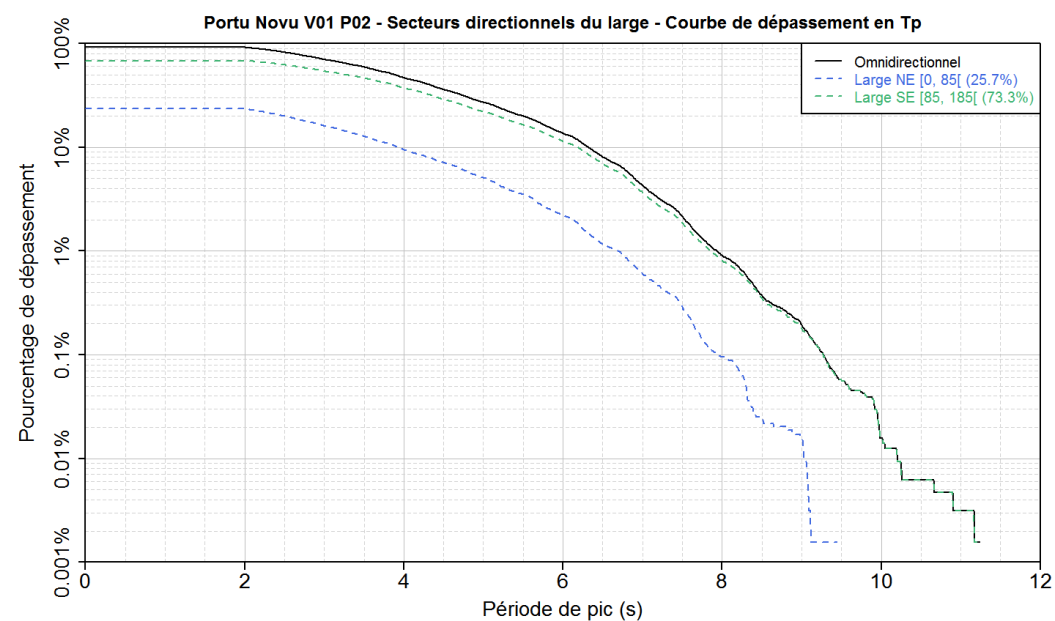
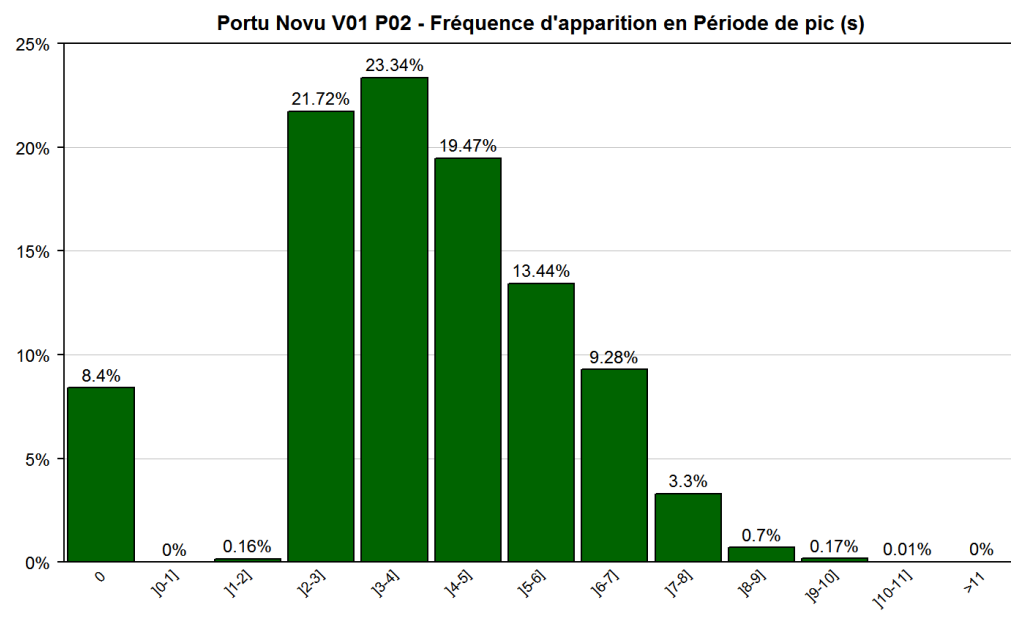
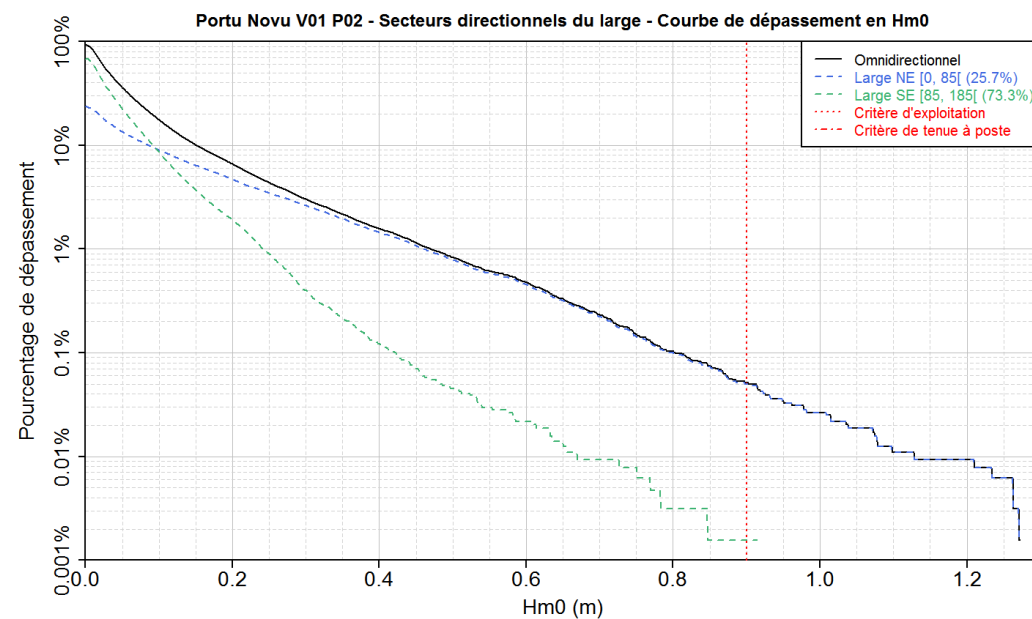
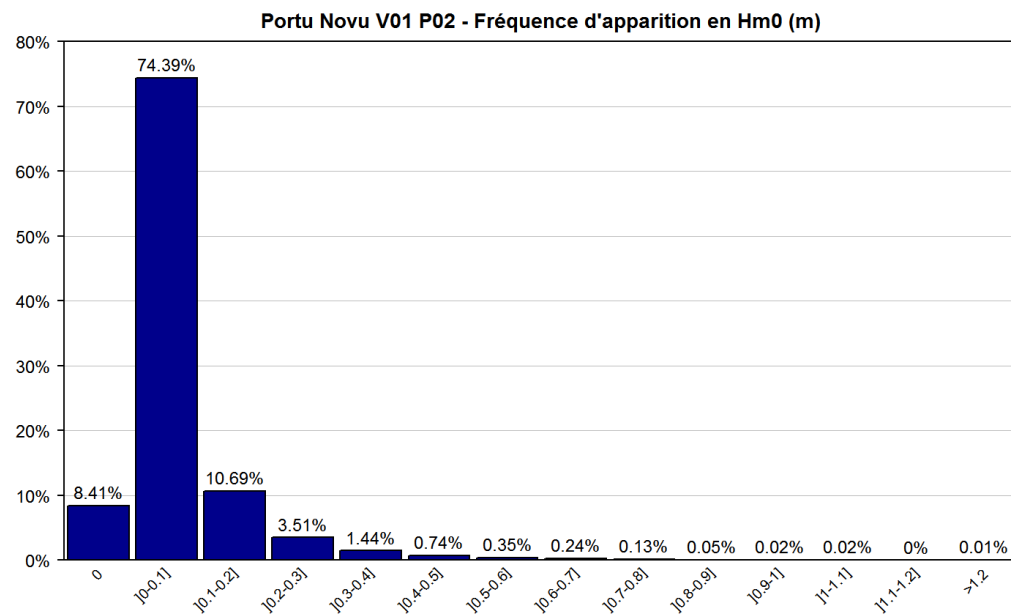


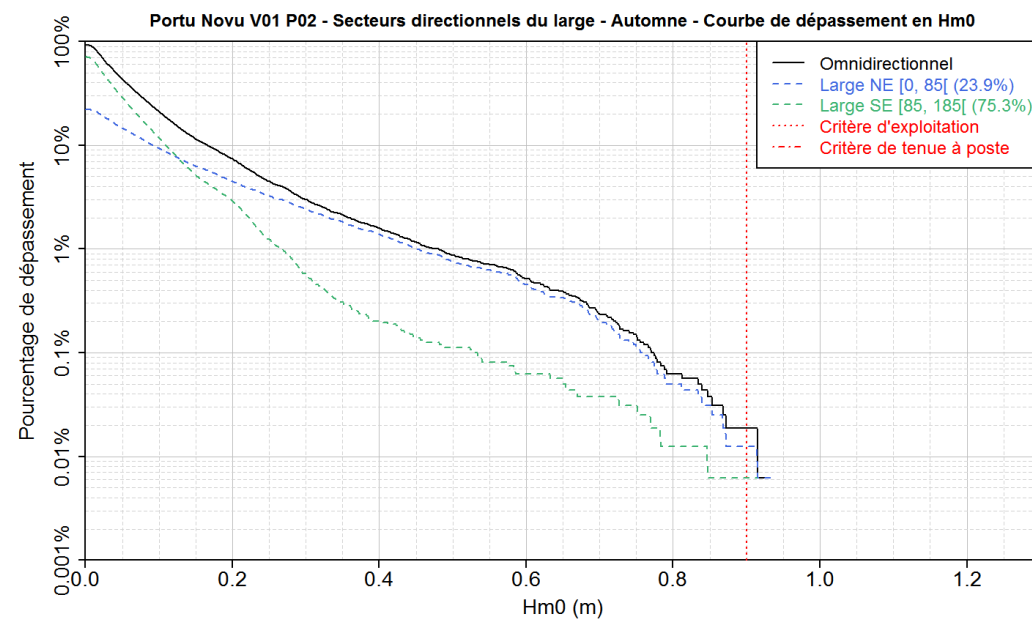
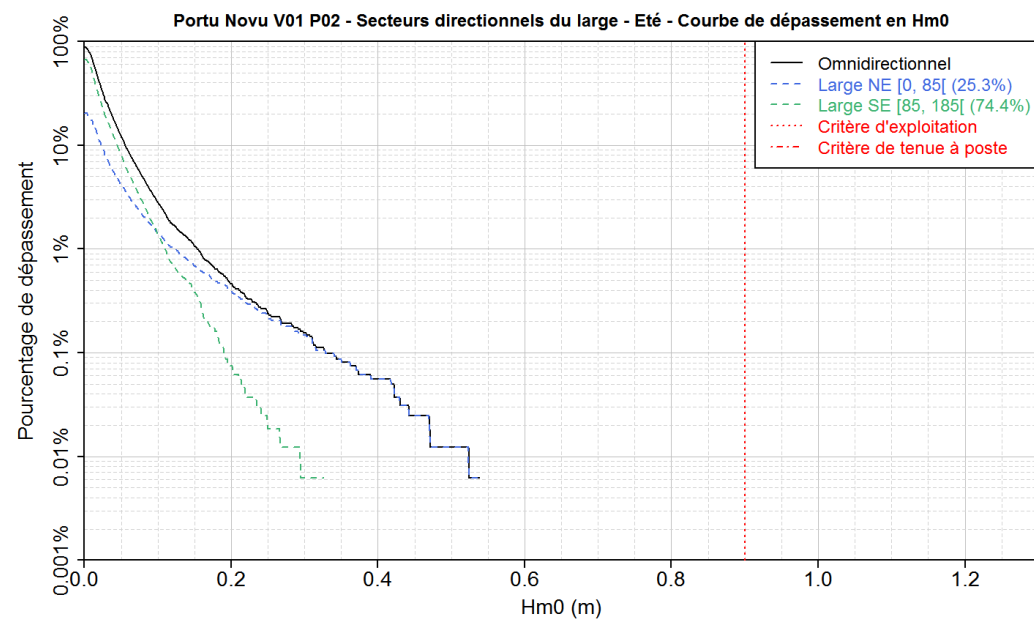
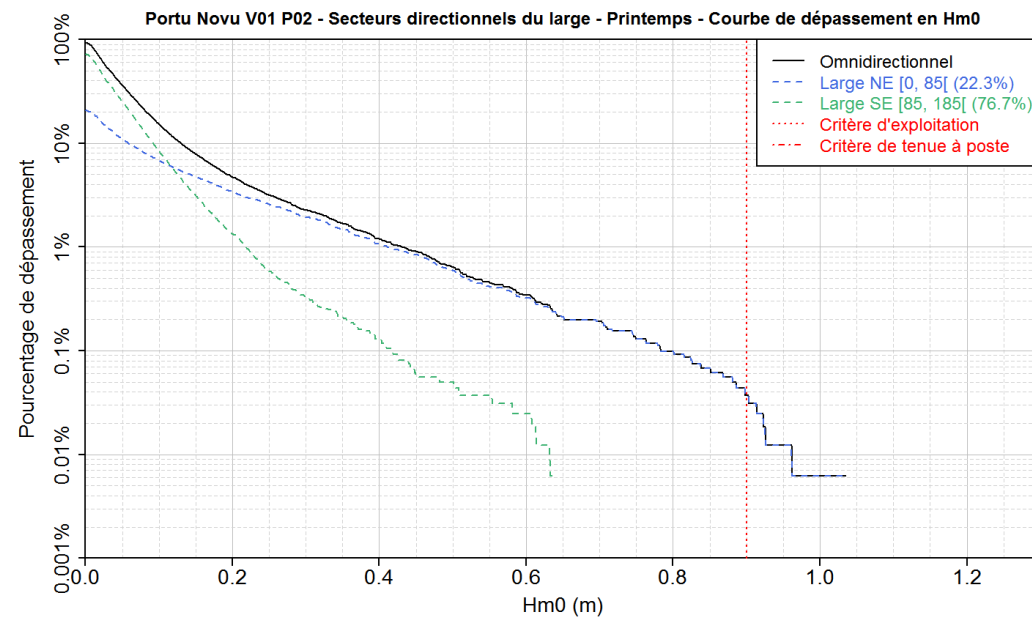
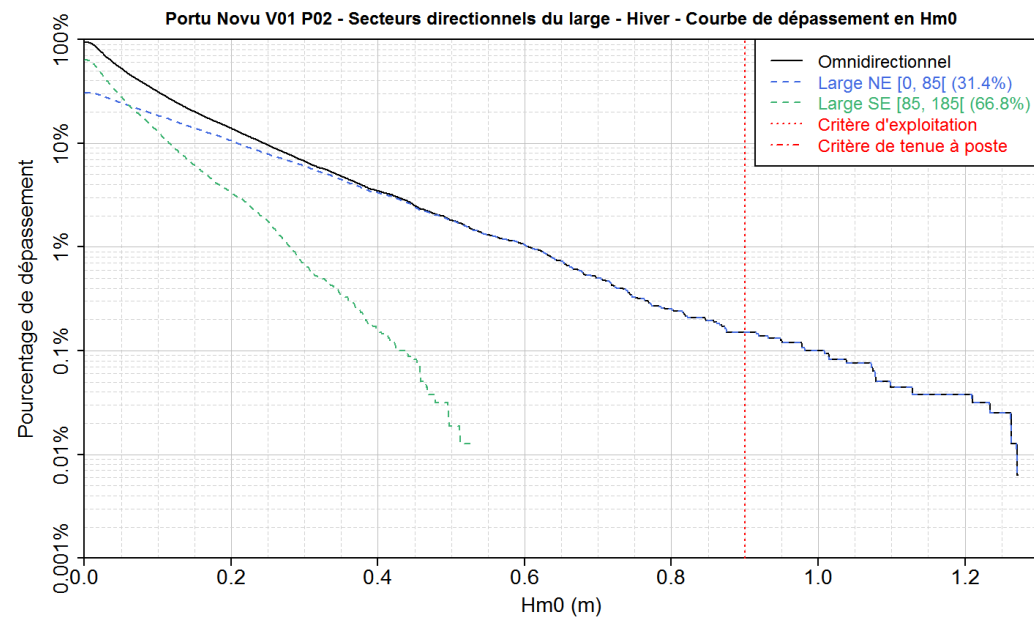


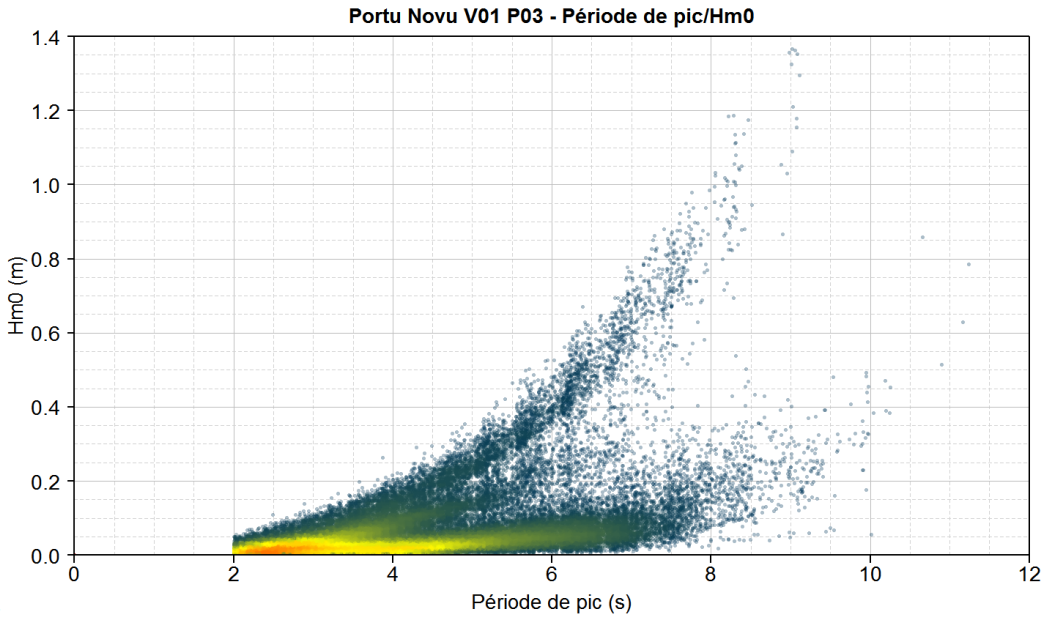
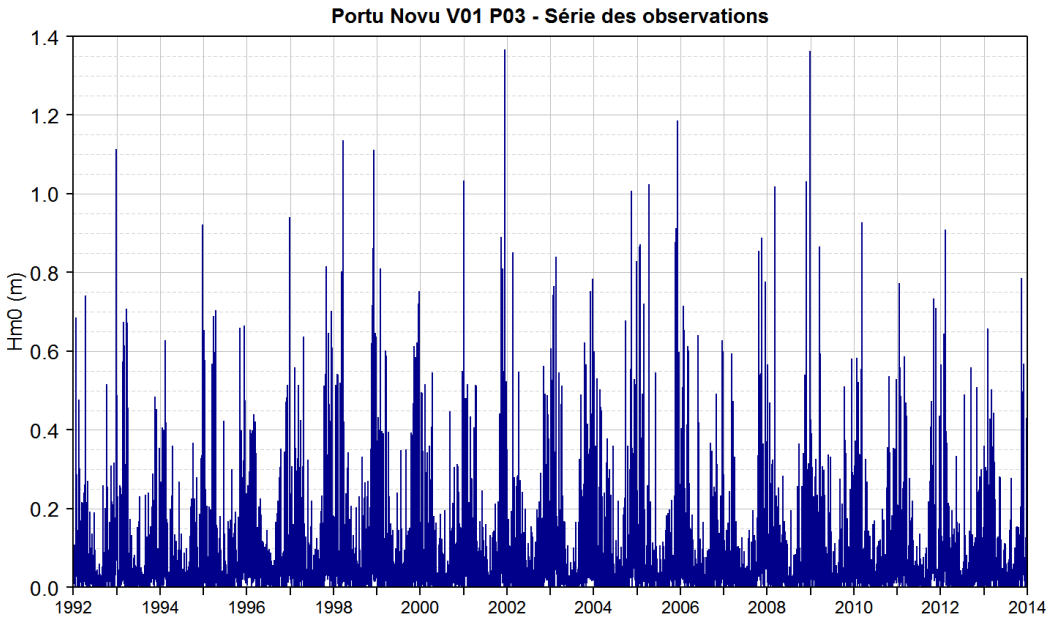












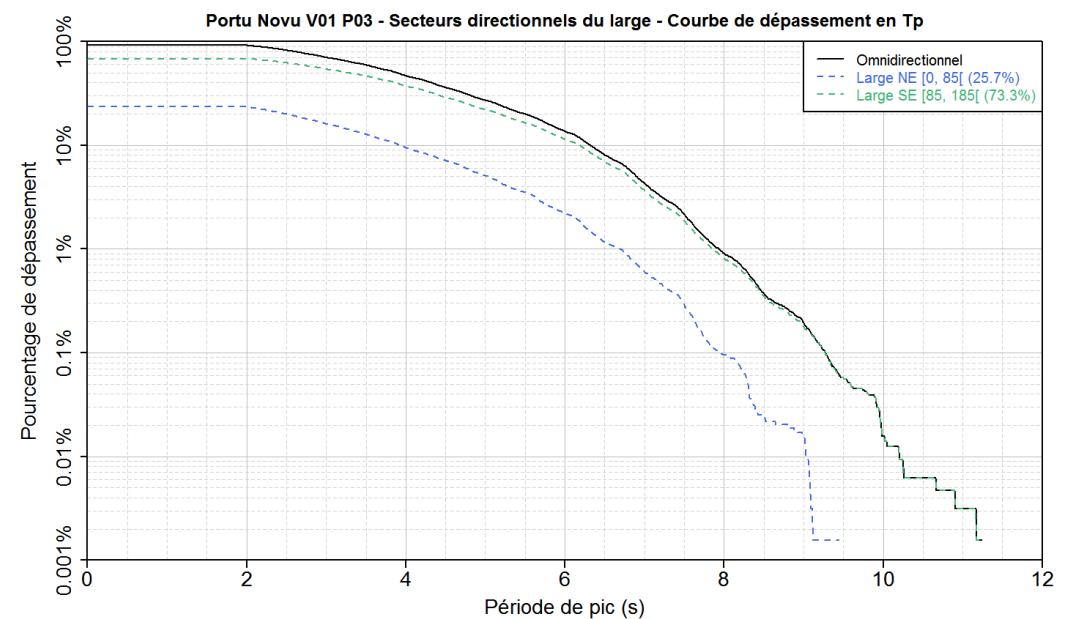
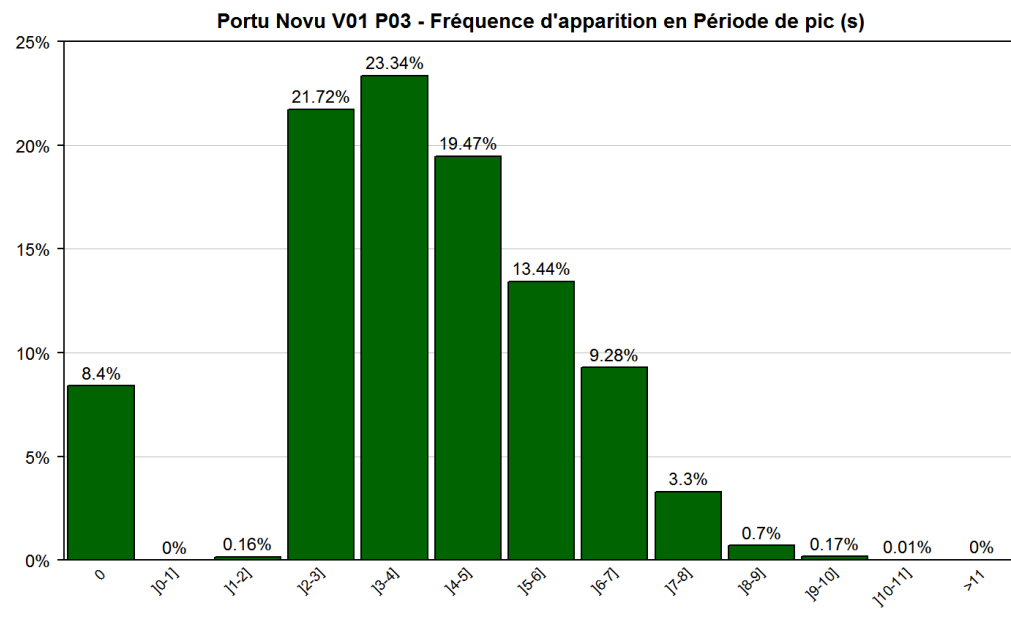
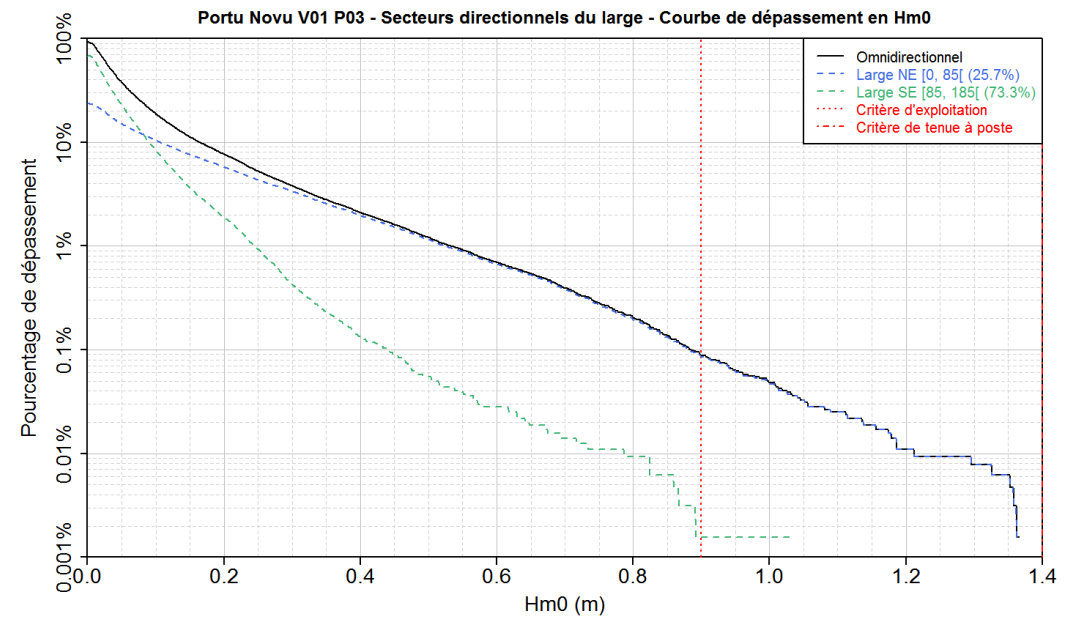
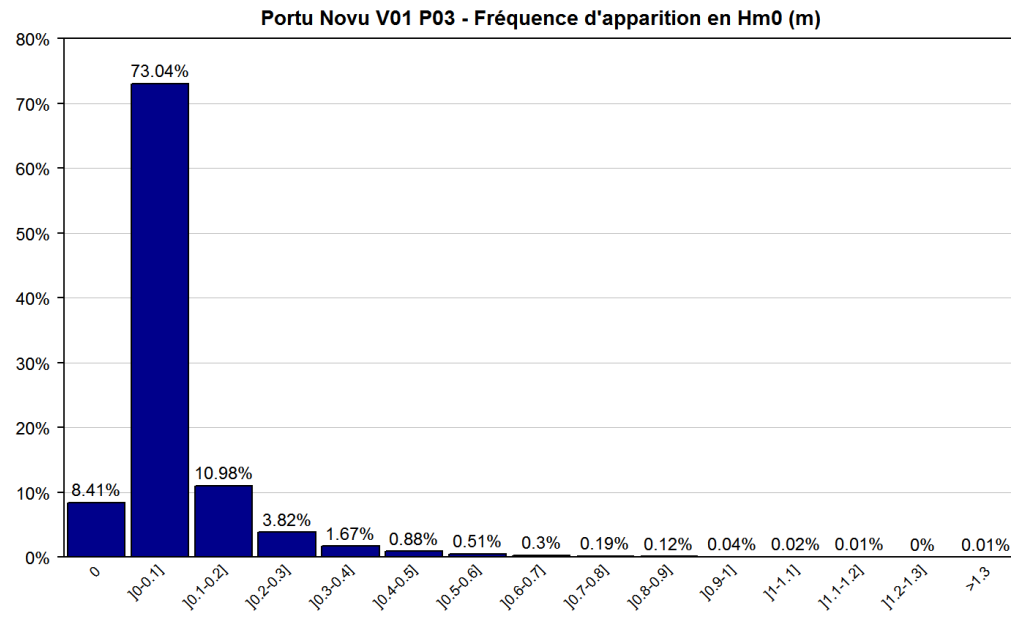
Portu Novu V01 P03 - Corrélogramme Hm0 / Tp

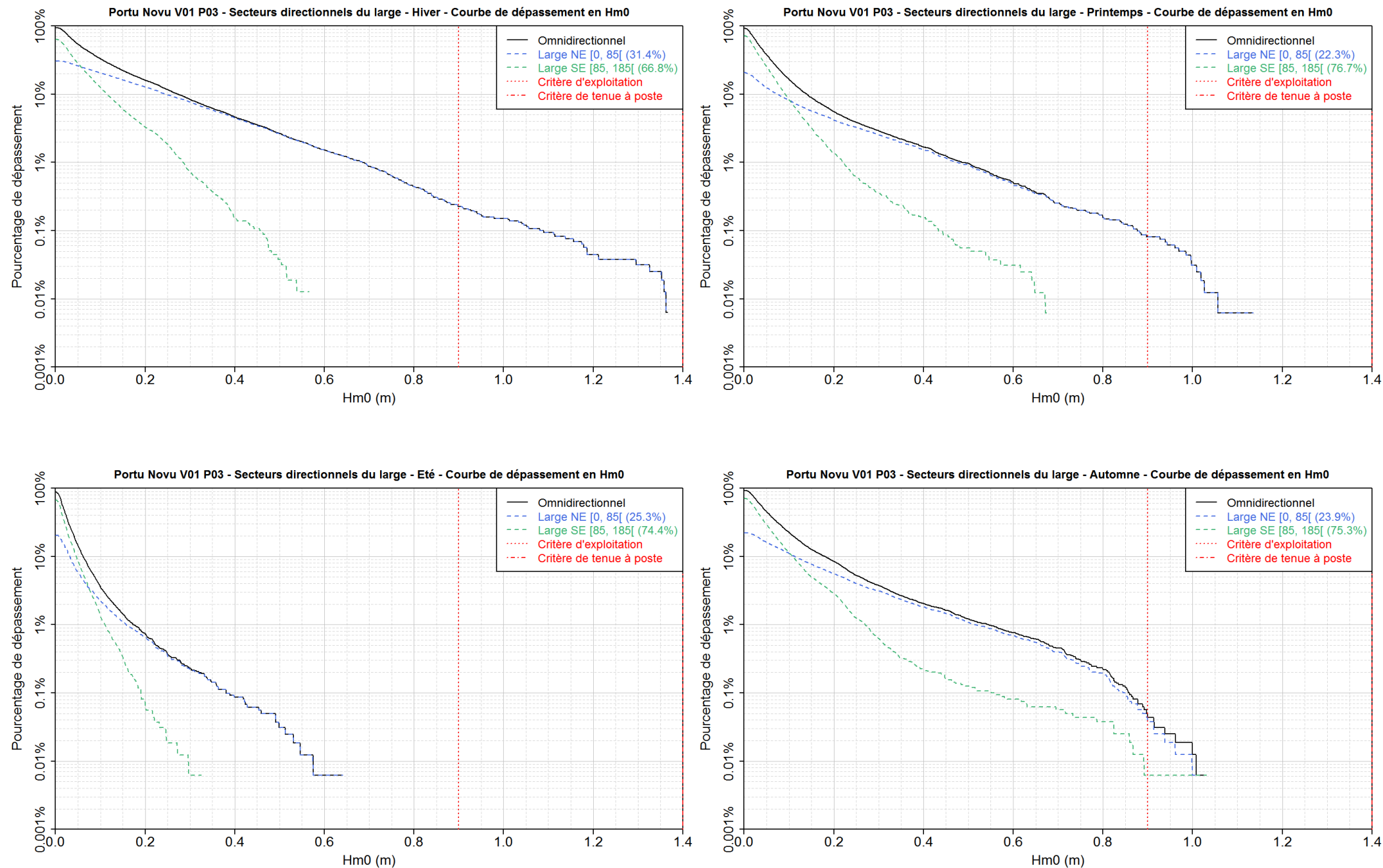
|           | ]0,1] | ]1,2] | ]2,3] | ]3,4] | ]4,5] | ]5,6] | ]6,7] | ]7,8] | ]8,9] | ]9,10] | ]10,11] | ]11,12] | Total % |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|
| ]0,0.1]   |       | 0.15  | 21.68 | 21.18 | 14.04 | 8.72  | 5.86  | 1.32  | 0.08  | 0.01   | 0.00    |         | 73.04   |
| ]0.1,0.2] |       |       | 0.03  | 2.15  | 4.19  | 1.85  | 1.35  | 1.13  | 0.25  | 0.04   |         |         | 10.98   |
| ]0.2,0.3] |       |       |       | 0.01  | 1.21  | 1.57  | 0.47  | 0.28  | 0.21  | 0.07   |         |         | 3.82    |
| ]0.3,0.4] |       |       |       |       | 0.02  | 1.14  | 0.35  | 0.06  | 0.06  | 0.03   | 0.00    |         | 1.67    |
| ]0.4,0.5] |       |       |       |       |       | 0.16  | 0.65  | 0.05  | 0.01  | 0.01   | 0.00    |         | 0.88    |
| ]0.5,0.6] |       |       |       |       |       | 0.01  | 0.43  | 0.07  | 0.00  |        | 0.00    |         | 0.51    |
| ]0.6,0.7] |       |       |       |       |       |       | 0.16  | 0.14  | 0.00  |        |         | 0.00    | 0.3     |
| ]0.7,0.8] |       |       |       |       |       |       | 0.02  | 0.16  | 0.00  |        |         | 0.00    | 0.19    |
| ]0.8,0.9] |       |       |       |       |       |       |       | 0.09  | 0.02  |        | 0.00    |         | 0.12    |
| ]0.9,1]   |       |       |       |       |       |       |       | 0.01  | 0.03  |        |         |         | 0.04    |
| ]1,1.1]   |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.02  | 0.00   |         |         | 0.02    |
| ]1.1,1.2] |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.01  | 0.00   |         |         | 0.01    |
| ]1.2,1.3] |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.00   |         |         | 0.00    |
| ]1.3,1.4] |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.00  | 0.01   |         |         | 0.01    |
| >1.4      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |         |         |         |
| Total %   |       | 0.15  | 21.71 | 23.34 | 19.47 | 13.44 | 9.28  | 3.3   | 0.7   | 0.17   | 0.01    | 0.00    | 91.59%  |

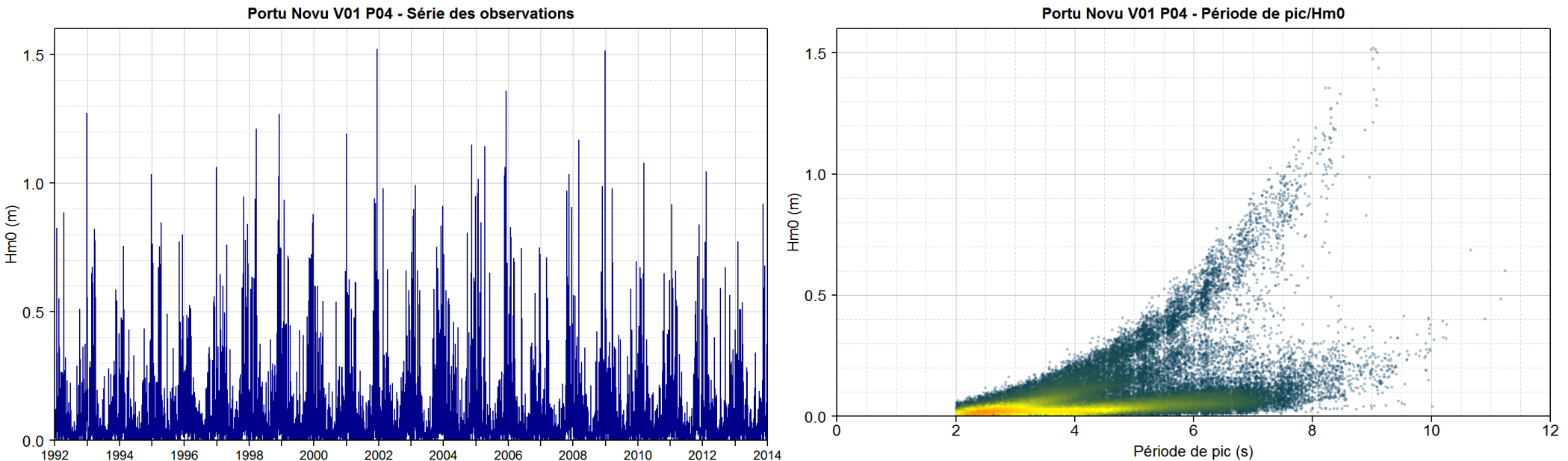
Période de pic (s)

Hm0 Calmes : 8.41 %







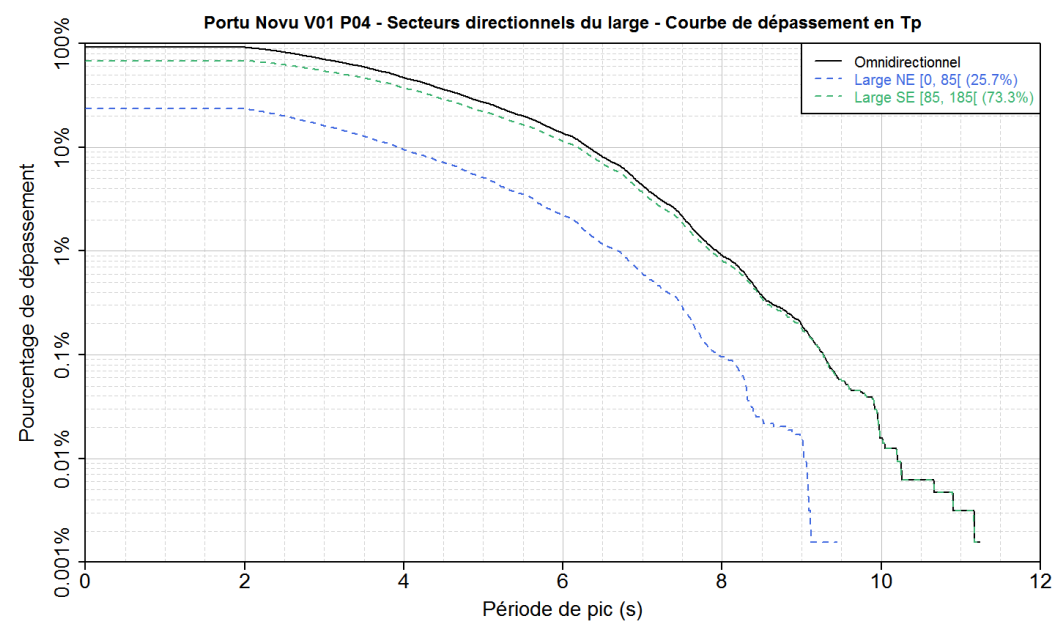
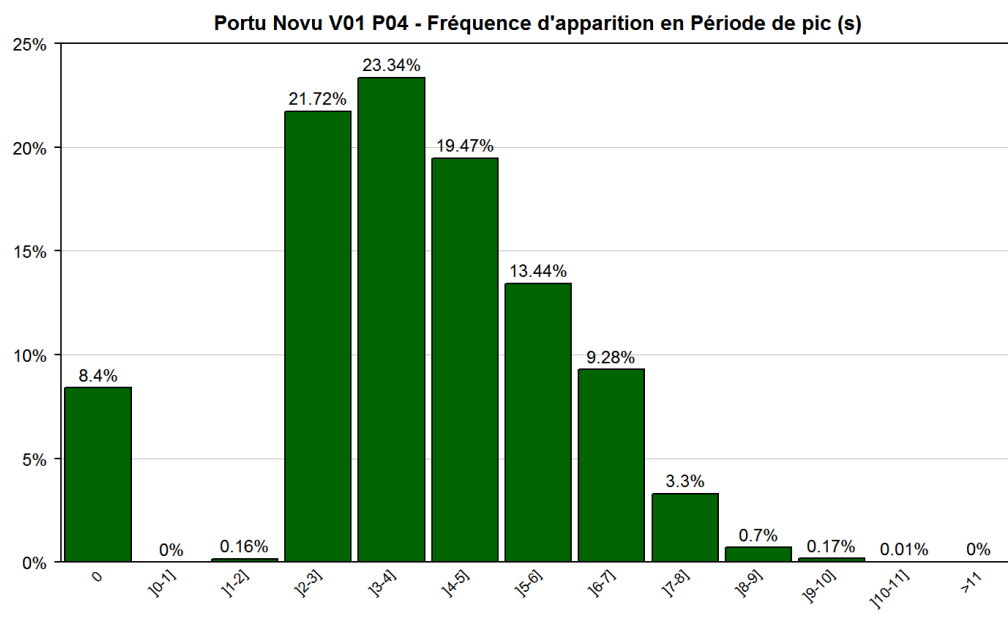
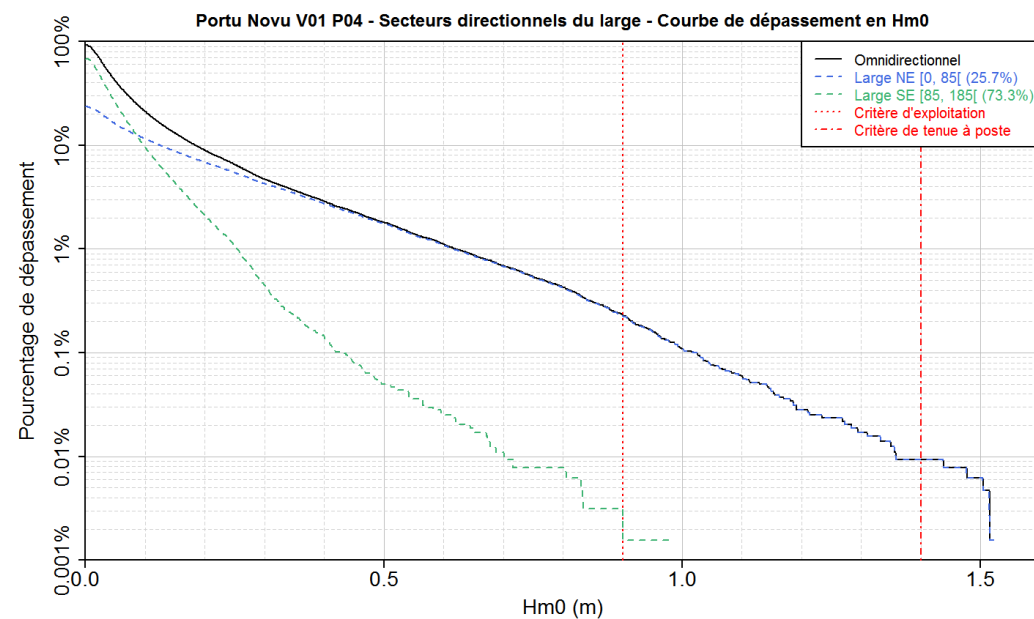
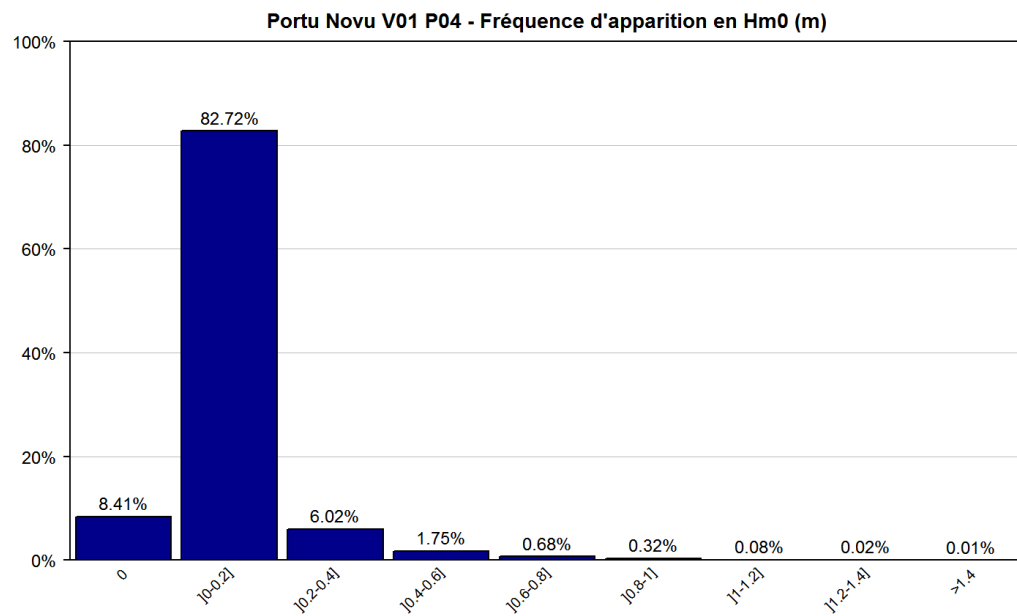


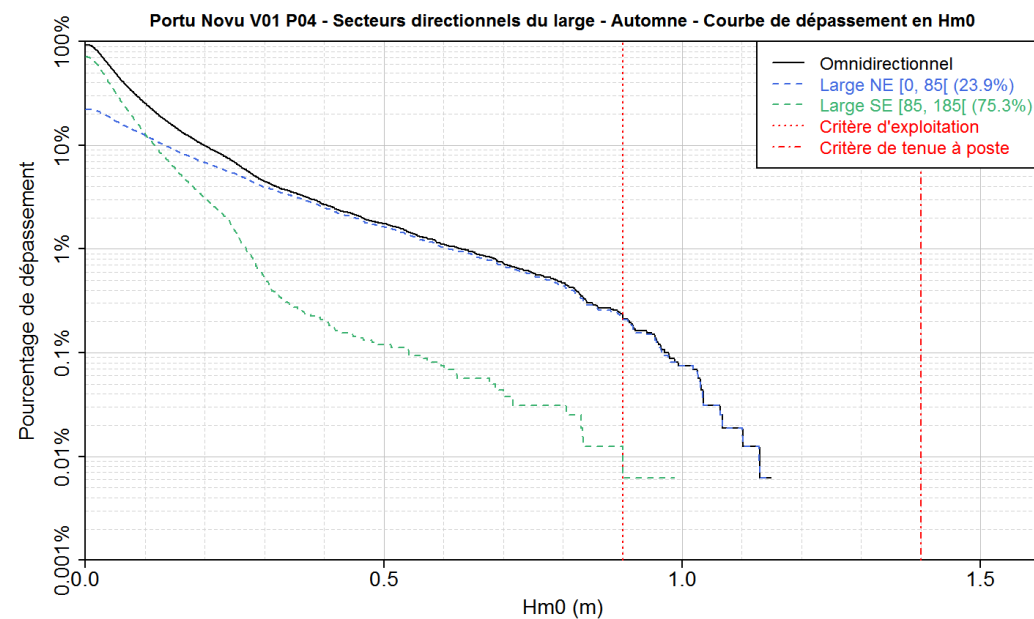
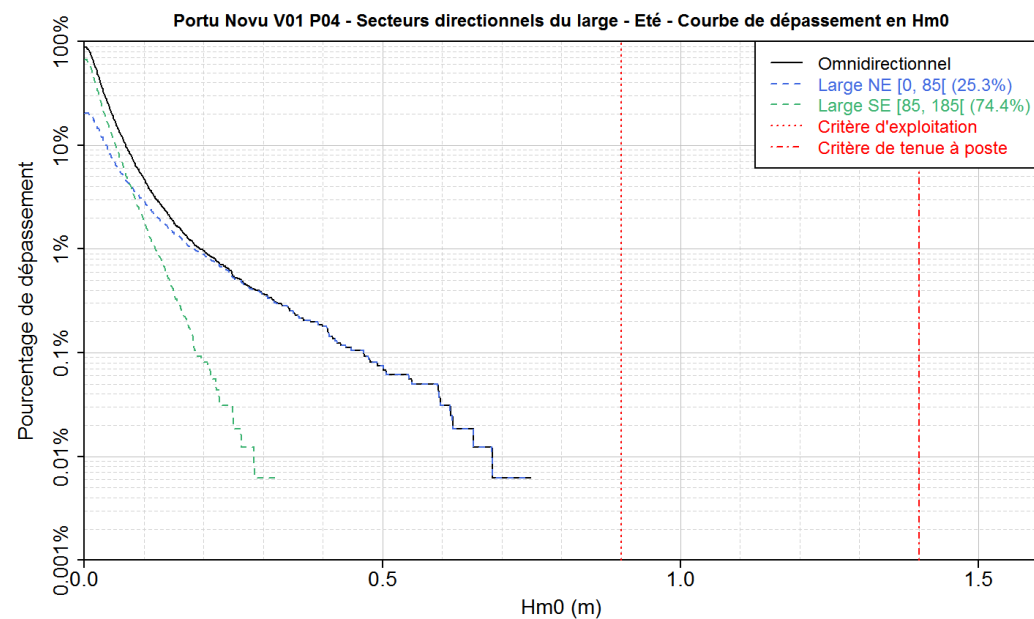
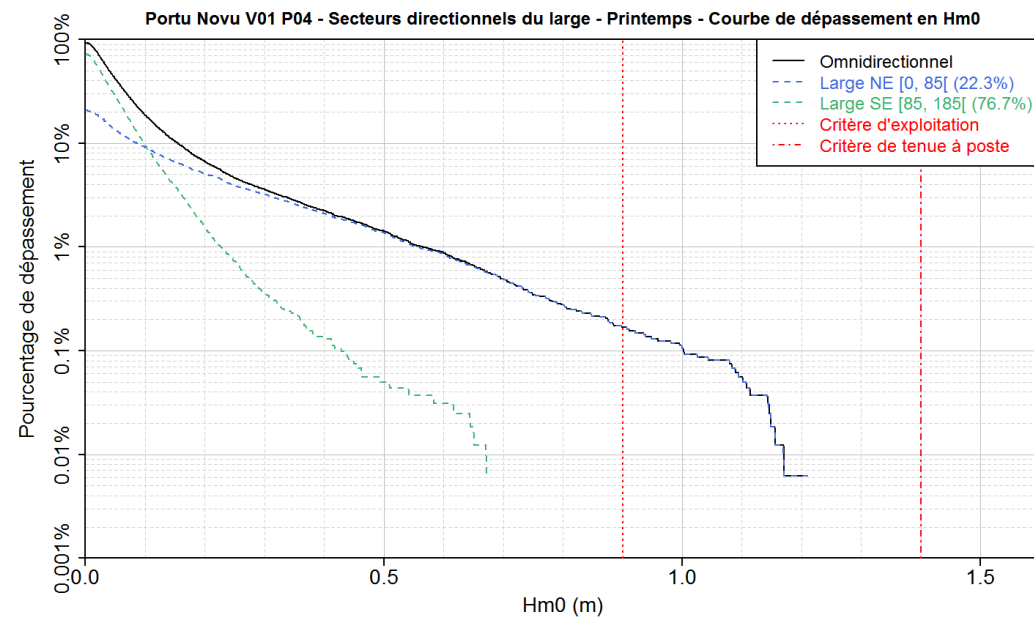
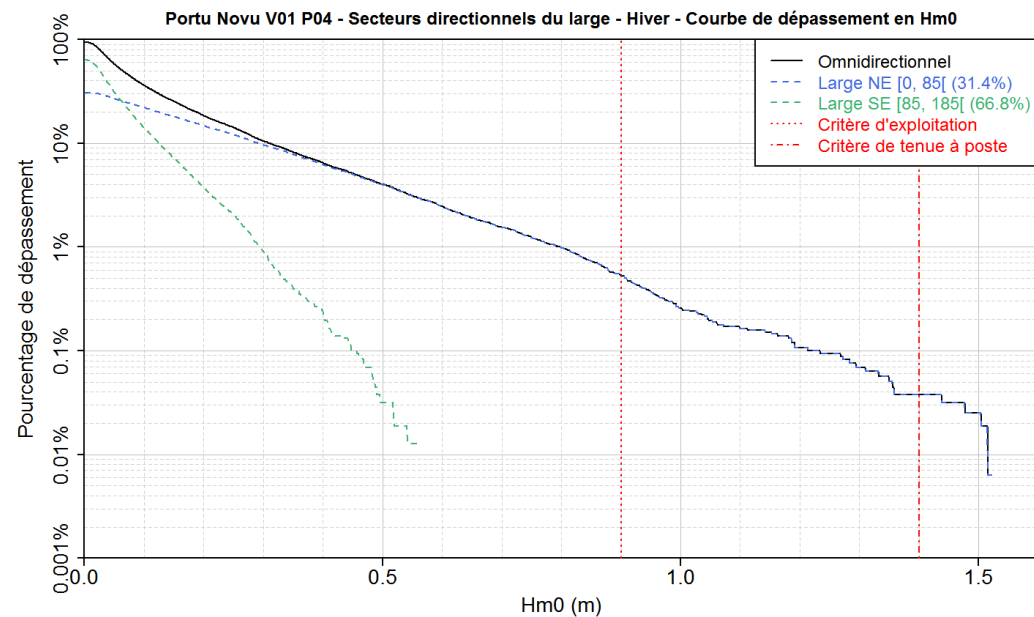
Portu Novu V01 P04 - Corrélogramme Hm0 / Tp

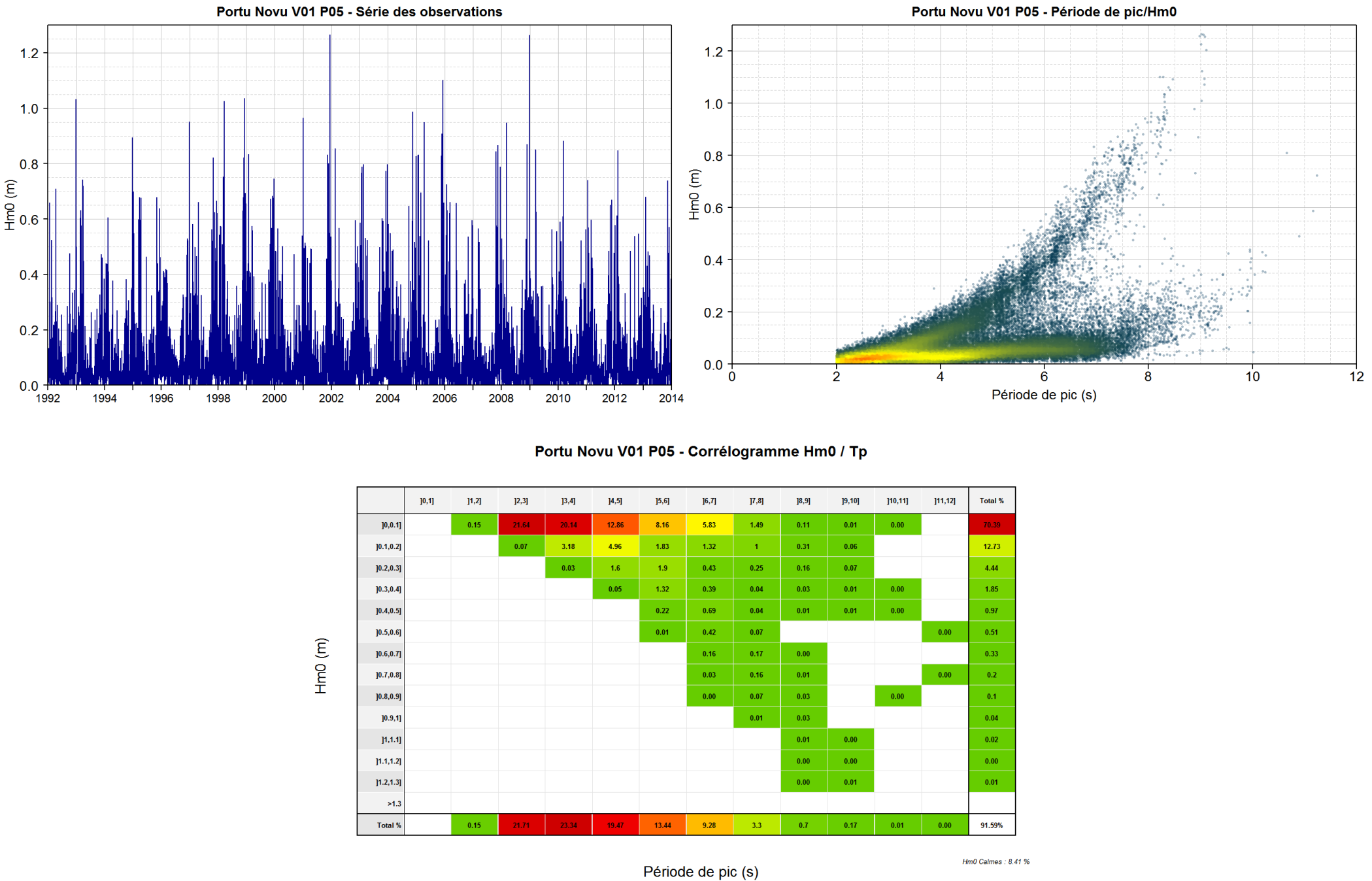
|           | ]0,1] | ]1,2] | ]2,3] | ]3,4] | ]4,5] | ]5,6] | ]6,7] | ]7,8] | ]8,9] | ]9,10] | ]10,11] | ]11,12] | Total % |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|
| ]0,0.2]   |       | 0.15  | 21.71 | 23.25 | 17.25 | 10.18 | 7.17  | 2.5   | 0.43  | 0.07   | 0.00    |         | 82.72   |
| ]0.2,0.4] |       |       |       | 0.09  | 2.22  | 2.51  | 0.65  | 0.28  | 0.18  | 0.08   | 0.01    |         | 6.02    |
| ]0.4,0.6] |       |       |       |       | 0.00  | 0.74  | 0.92  | 0.07  | 0.00  | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 1.75    |
| ]0.6,0.8] |       |       |       |       |       | 0.00  | 0.51  | 0.16  | 0.00  |        | 0.00    | 0.00    | 0.68    |
| ]0.8,1]   |       |       |       |       |       |       | 0.03  | 0.26  | 0.02  |        |         |         | 0.32    |
| ]1,1.2]   |       |       |       |       |       |       |       | 0.03  | 0.05  |        |         |         | 0.08    |
| ]1.2,1.4] |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.01  | 0.01   |         |         | 0.02    |
| ]1.4,1.6] |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.00  | 0.01   |         |         | 0.01    |
| >1.6      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |         |         |         |
| Total %   |       | 0.15  | 21.71 | 23.34 | 19.47 | 13.44 | 9.28  | 3.3   | 0.7   | 0.17   | 0.01    | 0.00    | 91.59%  |

Période de pic (s)

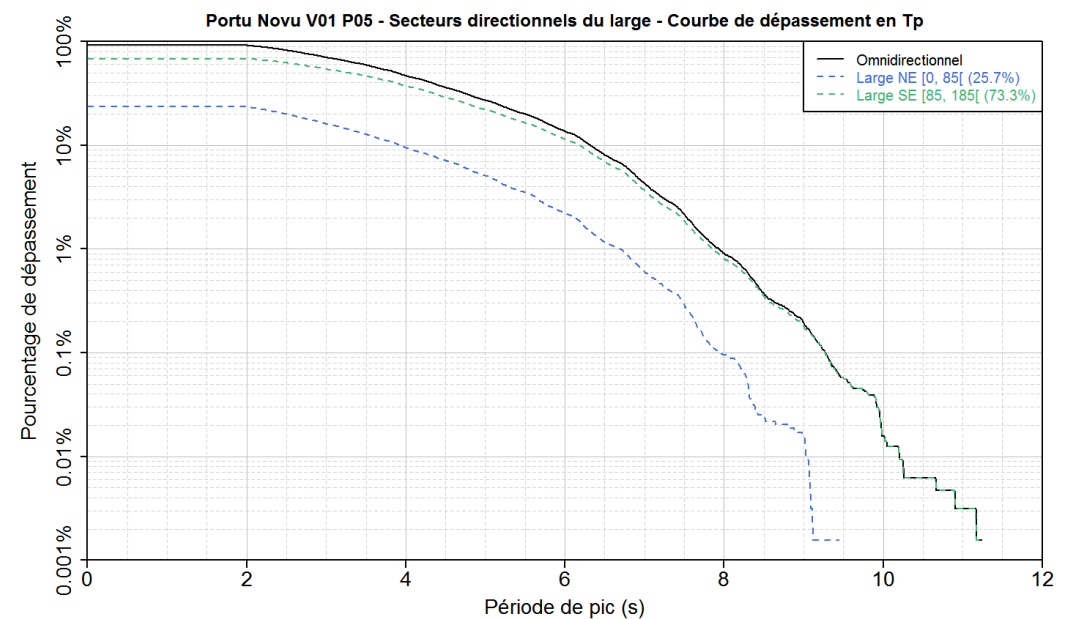
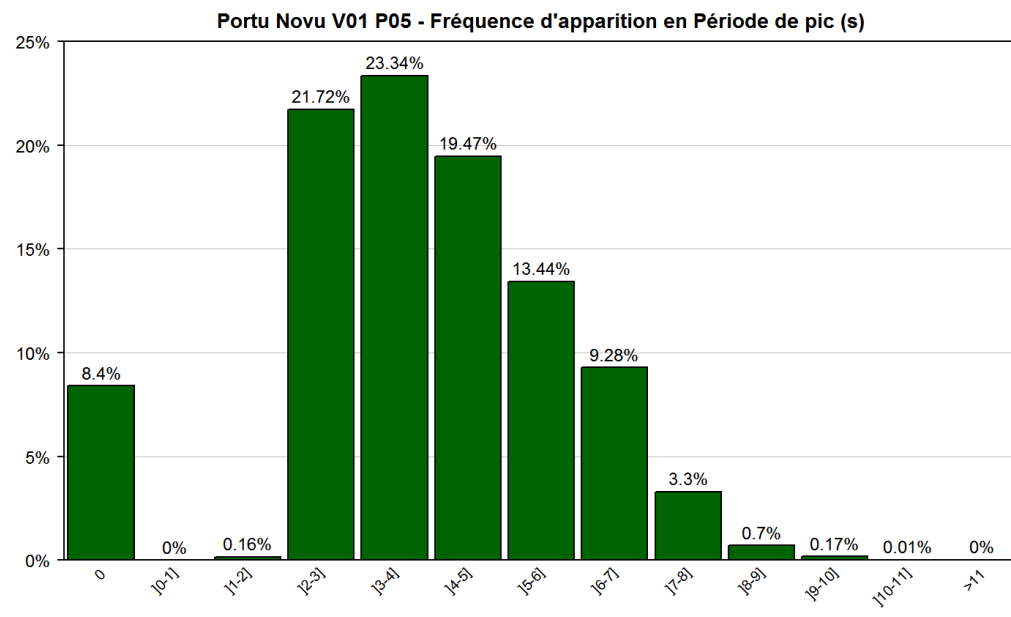
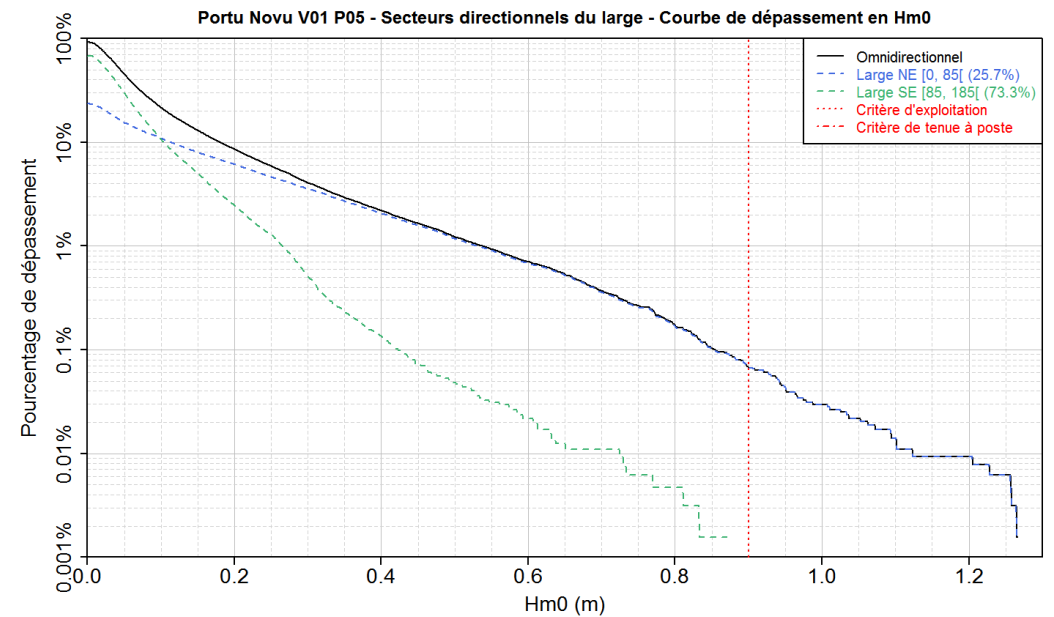
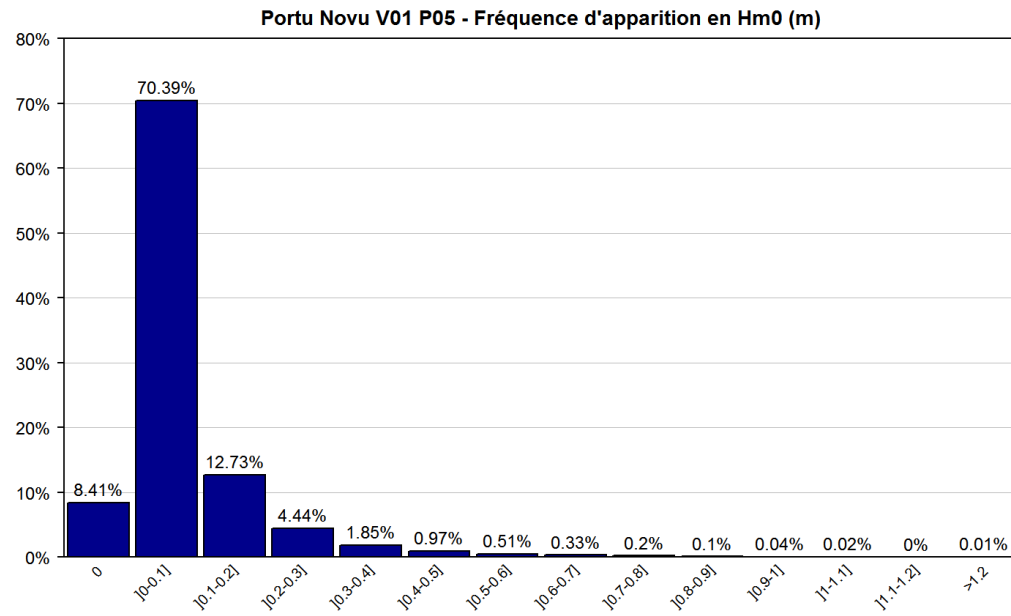
Hm0 Calmes : 8.41 %

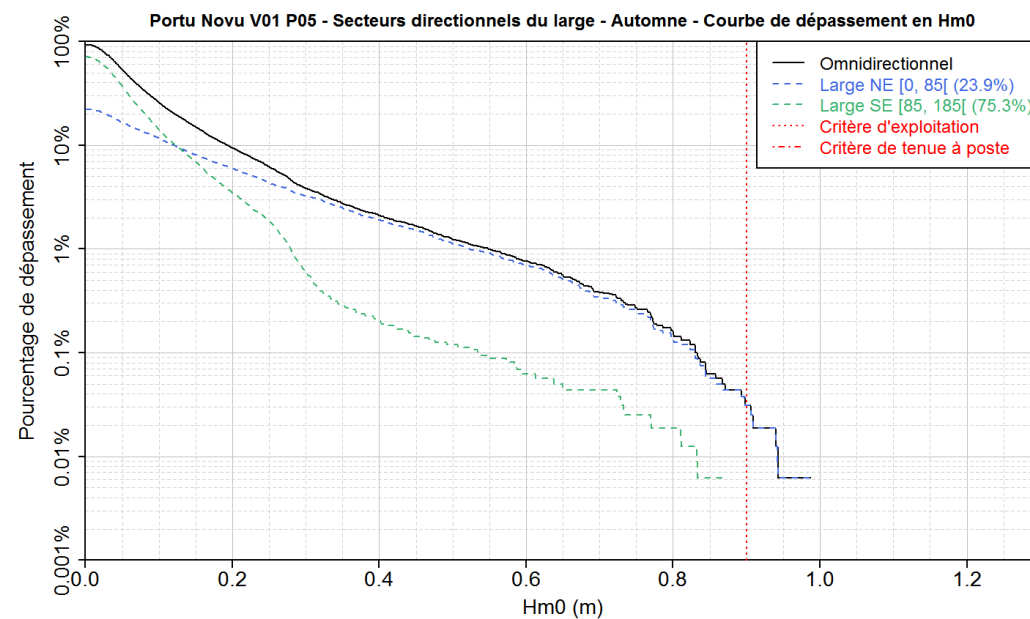
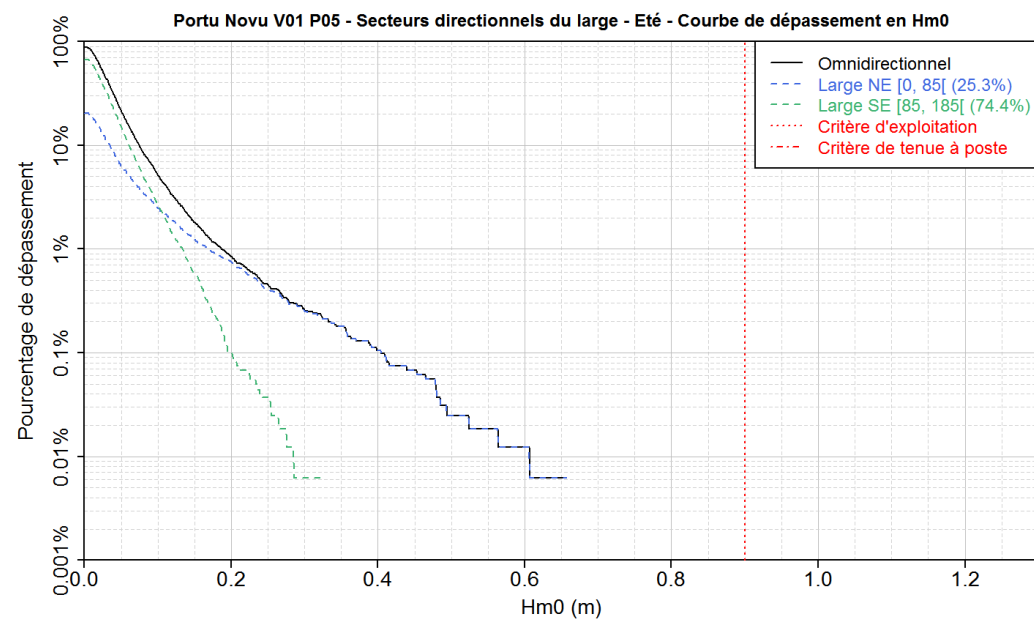
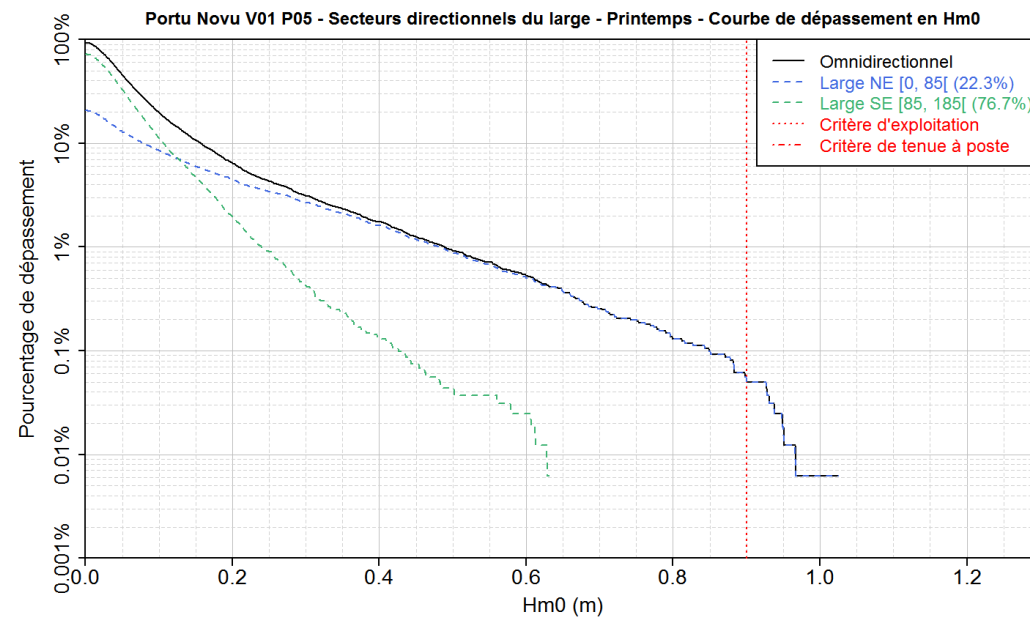
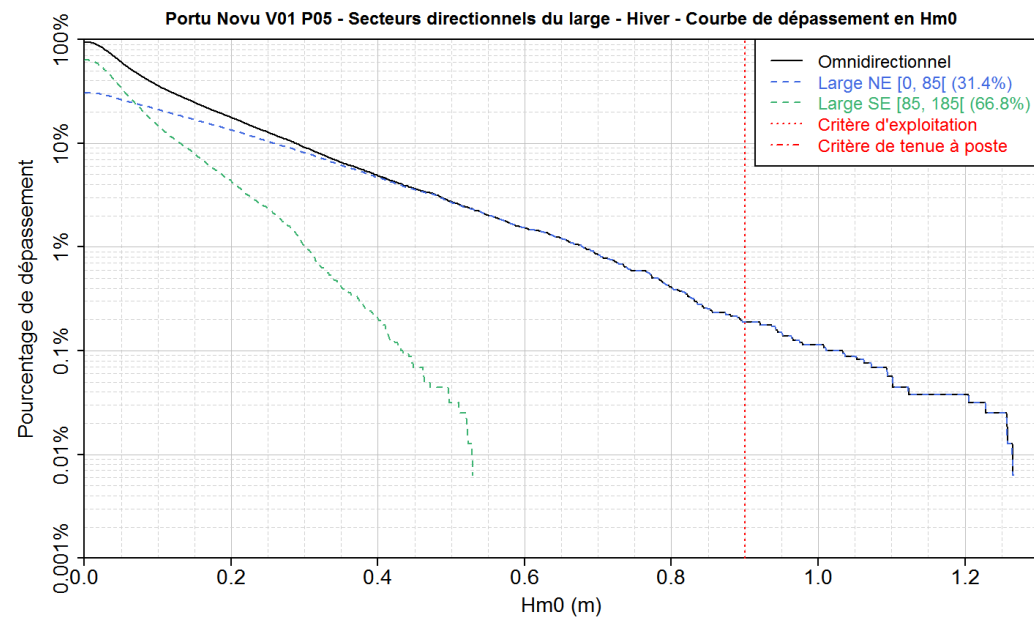








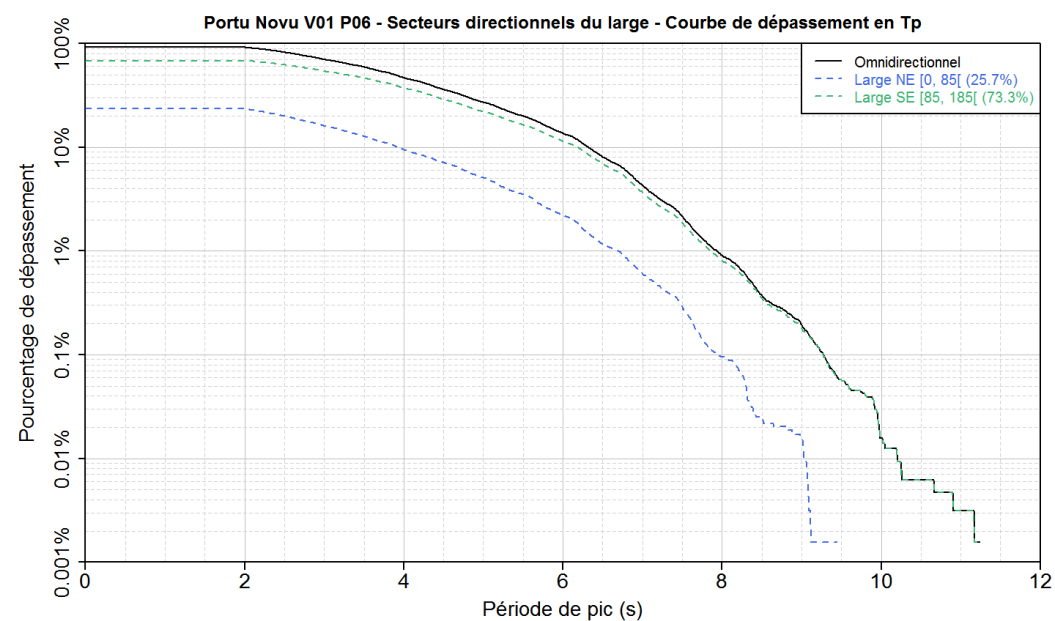
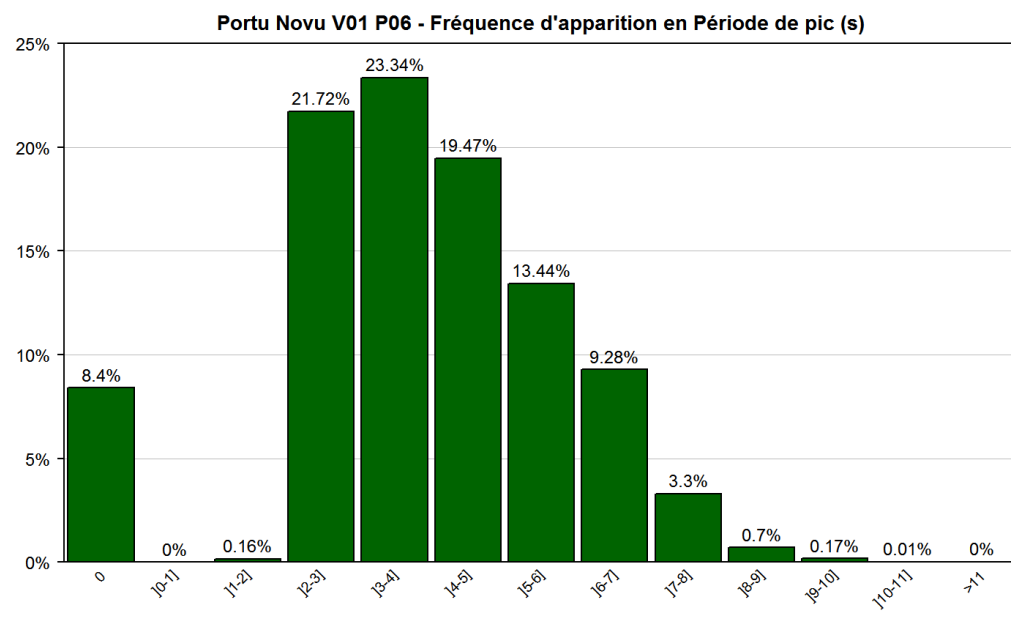
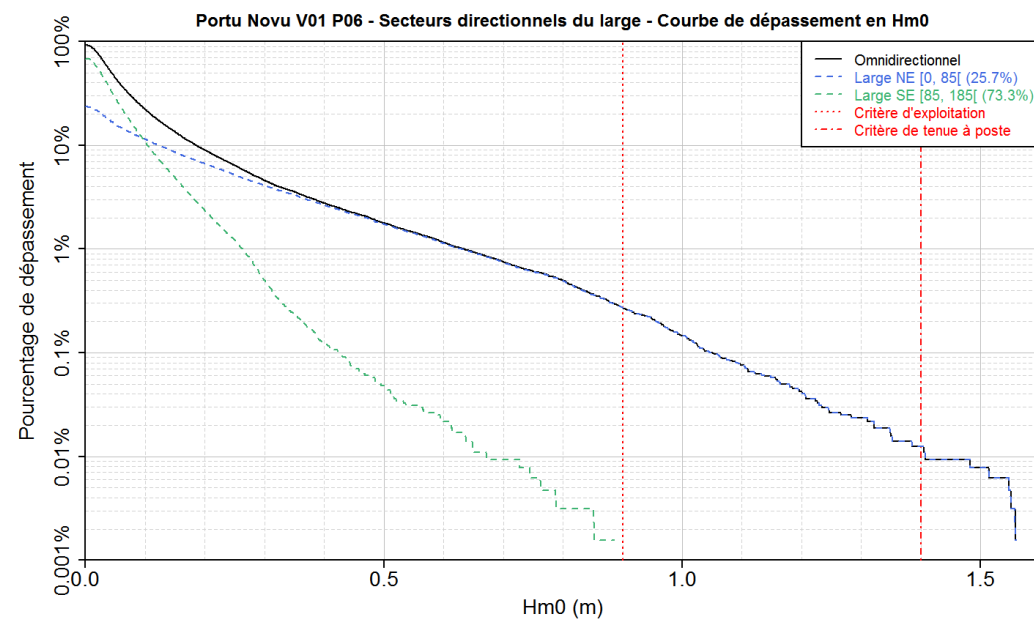
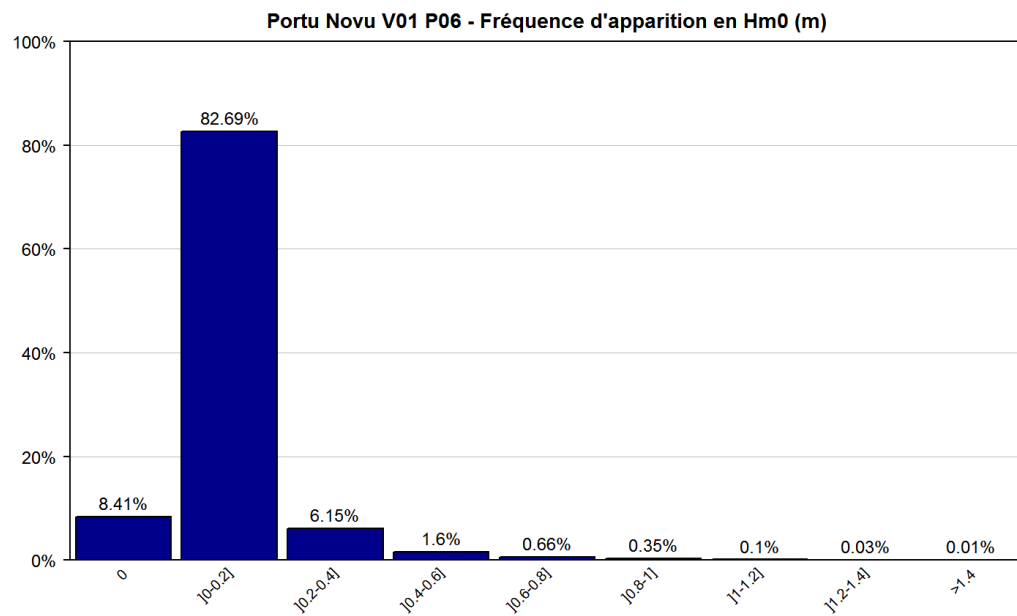


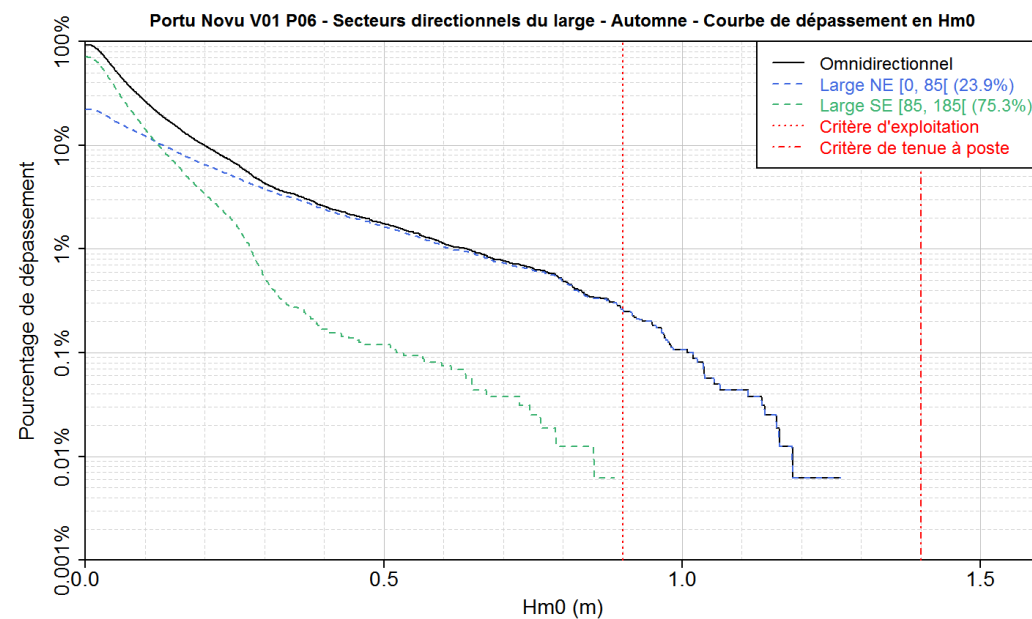
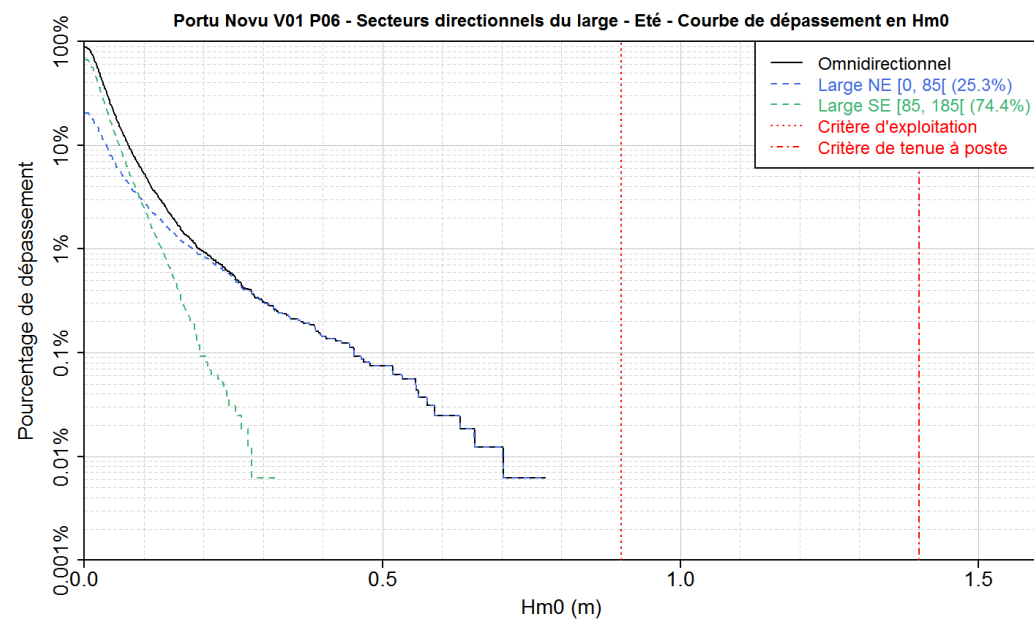
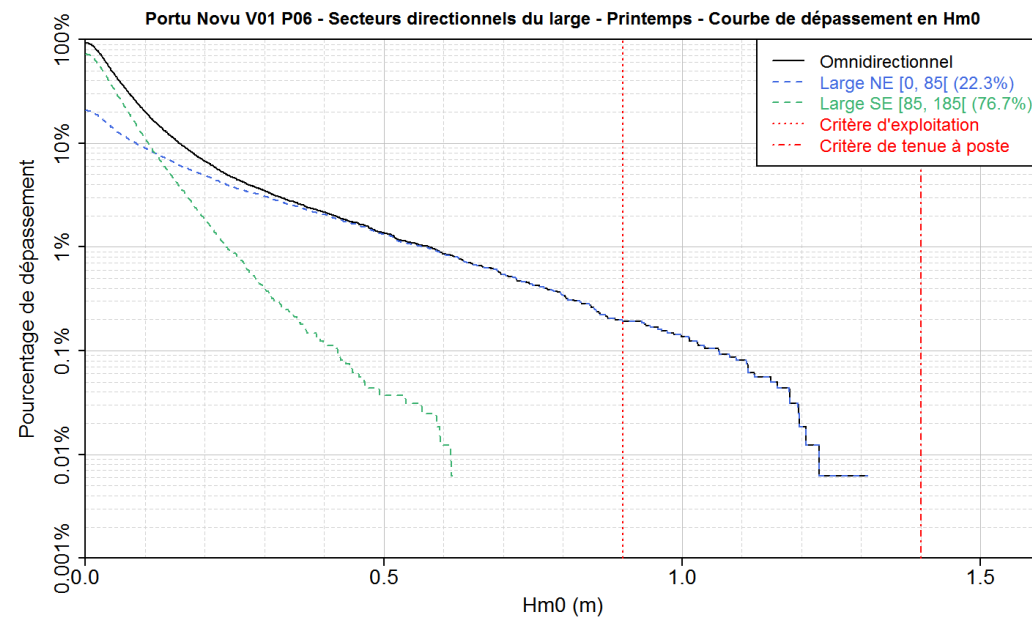
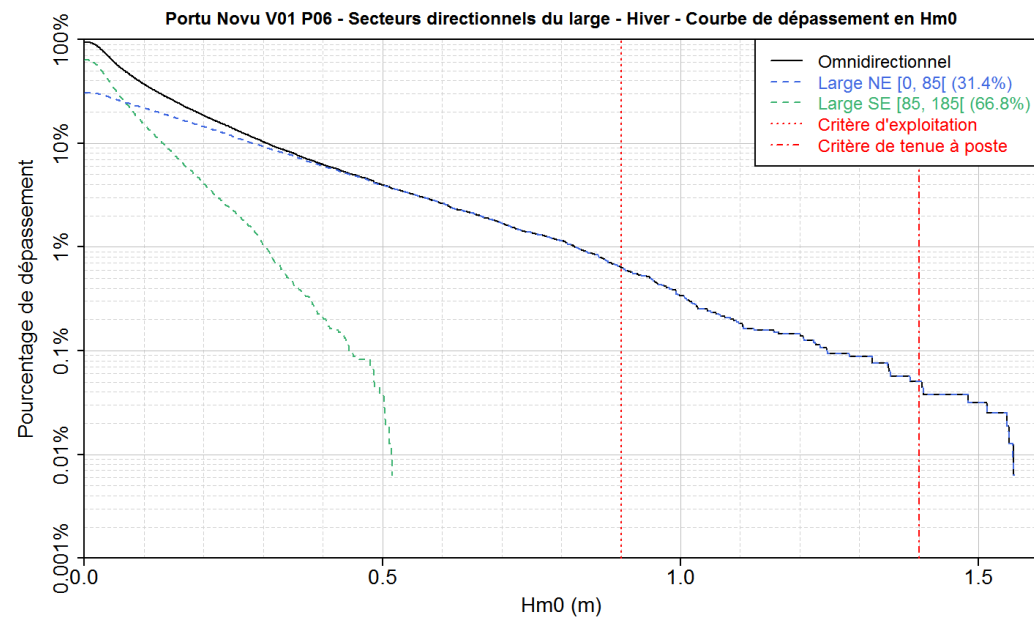


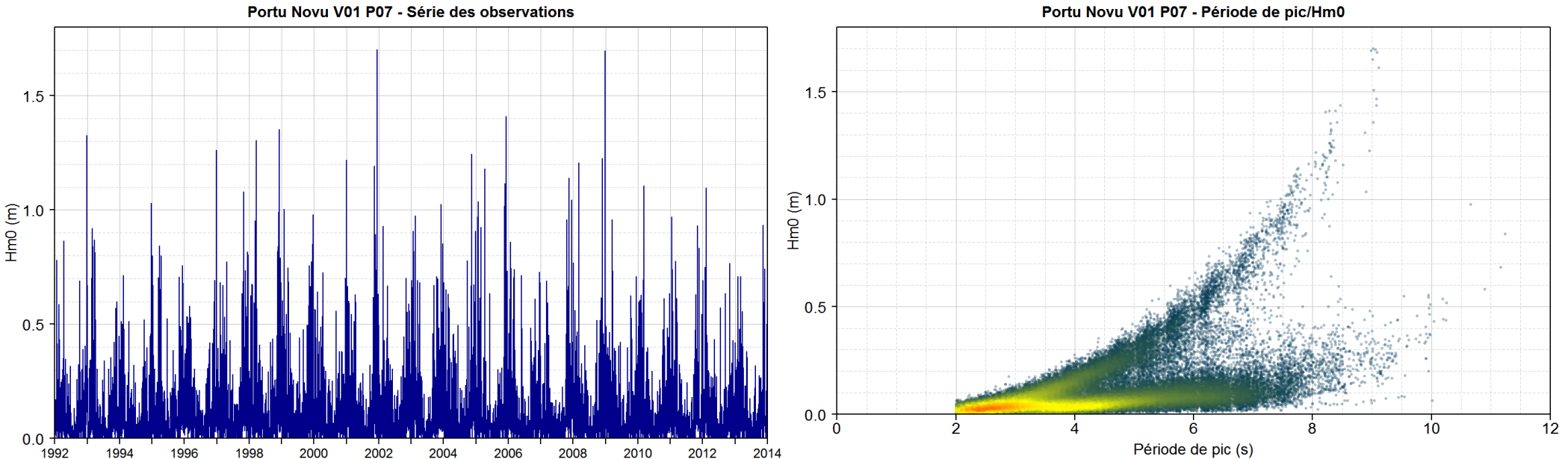


|         |           | [0,1] | [1,2] | [2,3] | [3,4] | [4,5] | [5,6] | [6,7] | [7,8] | [8,9] | [9,10] | [10,11] | [11,12] | Total % |
|---------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|
| Hm0 (m) | [0,0.2]   |       | 0.15  | 21.71 | 23.28 | 17.36 | 9.98  | 7.13  | 2.52  | 0.47  | 0.09   | 0.00    |         | 82.62   |
|         | [0.2,0.4] |       |       |       | 0.07  | 2.11  | 2.82  | 0.66  | 0.27  | 0.14  | 0.07   | 0.01    |         | 6.15    |
|         | [0.4,0.6] |       |       |       |       |       | 0.63  | 0.91  | 0.05  | 0.00  |        | 0.00    | 0.00    | 1.6     |
|         | [0.6,0.8] |       |       |       |       |       | 0.00  | 0.52  | 0.12  | 0.01  |        | 0.00    | 0.00    | 0.66    |
|         | [0.8,1]   |       |       |       |       |       |       | 0.06  | 0.28  | 0.01  |        |         |         | 0.35    |
|         | [1,1.2]   |       |       |       |       |       |       |       | 0.06  | 0.05  |        |         |         | 0.1     |
|         | [1.2,1.4] |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.02  | 0.01   |         |         | 0.03    |
|         | [1.4,1.6] |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.00  | 0.01   |         |         | 0.01    |
|         | >1.6      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |         |         |         |
|         | Total %   |       | 0.15  | 21.71 | 23.34 | 19.47 | 13.44 | 9.28  | 3.3   | 0.7   | 0.17   | 0.01    | 0.00    |         |

Hm0 Calmes : 8.41 %







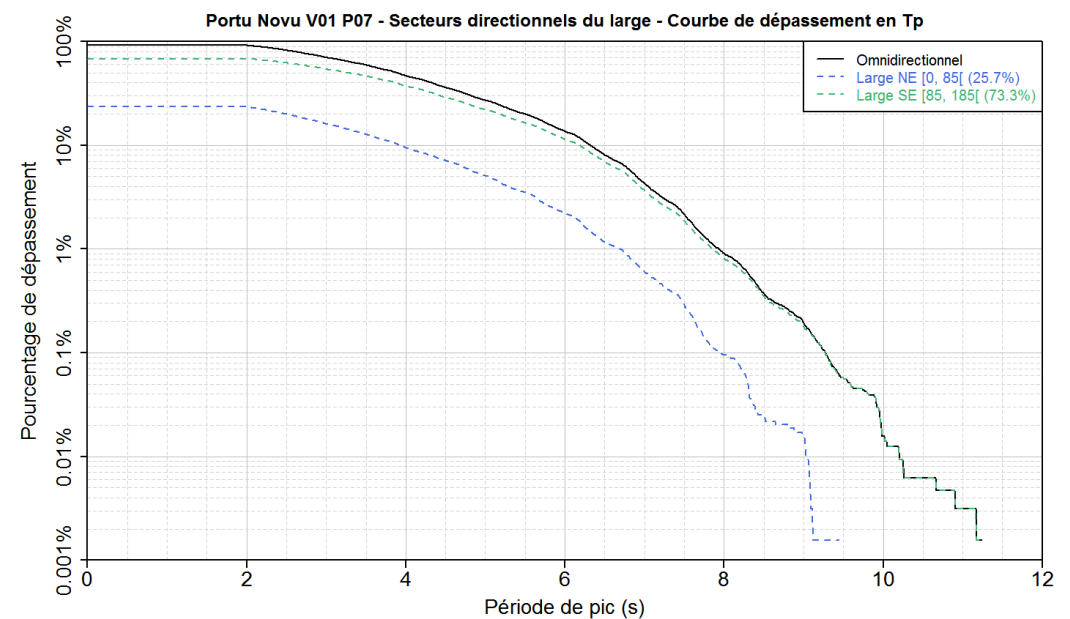
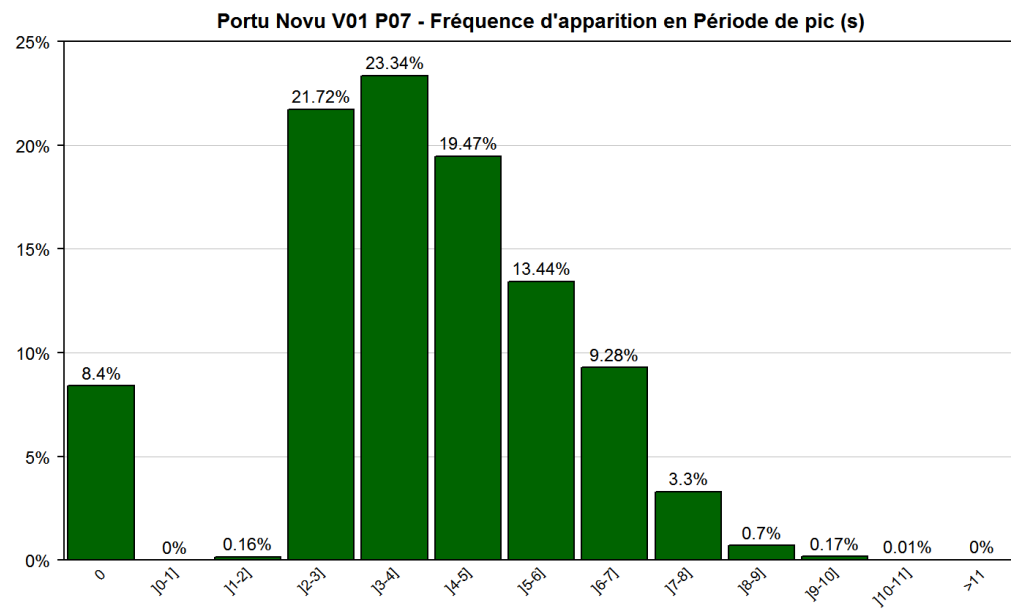
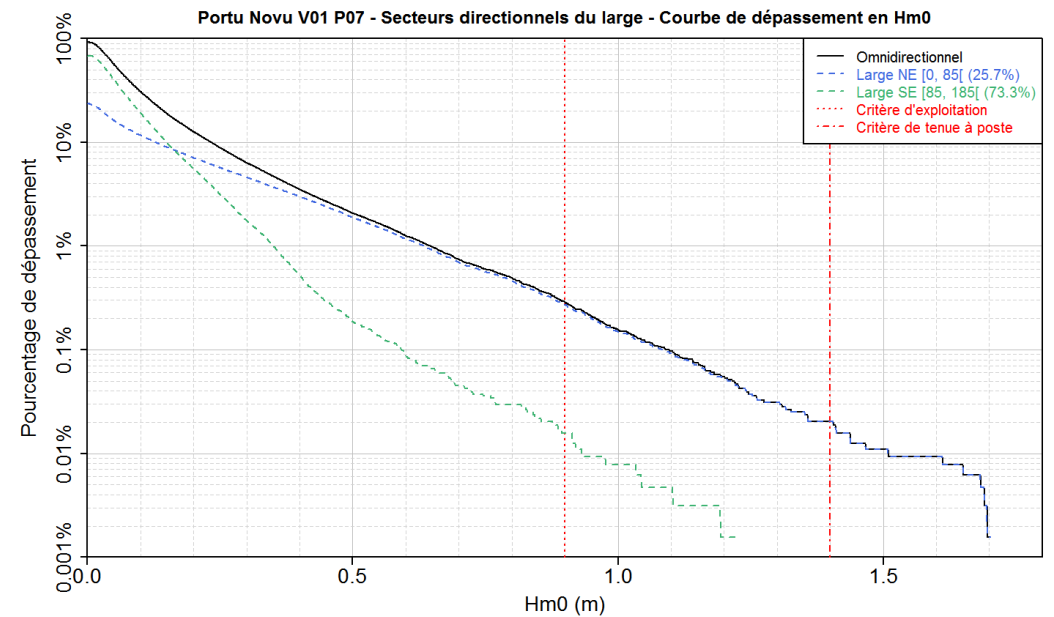
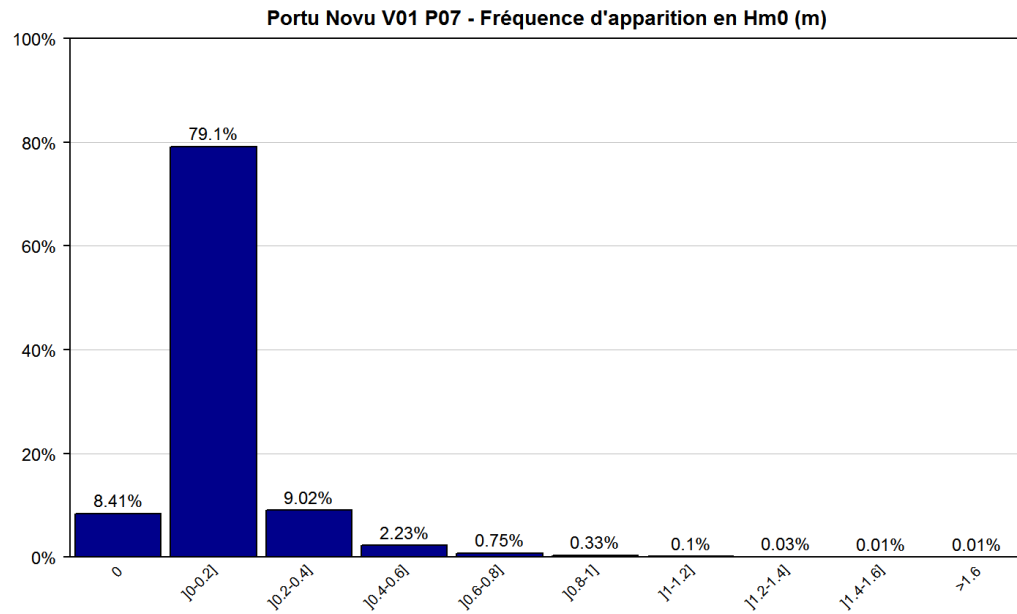
Portu Novu V01 P07 - Corrélogramme Hm0 / Tp

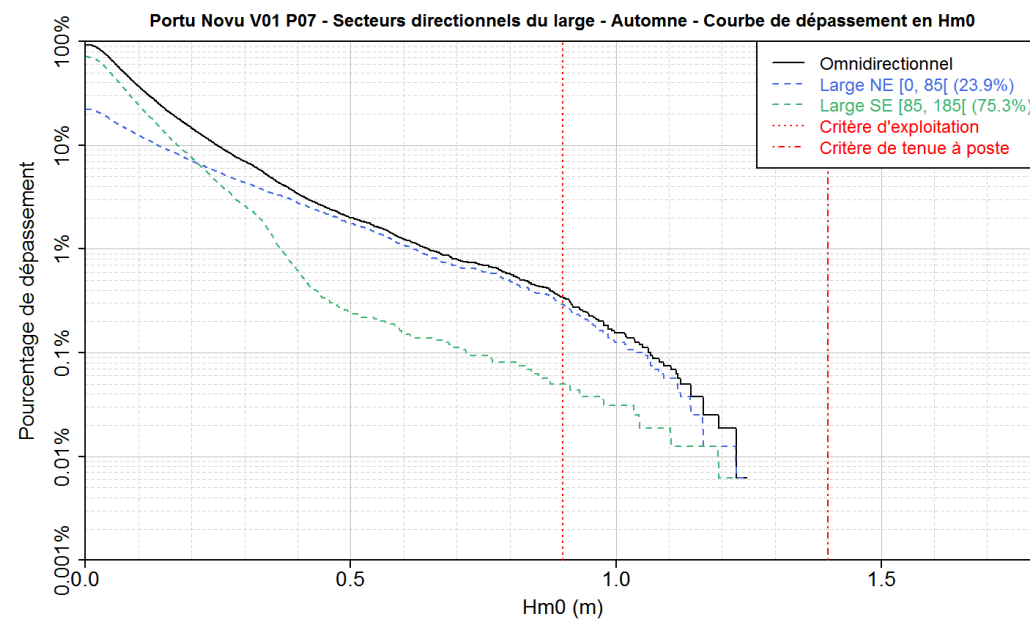
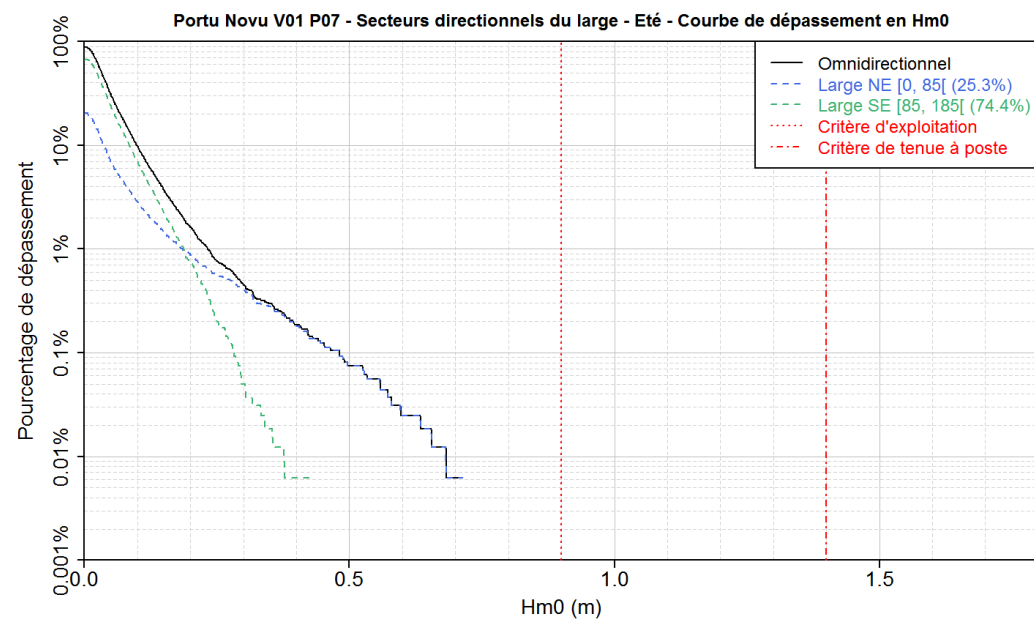
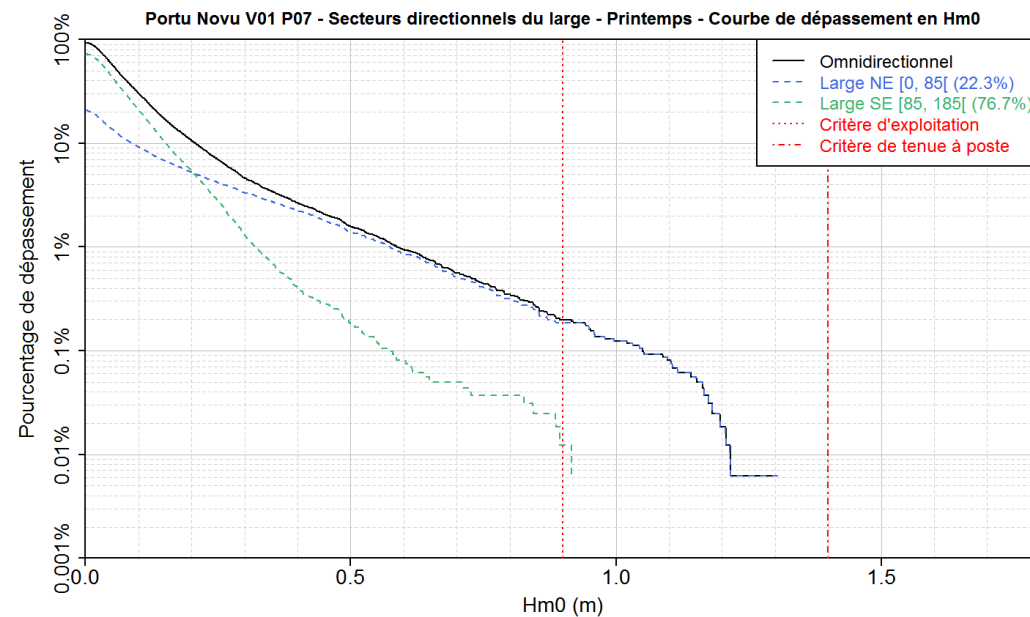
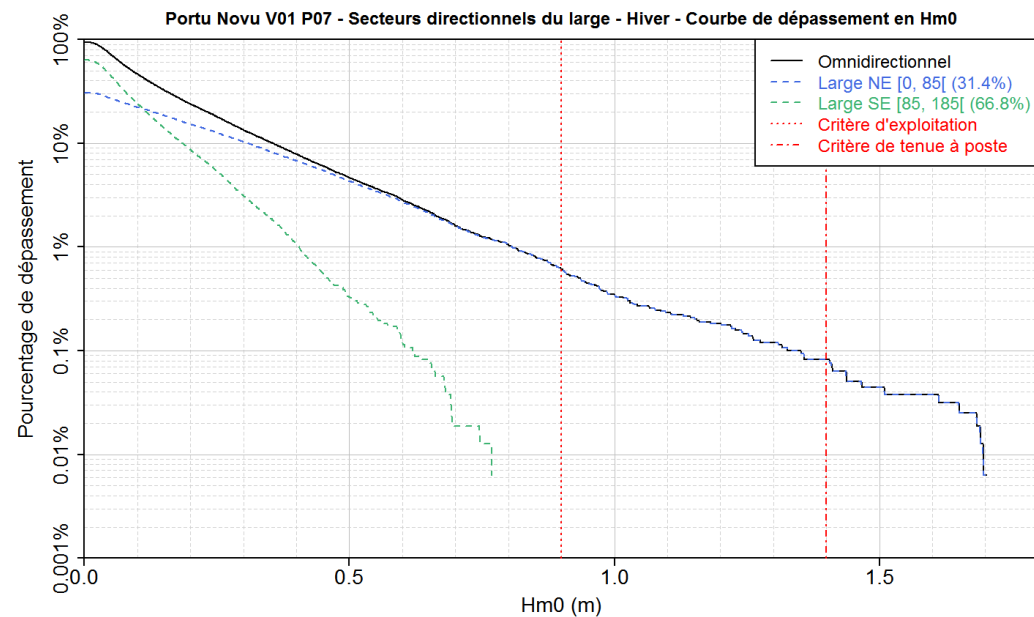
|           | ]0,1] | ]1,2] | ]2,3] | ]3,4] | ]4,5] | ]5,6] | ]6,7] | ]7,8] | ]8,9] | ]9,10] | ]10,11] | ]11,12] | Total % |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|
| ]0,0.2]   |       | 0.15  | 21.71 | 23.47 | 15.68 | 9.19  | 6.77  | 2.13  | 0.25  | 0.04   | 0.00    |         | 79.1    |
| ]0.2,0.4] |       |       |       | 0.17  | 3.78  | 3.16  | 0.85  | 0.61  | 0.33  | 0.1    |         |         | 9.02    |
| ]0.4,0.6] |       |       |       |       | 0.00  | 1.08  | 1.03  | 0.06  | 0.03  | 0.02   | 0.01    |         | 2.23    |
| ]0.6,0.8] |       |       |       |       |       | 0.00  | 0.6   | 0.15  | 0.00  |        |         | 0.00    | 0.75    |
| ]0.8,1]   |       |       |       |       |       |       | 0.04  | 0.29  | 0.01  |        | 0.00    | 0.00    | 0.33    |
| ]1,1.2]   |       |       |       |       |       |       |       | 0.06  | 0.04  |        |         |         | 0.1     |
| ]1.2,1.4] |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.03  | 0.00   |         |         | 0.03    |
| ]1.4,1.6] |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.01  | 0.00   |         |         | 0.01    |
| ]1.6,1.8] |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.00  | 0.01   |         |         | 0.01    |
| >1.8      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |         |         |         |
| Total %   |       | 0.15  | 21.71 | 23.34 | 15.47 | 13.44 | 9.28  | 3.3   | 0.7   | 0.17   | 0.01    | 0.00    | 91.59%  |

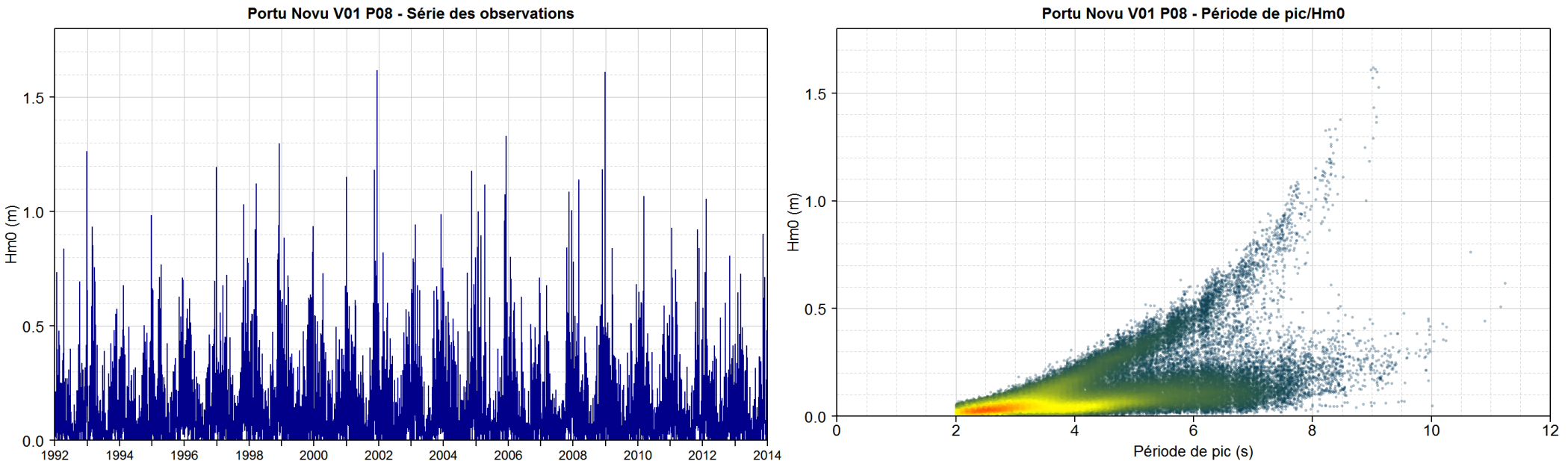
Période de pic (s)

Hm0 Calmes : 8.41 %







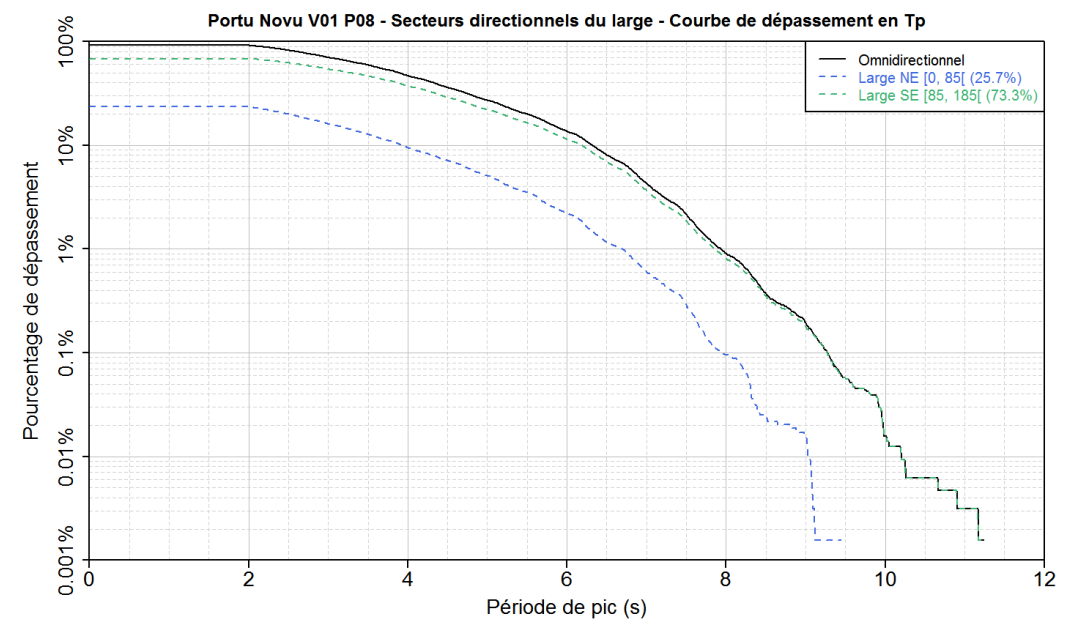
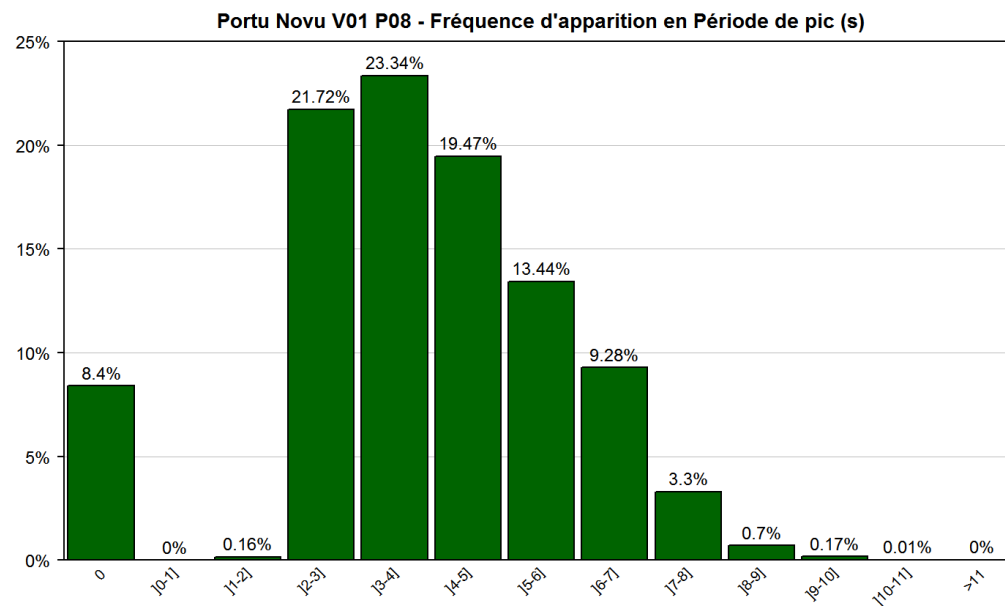
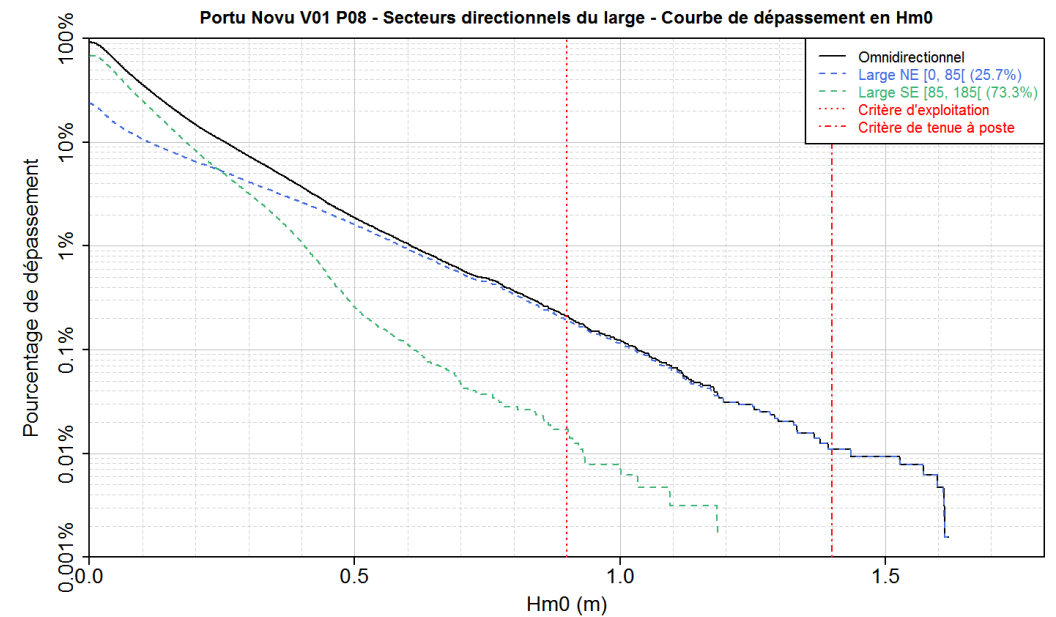
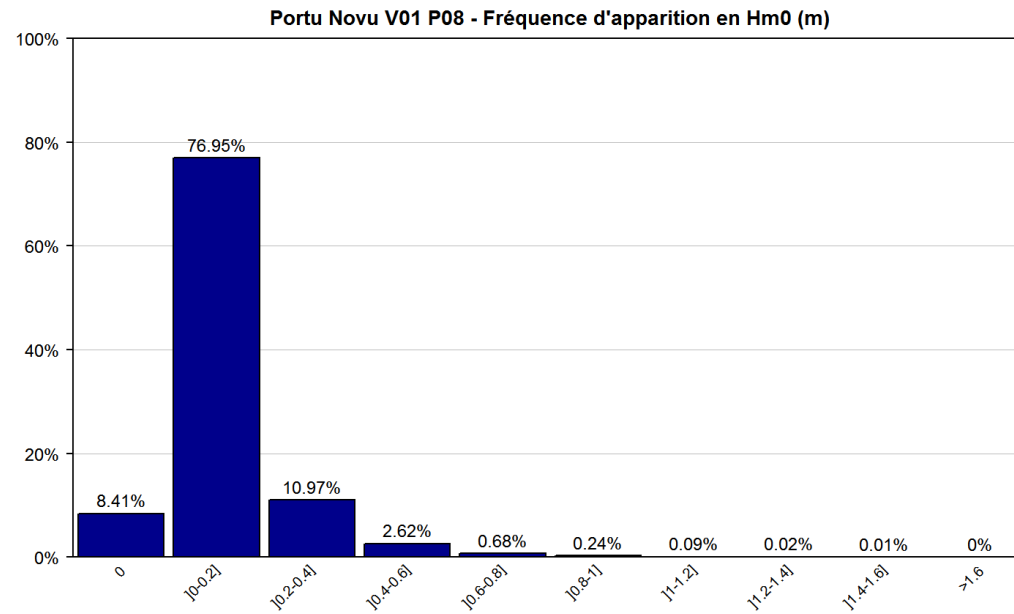


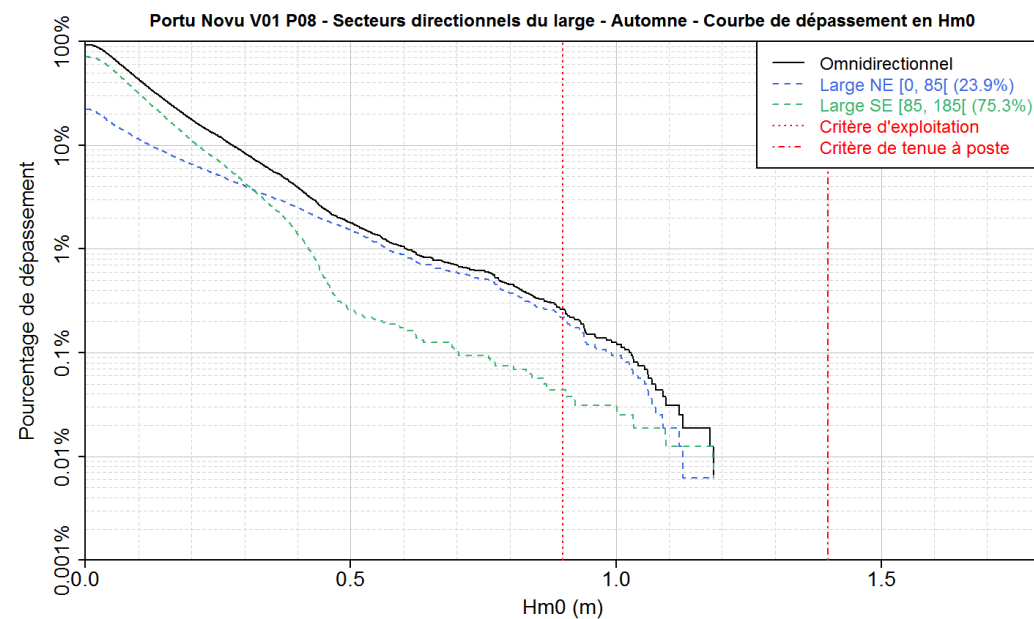
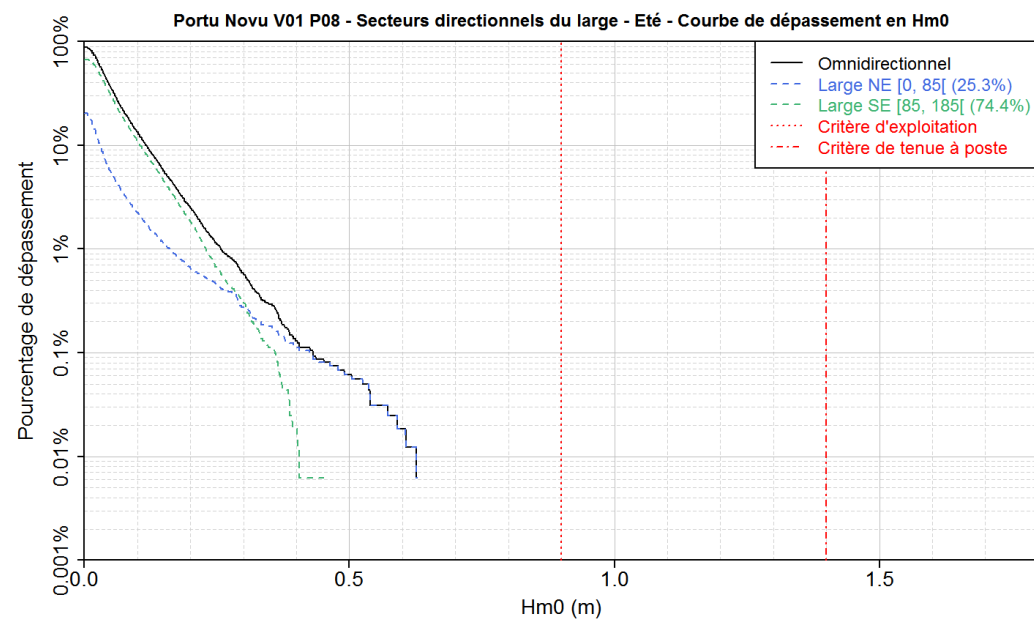
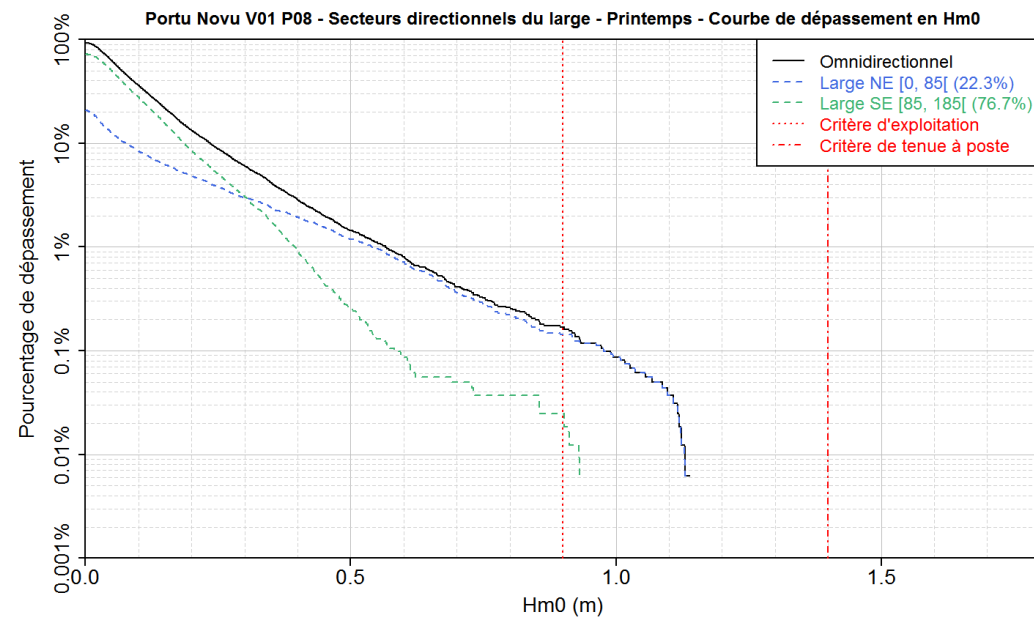
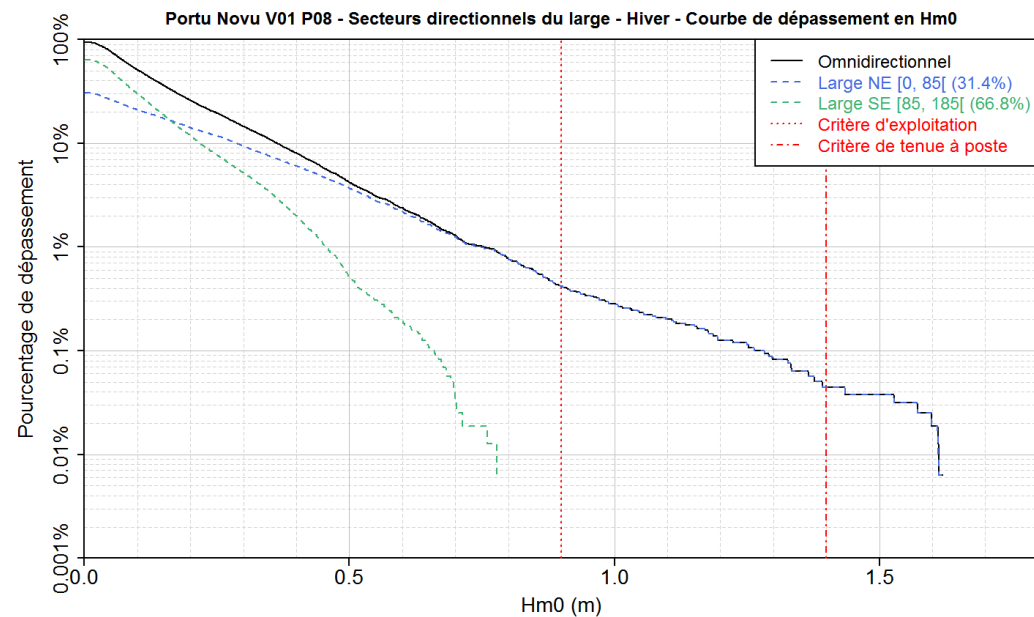
Portu Novu V01 P08 - Corrélogramme Hm0 / Tp

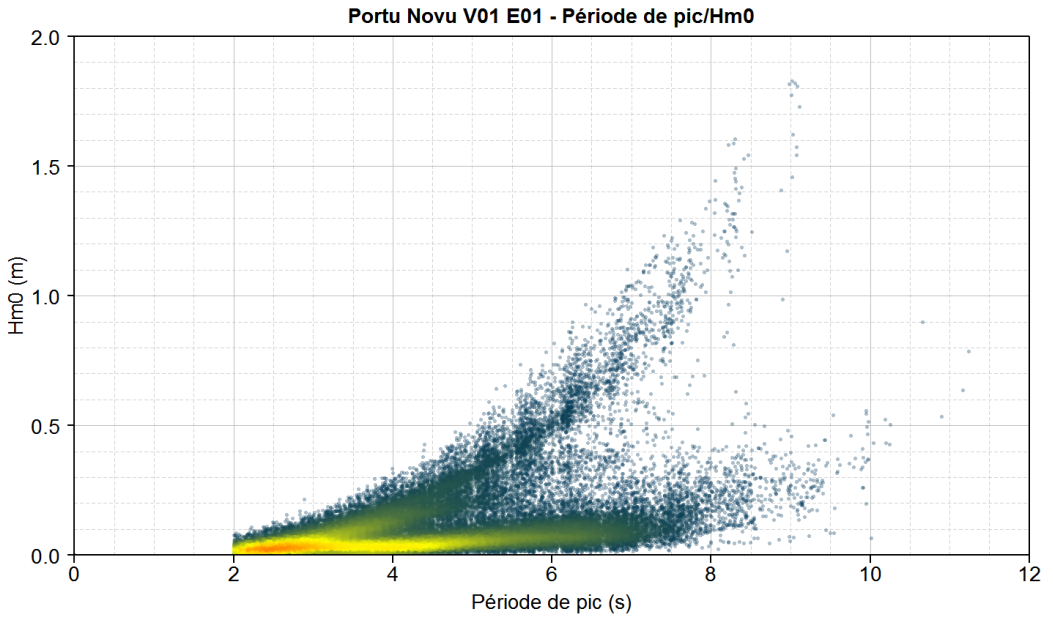
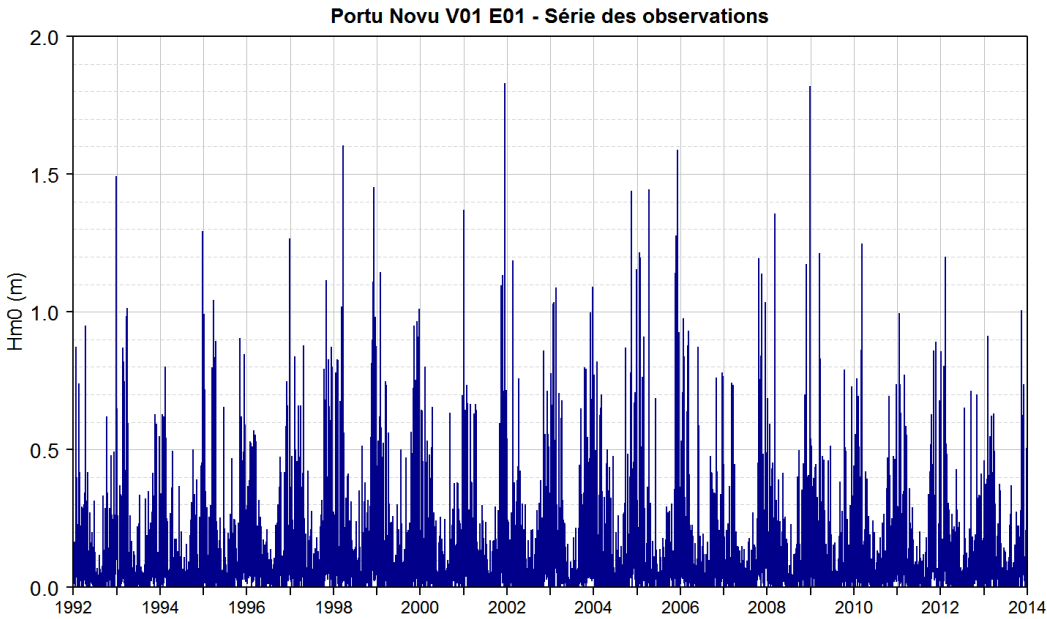
|           | ]0,1] | ]1,2] | ]2,3] | ]3,4] | ]4,5] | ]5,6] | ]6,7] | ]7,8] | ]8,9] | ]9,10] | ]10,11] | ]11,12] | Total % |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|
| Hm0 (m)   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |         |         |         |
| ]0,0.2]   |       | 0.15  | 21.71 | 22.96 | 14.85 | 8.74  | 6.22  | 1.98  | 0.27  | 0.05   | 0.00    |         | 76.95   |
| ]0.2,0.4] |       |       |       | 0.38  | 4.62  | 3.45  | 1.33  | 0.76  | 0.33  | 0.1    | 0.00    |         | 10.97   |
| ]0.4,0.6] |       |       |       |       | 0.01  | 1.24  | 1.26  | 0.09  | 0.01  | 0.01   | 0.00    | 0.00    | 2.62    |
| ]0.6,0.8] |       |       |       |       |       | 0.00  | 0.46  | 0.21  | 0.00  |        | 0.00    | 0.00    | 0.68    |
| ]0.8,1]   |       |       |       |       |       |       | 0.00  | 0.22  | 0.01  |        |         |         | 0.24    |
| ]1,1.2]   |       |       |       |       |       |       |       | 0.03  | 0.06  |        |         |         | 0.09    |
| ]1.2,1.4] |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.02  | 0.00   |         |         | 0.02    |
| ]1.4,1.6] |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.01   |         |         | 0.01    |
| ]1.6,1.8] |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.00  | 0.00   |         |         | 0.00    |
| >1.8      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |         |         |         |
| Total %   |       | 0.15  | 21.71 | 23.34 | 19.47 | 13.44 | 9.28  | 3.3   | 0.7   | 0.17   | 0.01    | 0.00    | 91.59%  |

Période de pic (s)

Hm0 Calmes : 8.41 %







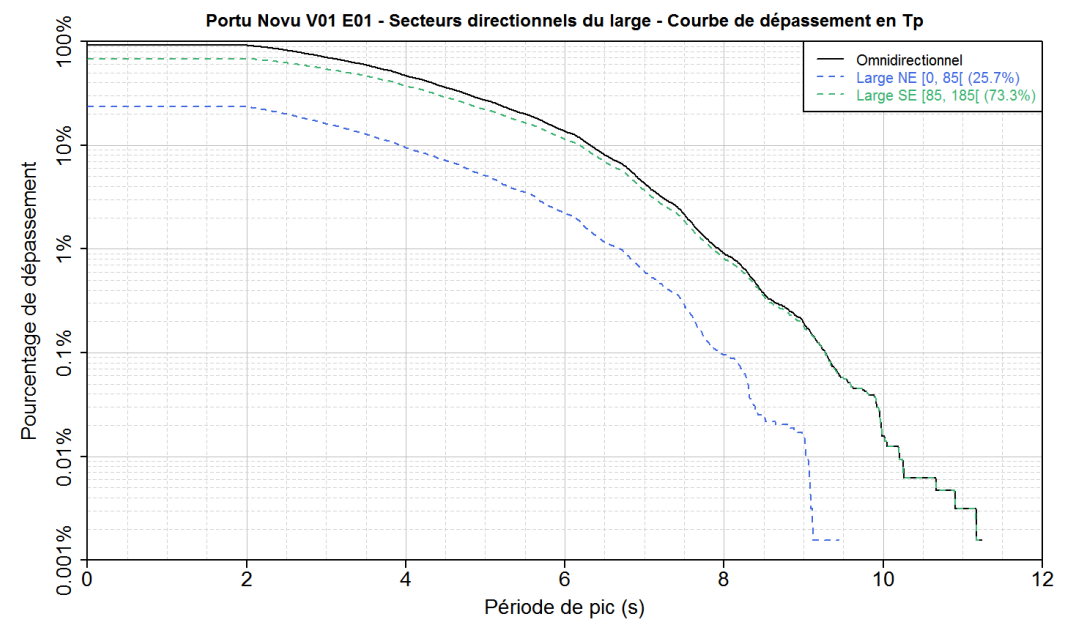
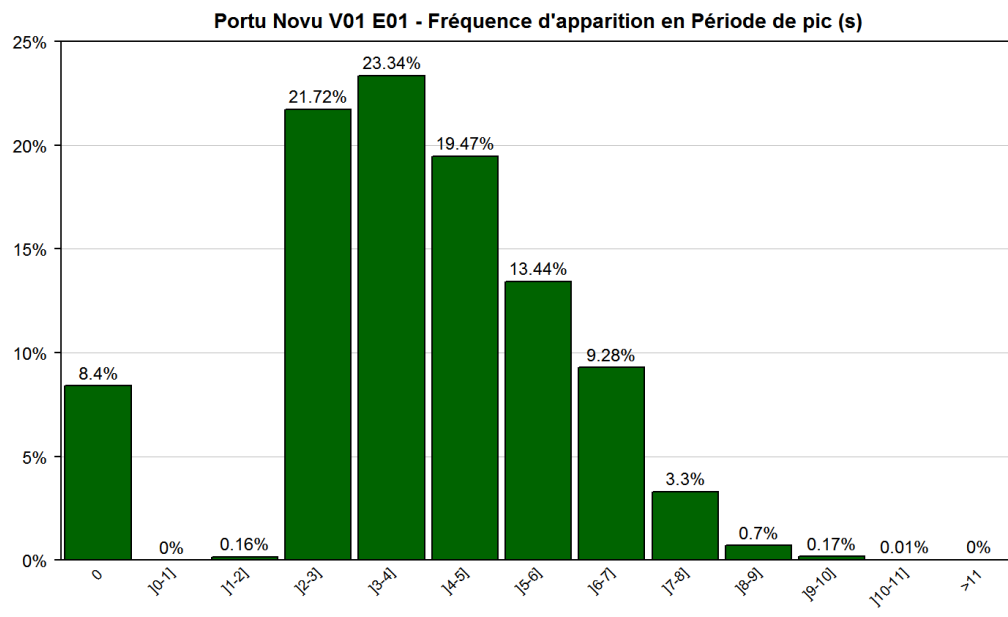
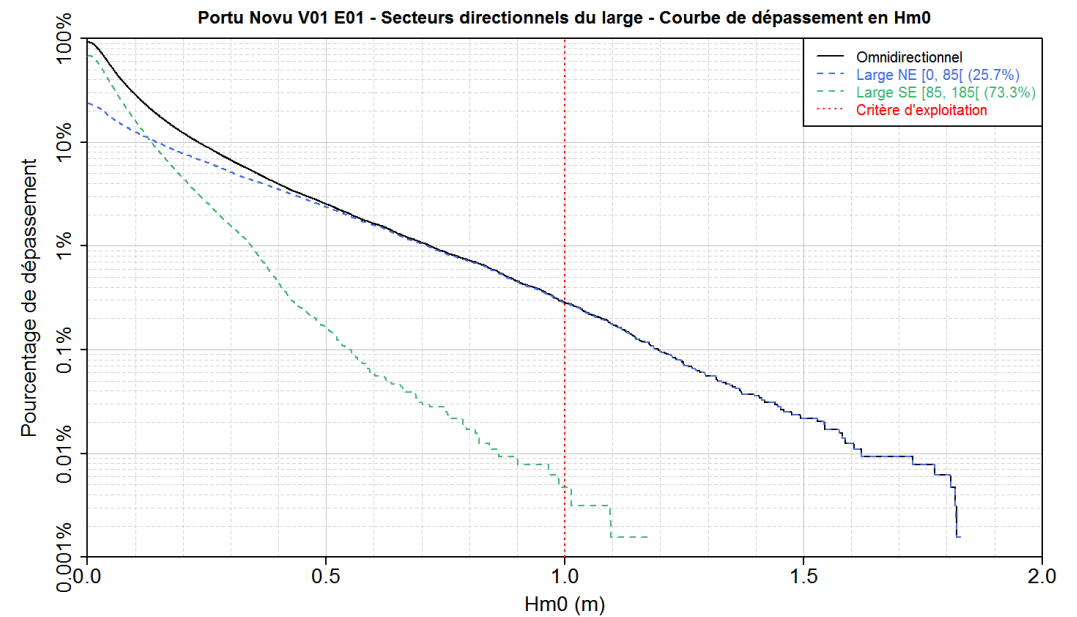
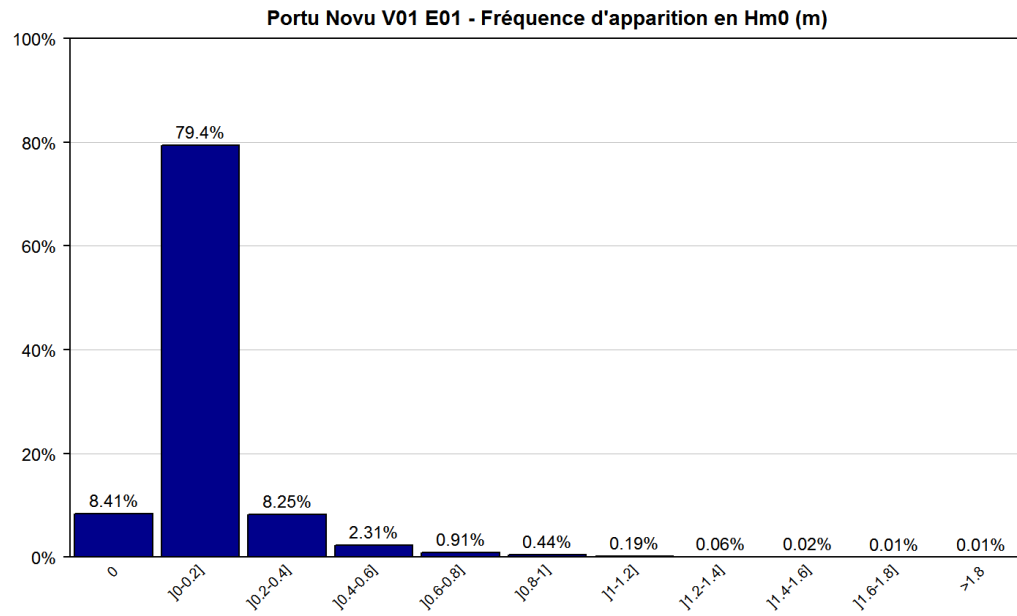
Portu Novu V01 E01 - Corrélogramme Hm0 / Tp

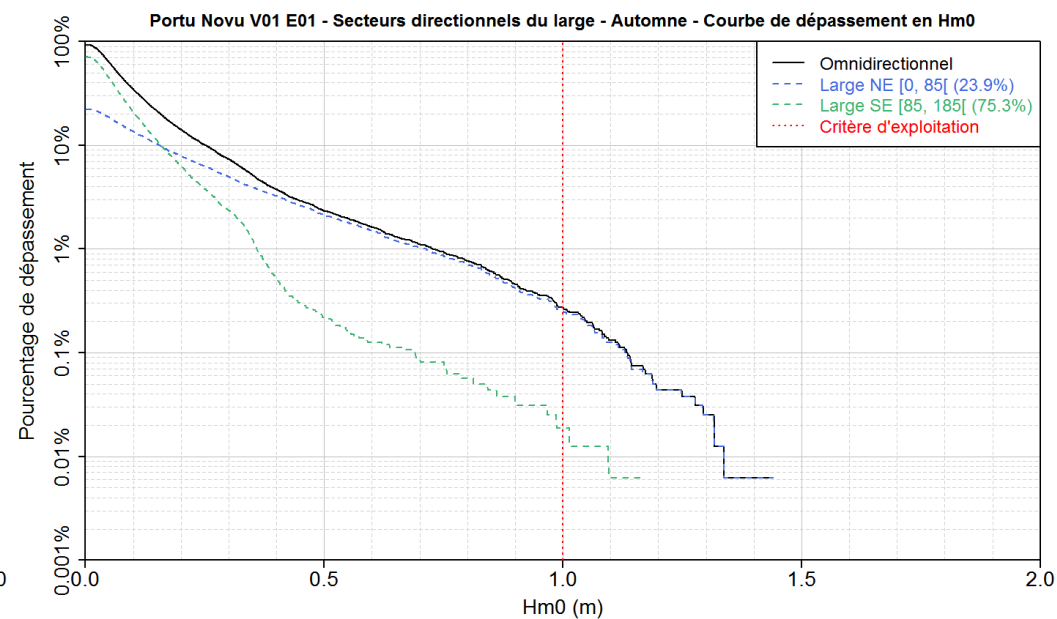
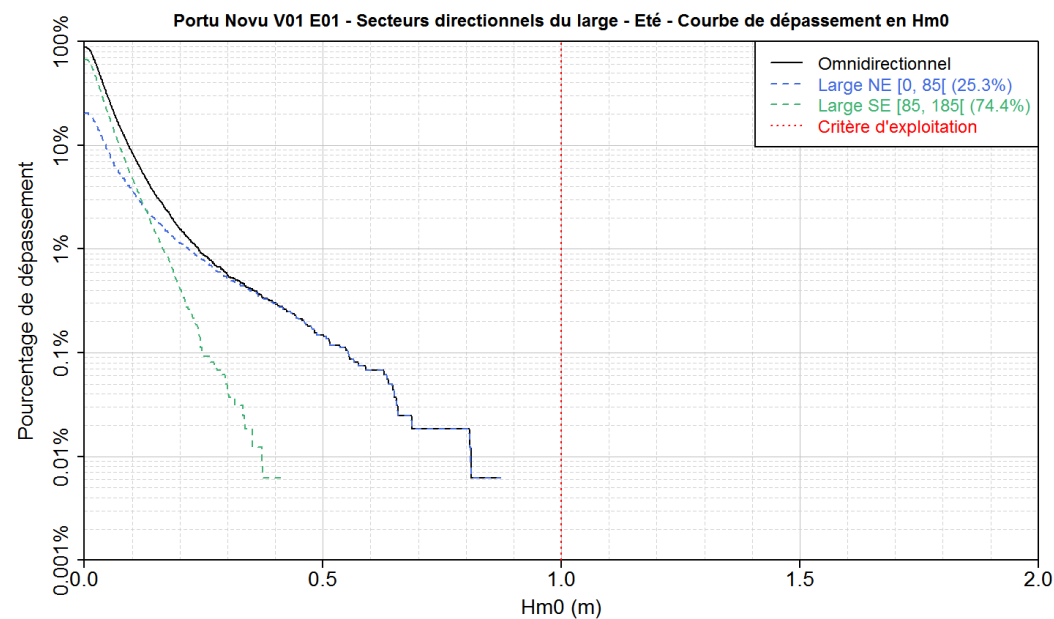
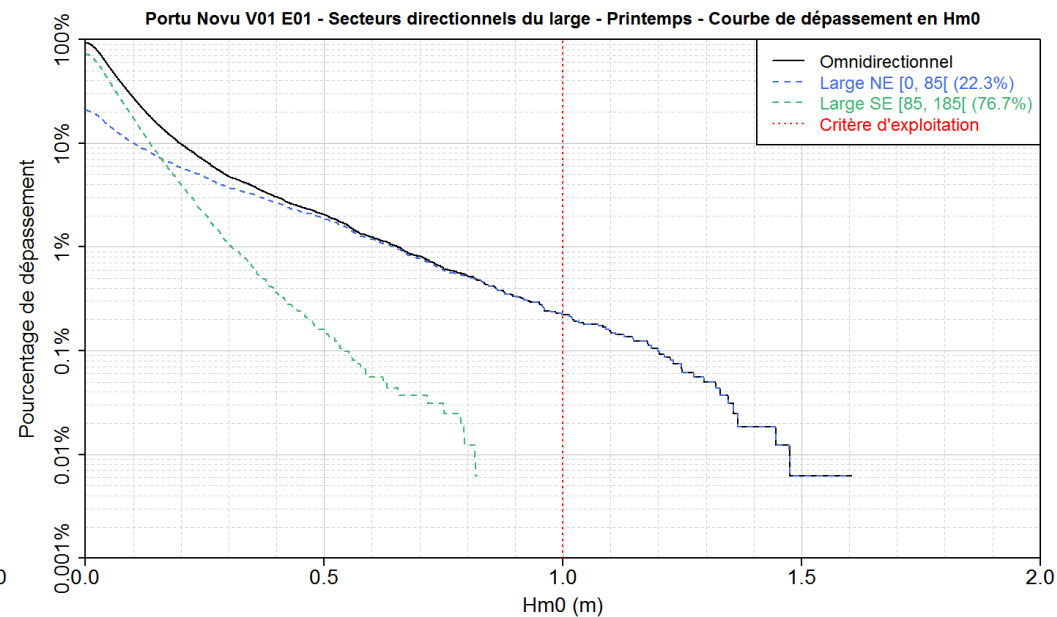
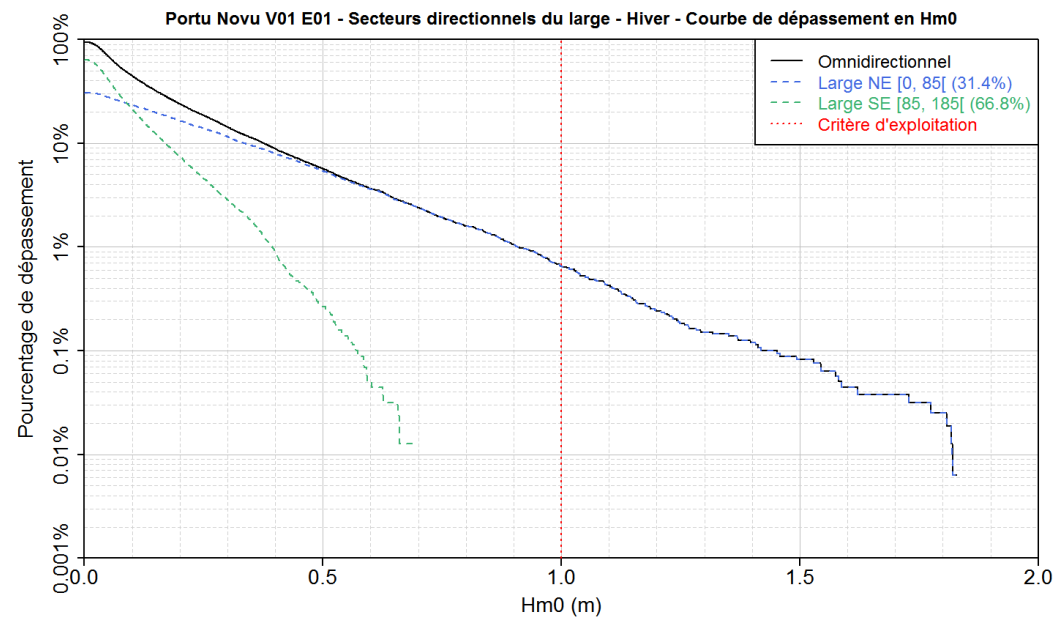
|           | [0,1] | [1,2] | [2,3] | [3,4] | [4,5] | [5,6] | [6,7] | [7,8] | [8,9] | [9,10] | [10,11] | [11,12] | Total % |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|
| [0,0.2]   |       | 0.15  | 21.71 | 22.96 | 15.96 | 9.36  | 6.84  | 2.14  | 0.24  | 0.03   | 0.00    |         | 79.4    |
| [0.2,0.4] |       |       | 0.00  | 0.39  | 3.43  | 2.61  | 0.78  | 0.6   | 0.34  | 0.11   |         |         | 8.25    |
| [0.4,0.6] |       |       |       |       | 0.08  | 1.38  | 0.72  | 0.07  | 0.03  | 0.02   | 0.01    |         | 2.31    |
| [0.6,0.8] |       |       |       |       |       | 0.09  | 0.74  | 0.07  | 0.00  |        |         | 0.00    | 0.91    |
| [0.8,1]   |       |       |       |       |       |       | 0.19  | 0.24  | 0.01  |        | 0.00    |         | 0.44    |
| [1,1.2]   |       |       |       |       |       |       | 0.01  | 0.16  | 0.02  |        |         |         | 0.19    |
| [1.2,1.4] |       |       |       |       |       |       |       | 0.02  | 0.04  |        |         |         | 0.06    |
| [1.4,1.6] |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.02  | 0.00   |         |         | 0.02    |
| [1.6,1.8] |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.00   | 0.00    |         | 0.01    |
| [1.8,2]   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        | 0.00    |         | 0.01    |
| >2        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |         |         |         |
| Total %   |       | 0.15  | 21.71 | 23.34 | 19.47 | 13.44 | 9.28  | 3.3   | 0.7   | 0.17   | 0.01    | 0.00    | 91.59%  |

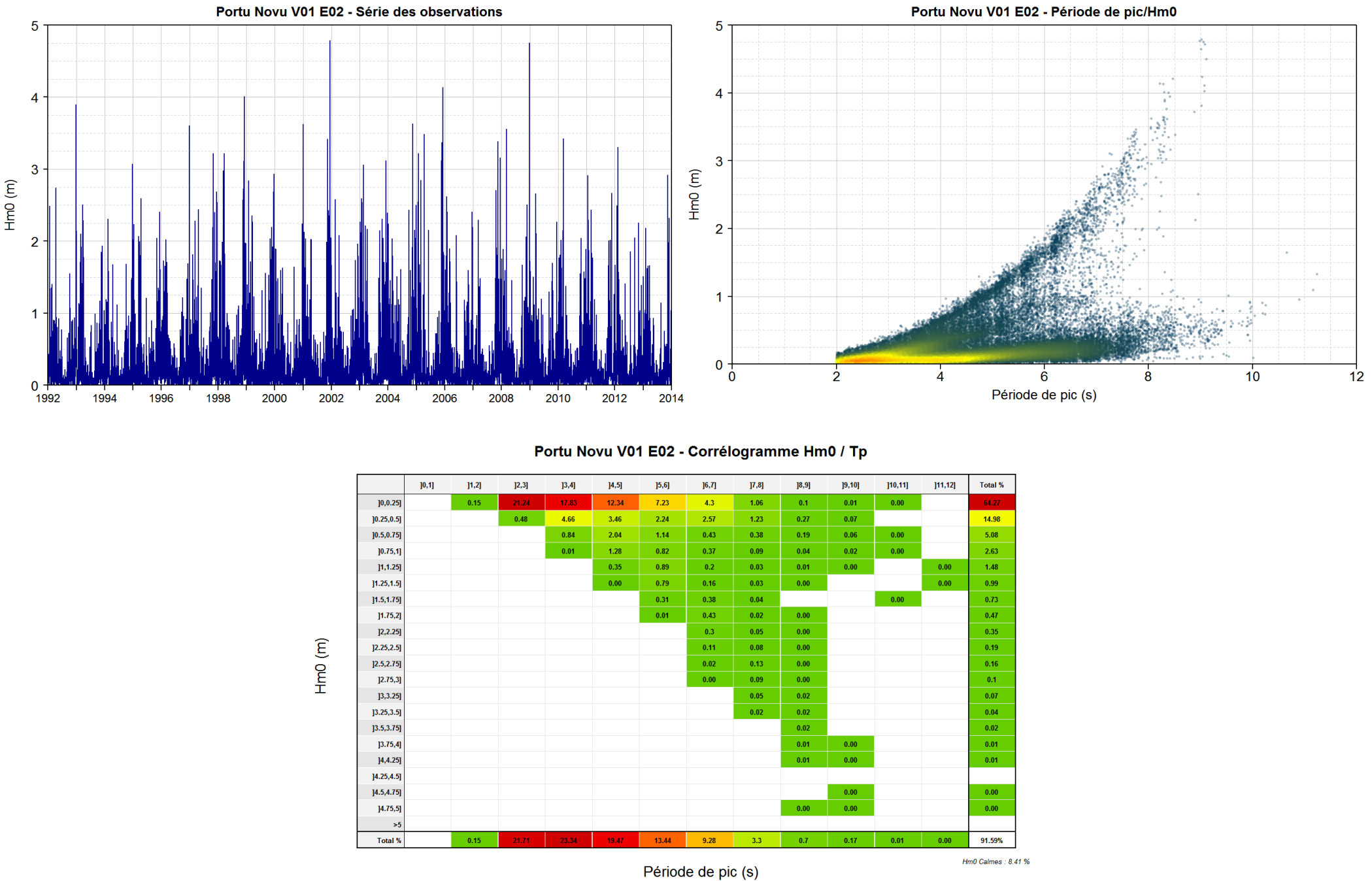
Période de pic (s)

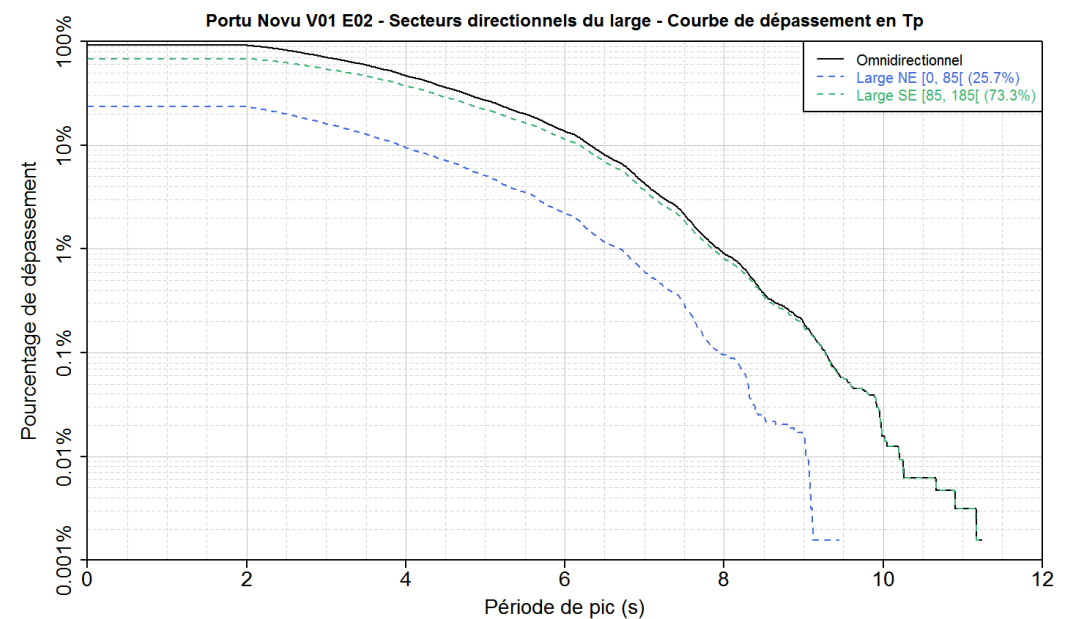
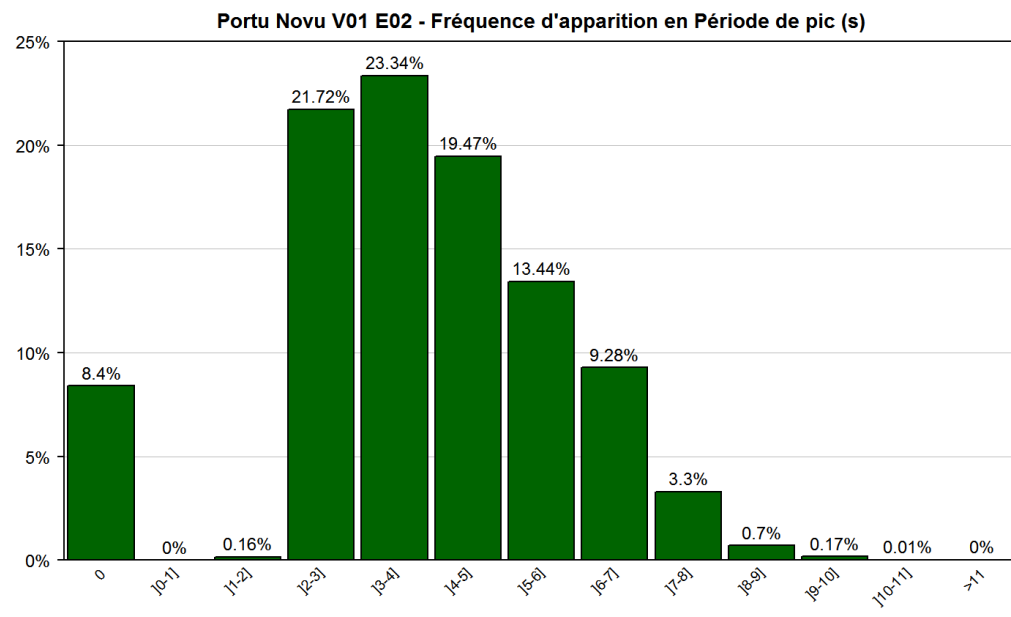
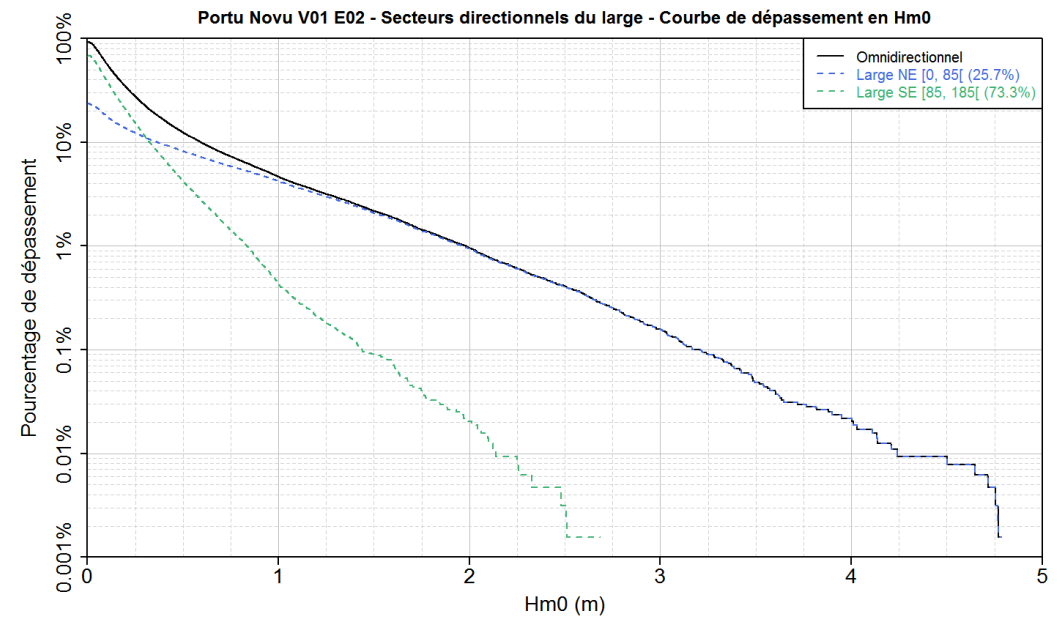
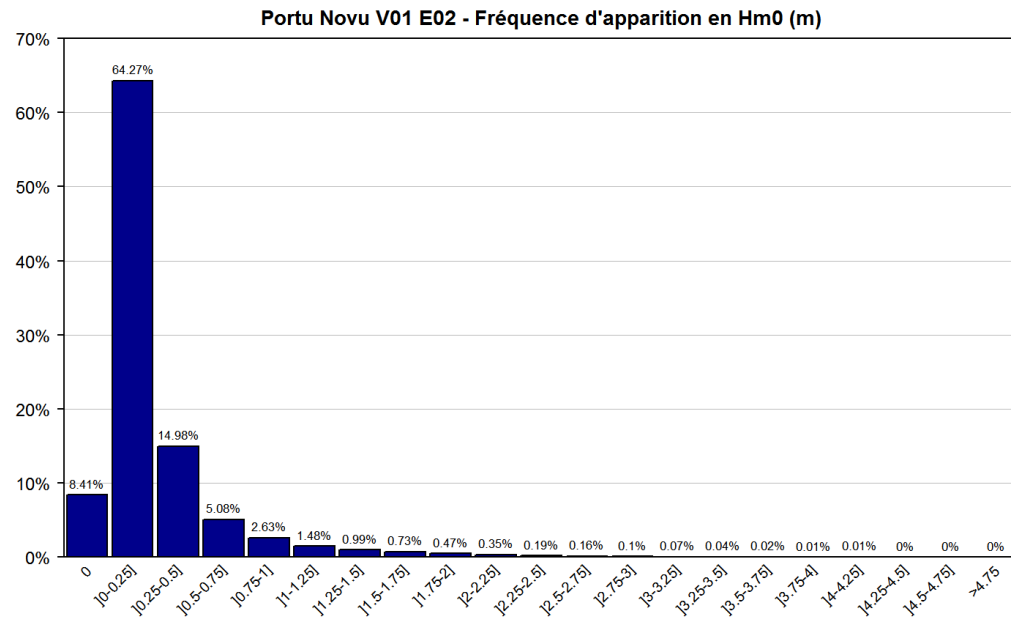
Hm0 Calmes : 8.41 %

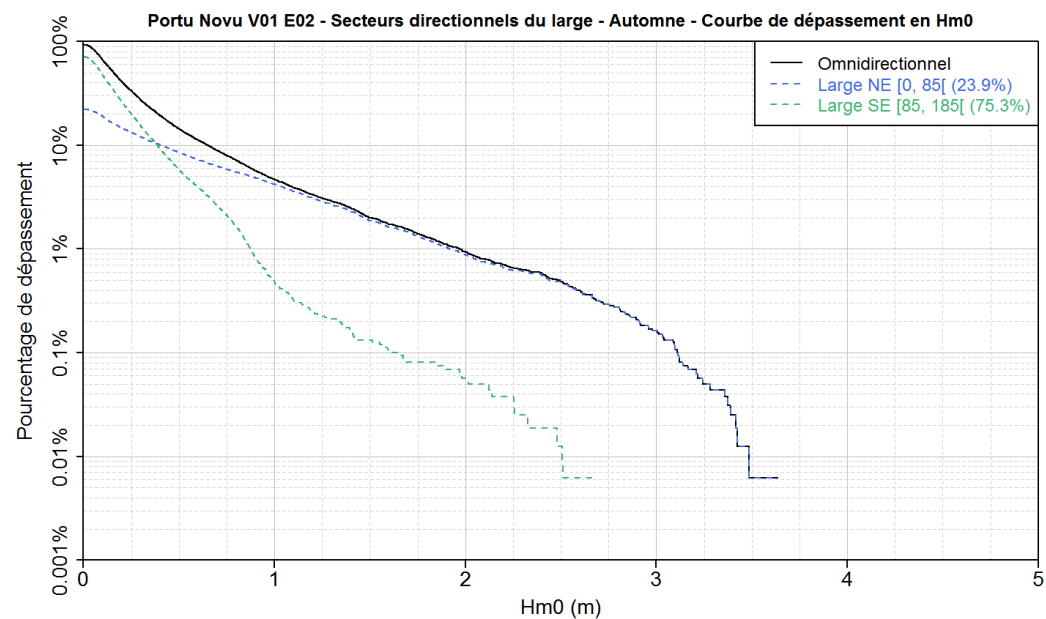
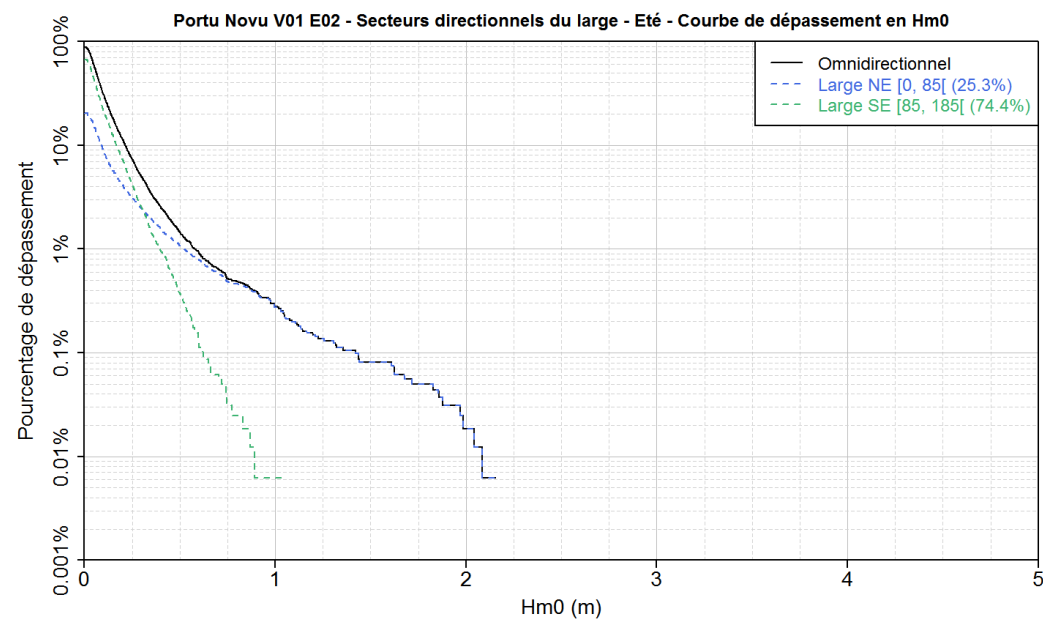
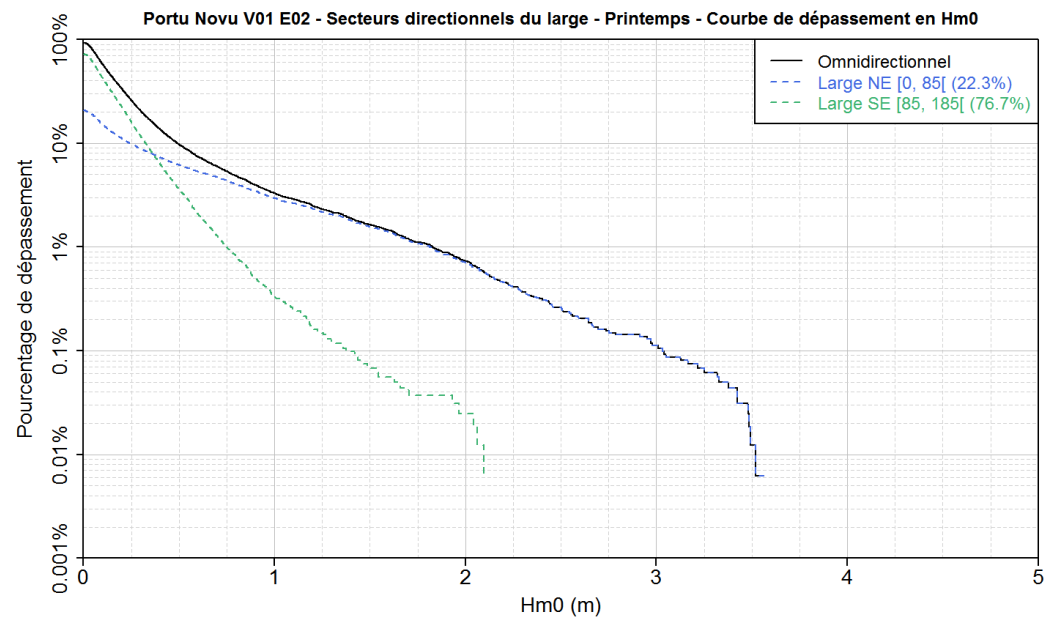
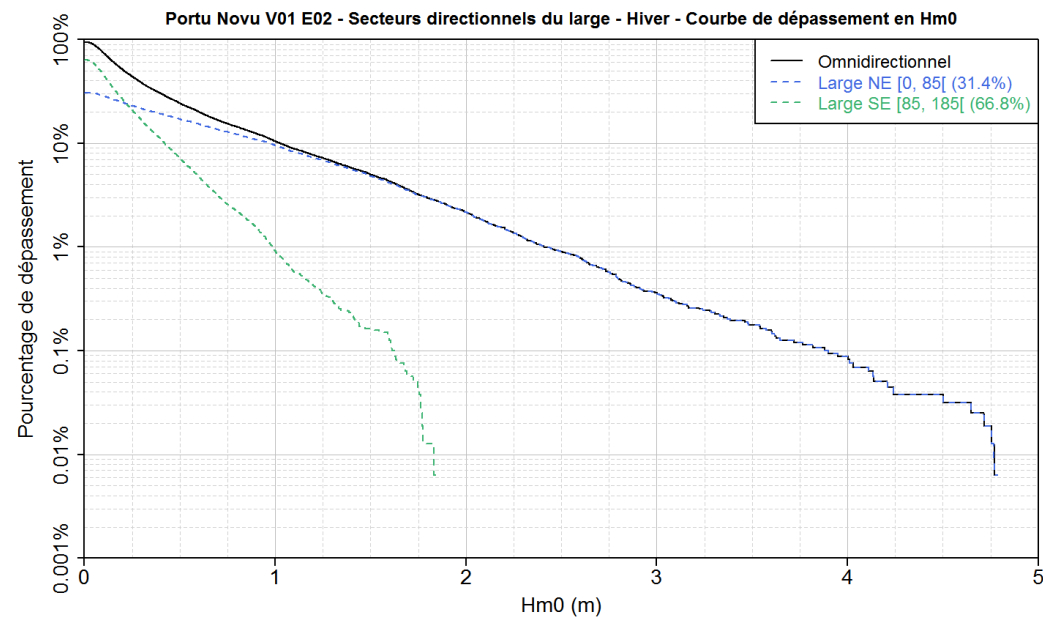




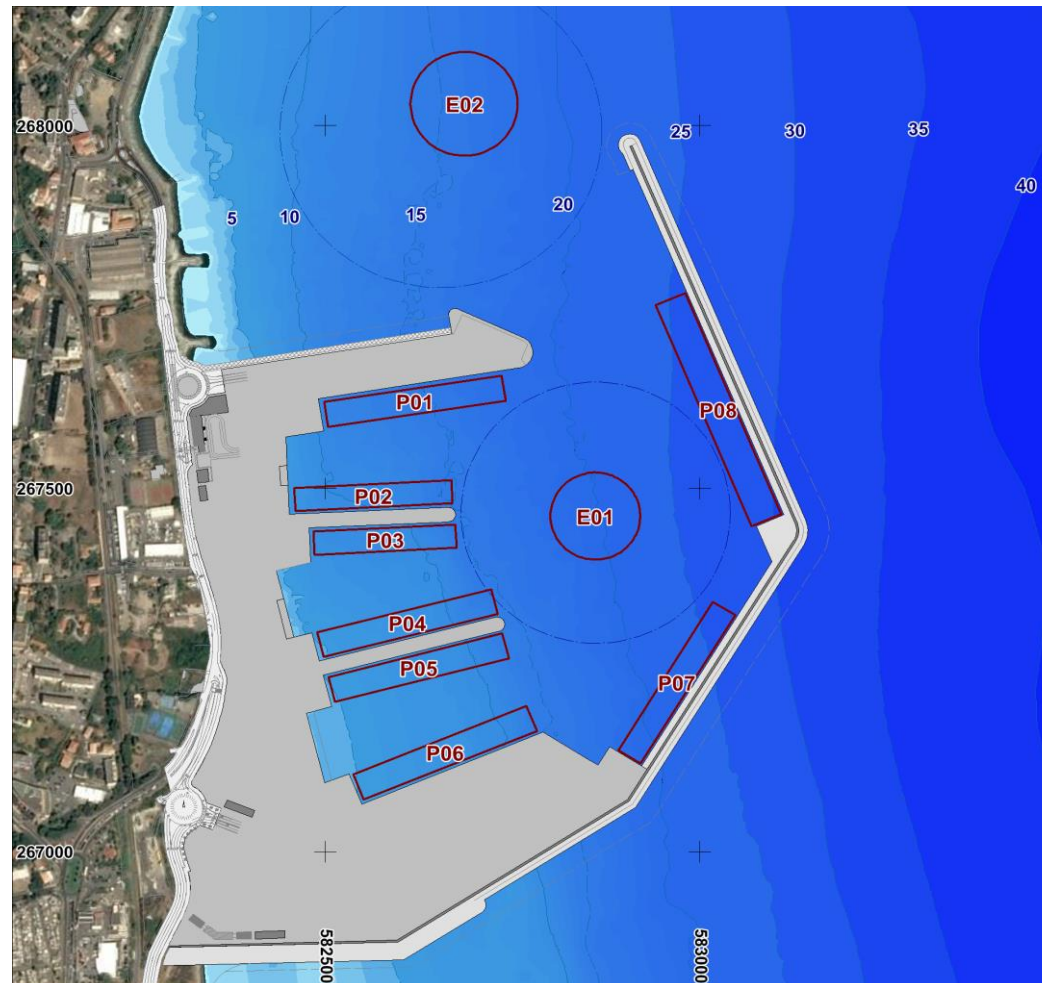




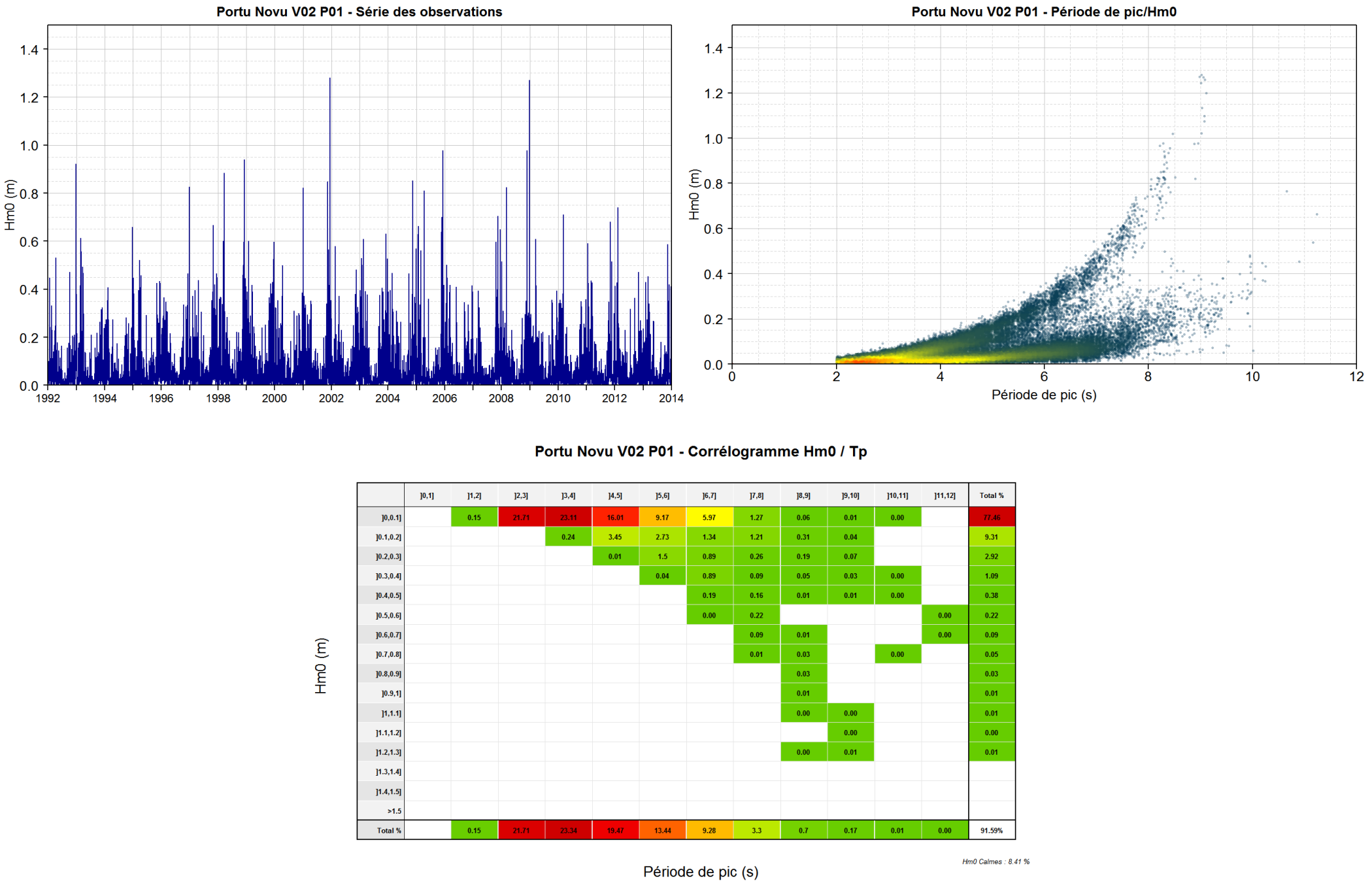


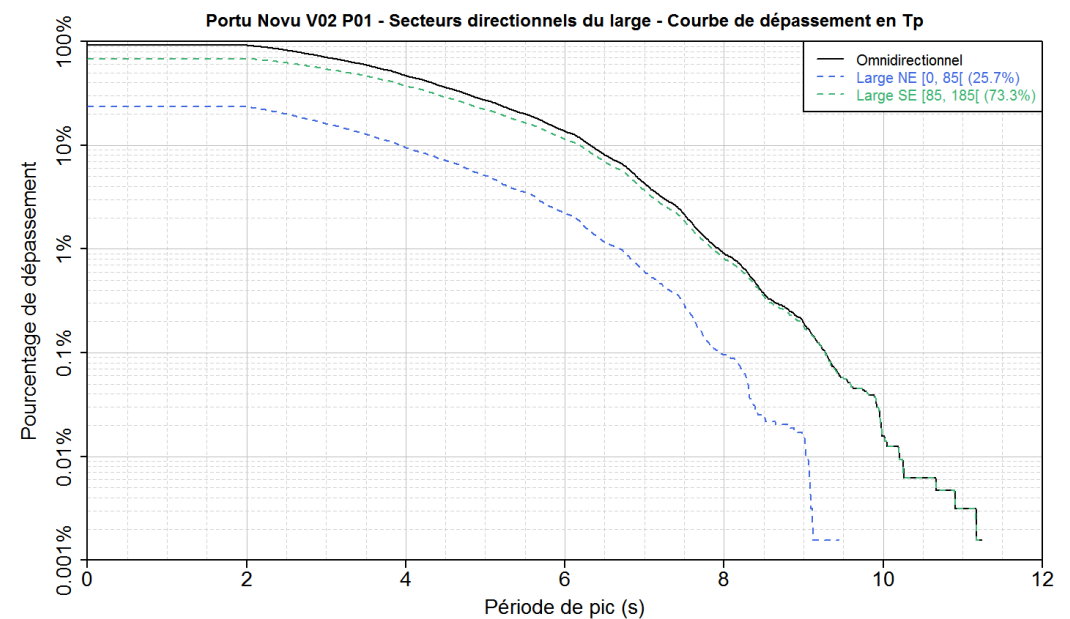
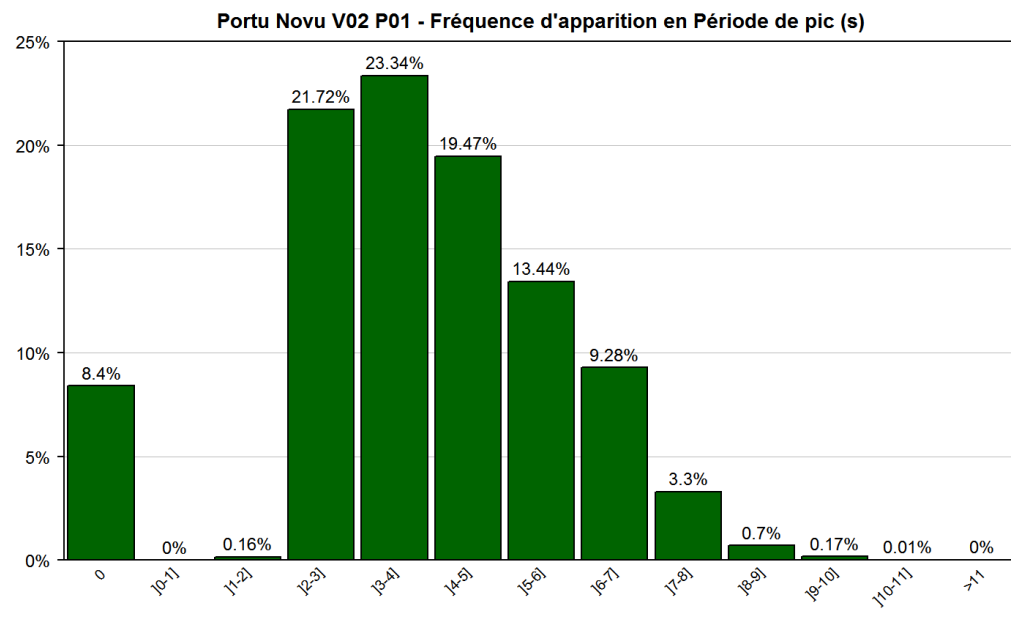
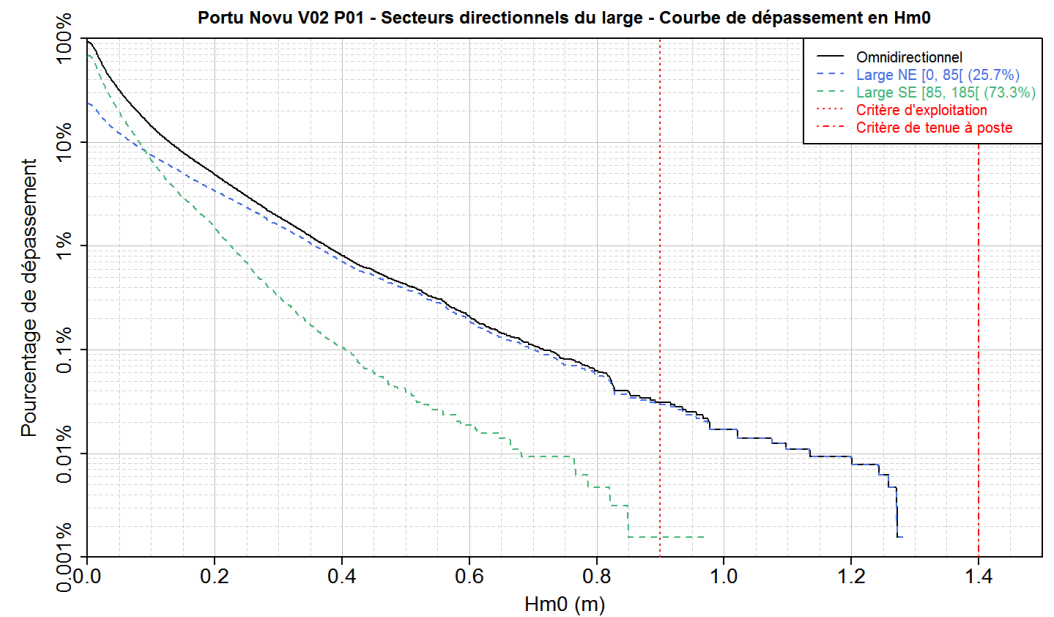
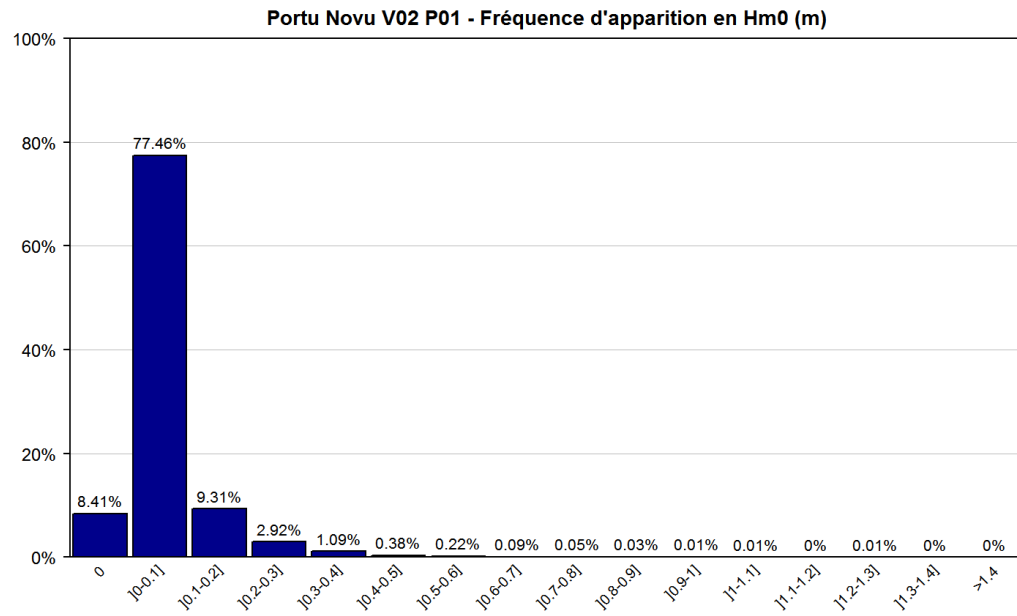


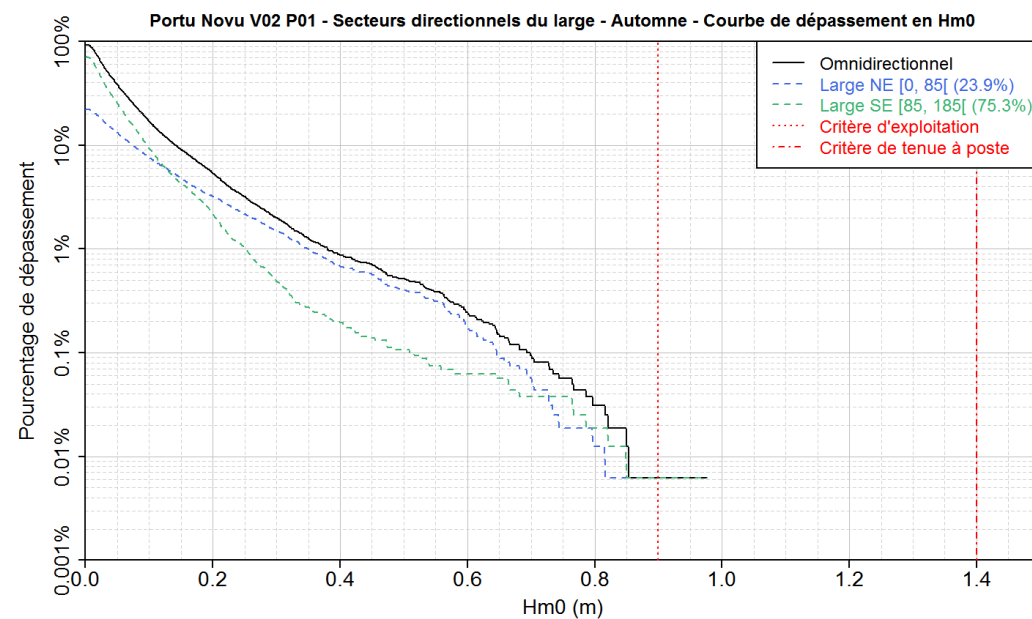
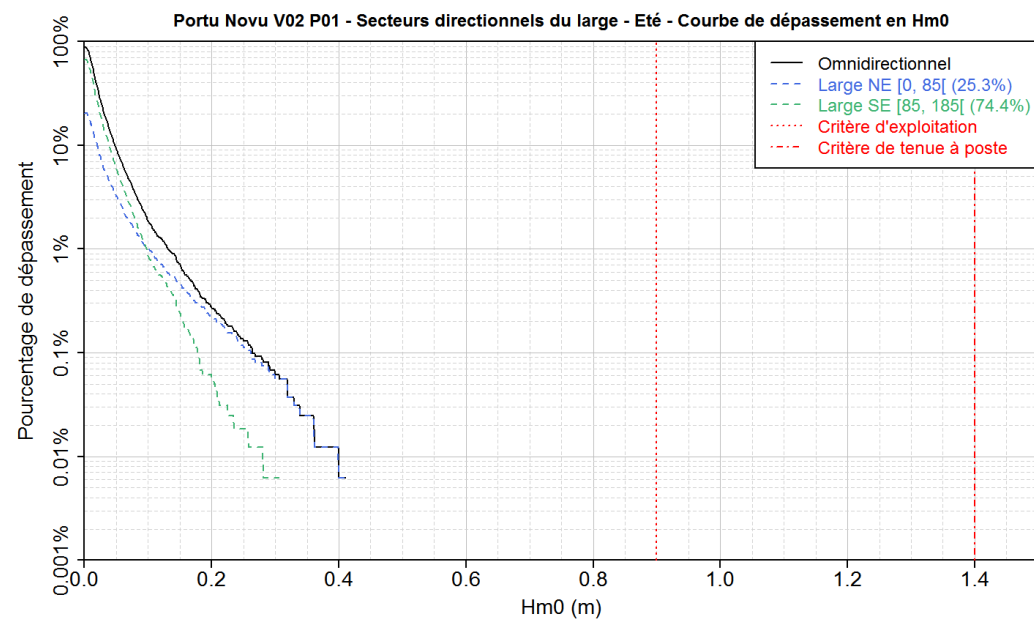
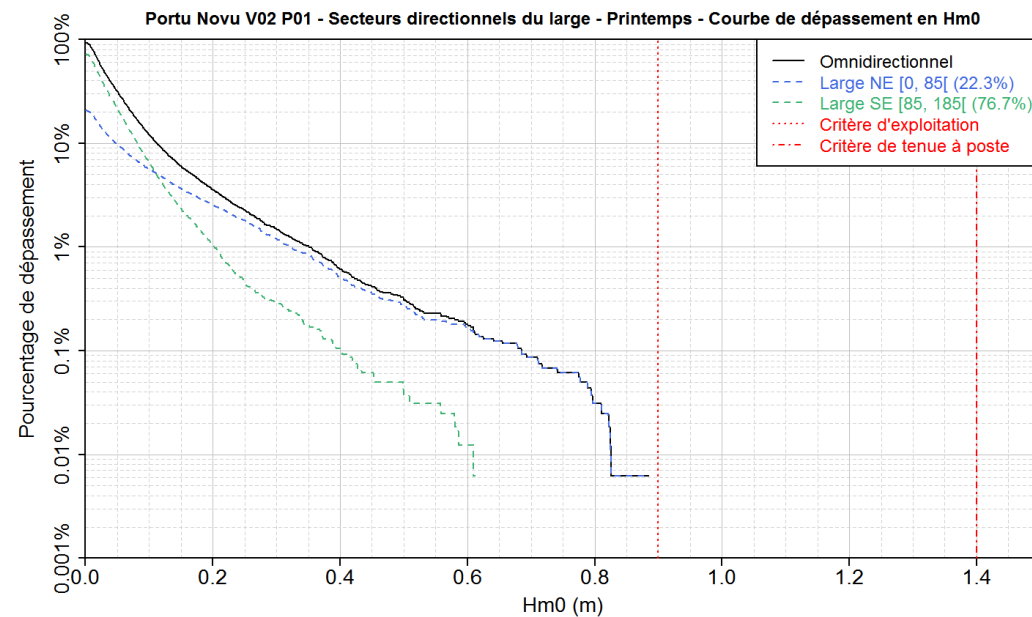
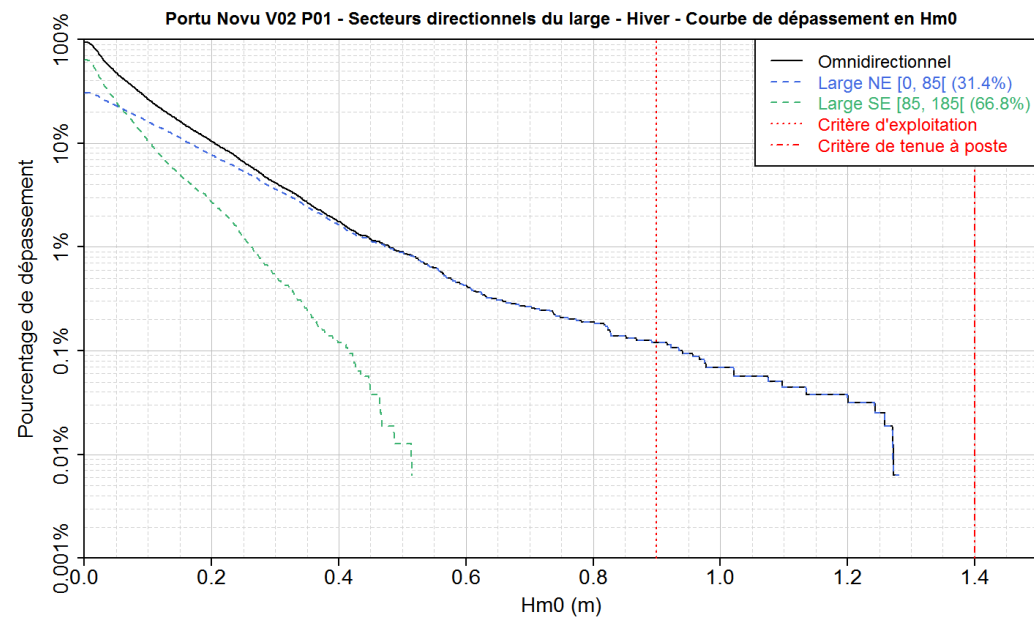
## CLIMATS D'AGITATION AUX POSTES - V02

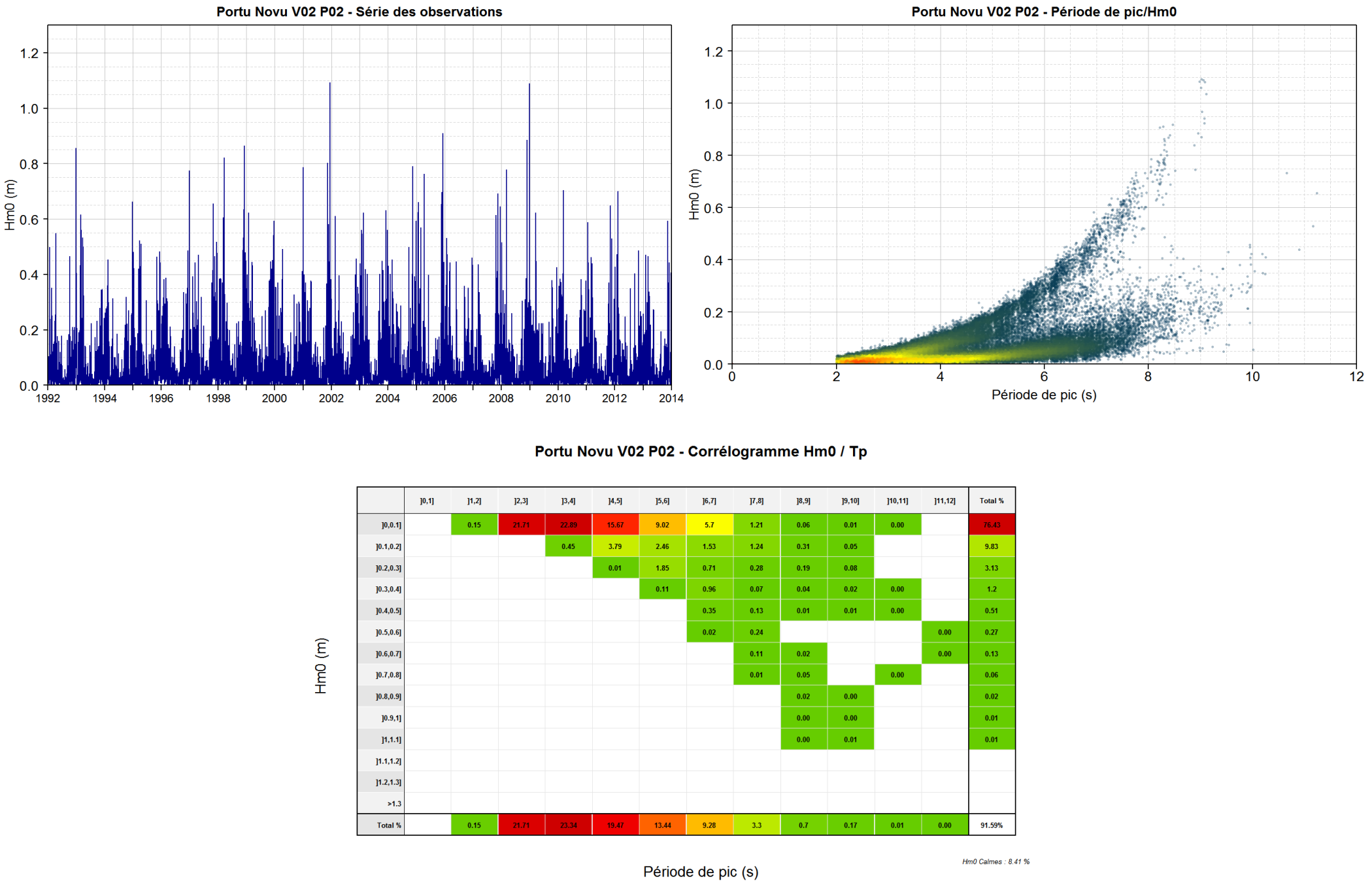


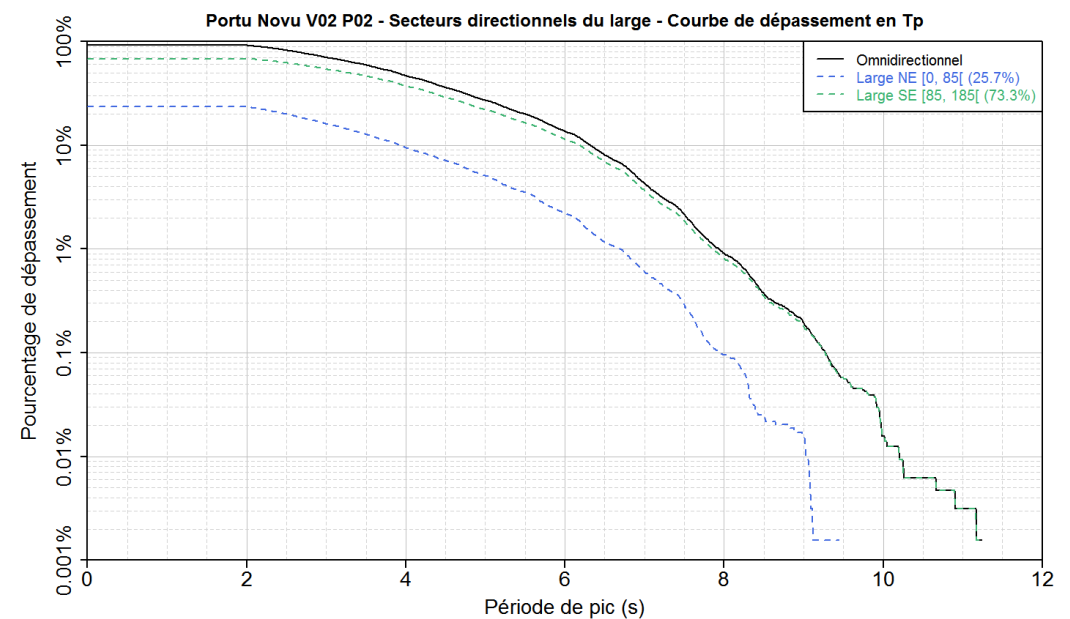
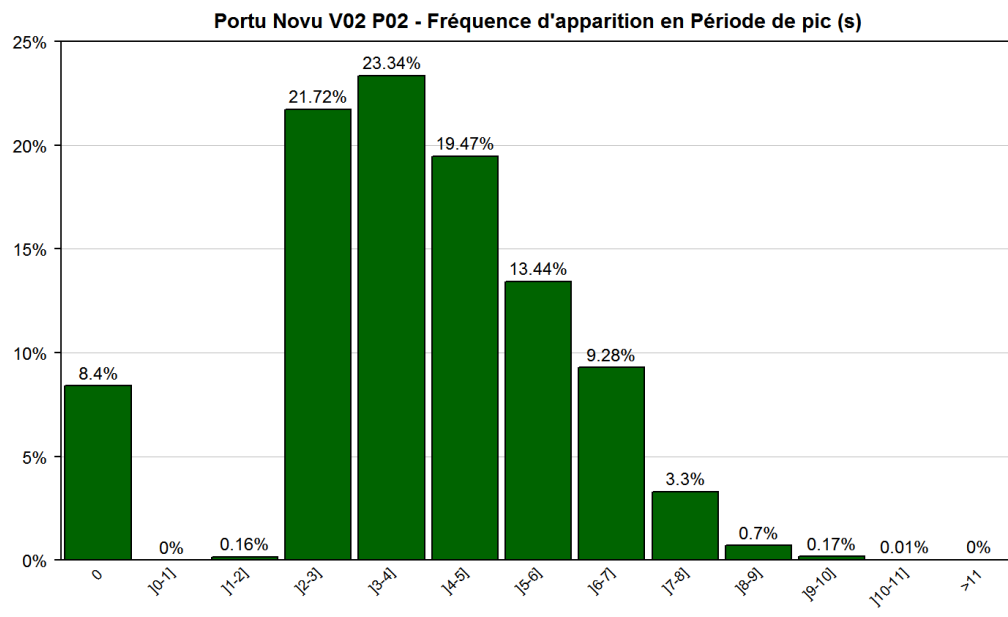
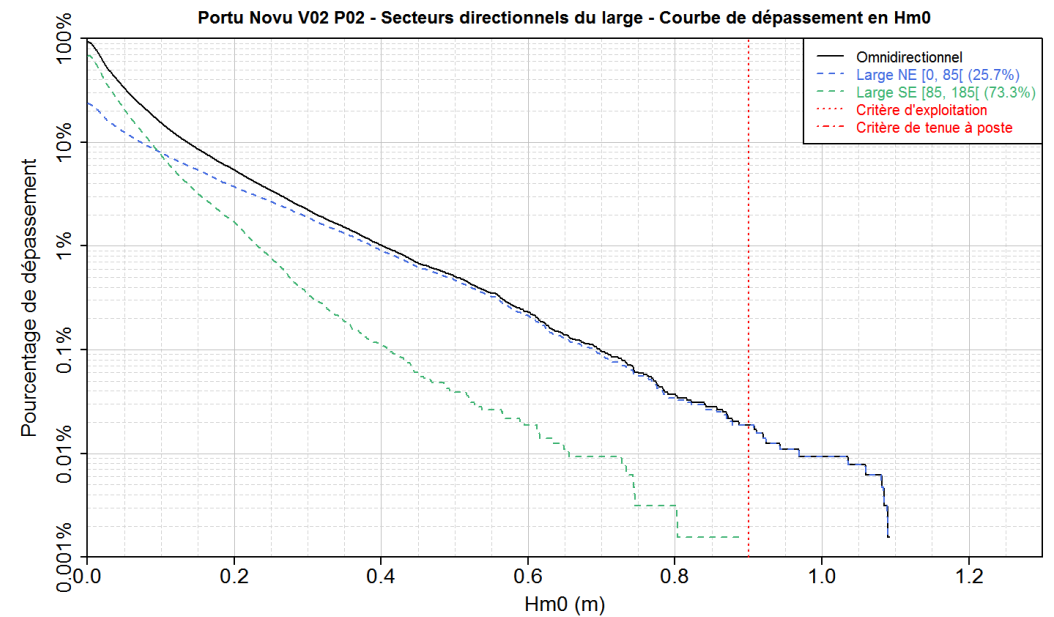
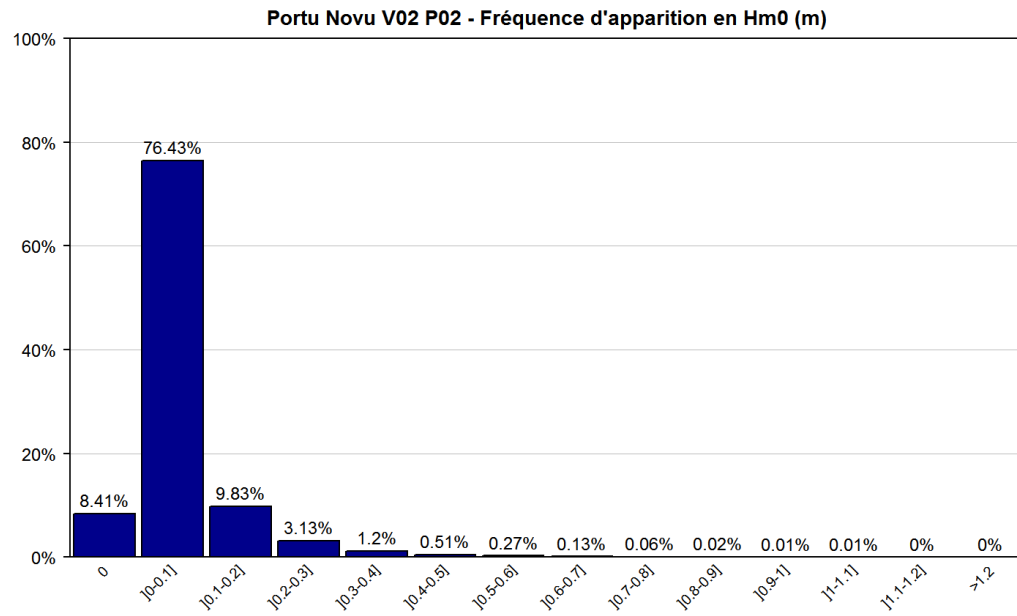


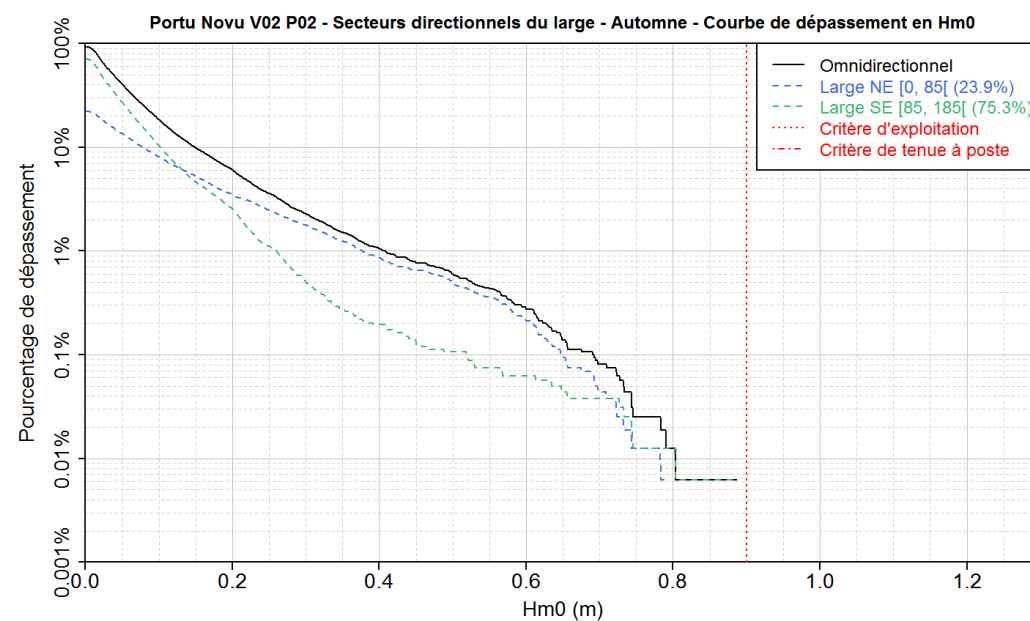
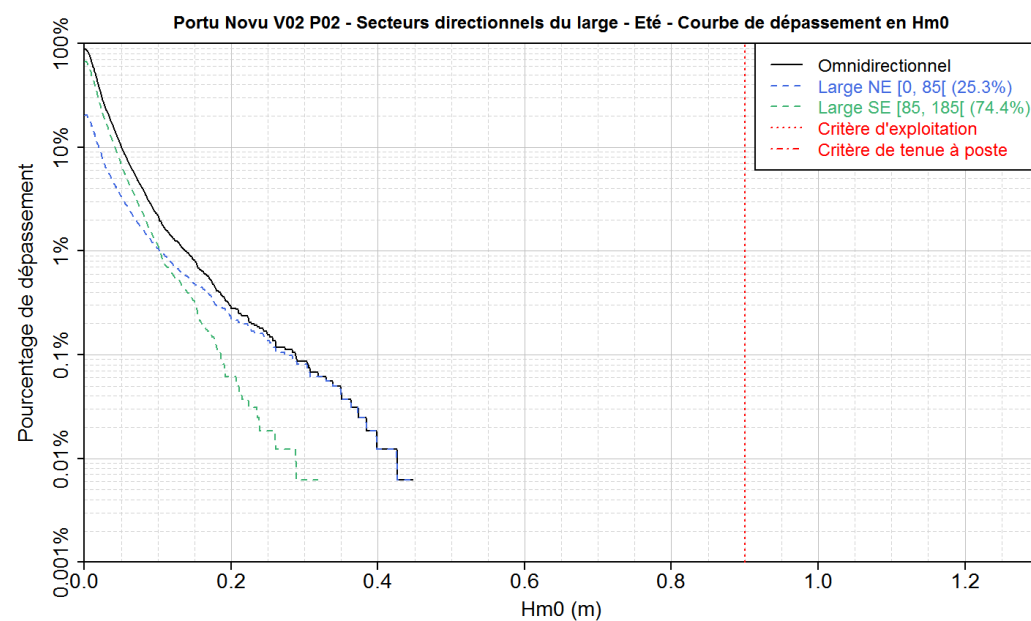
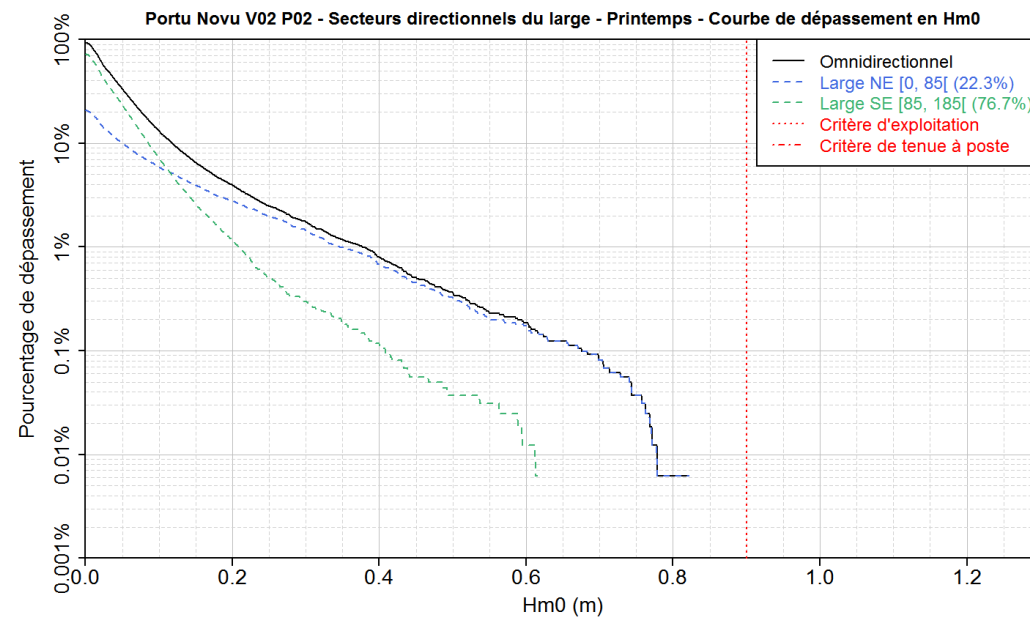
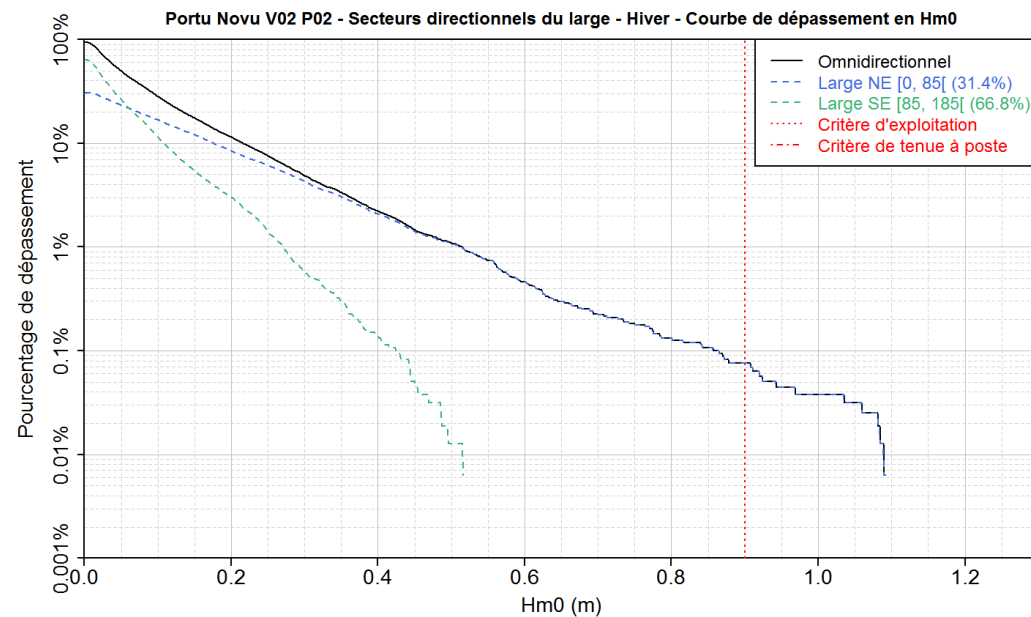




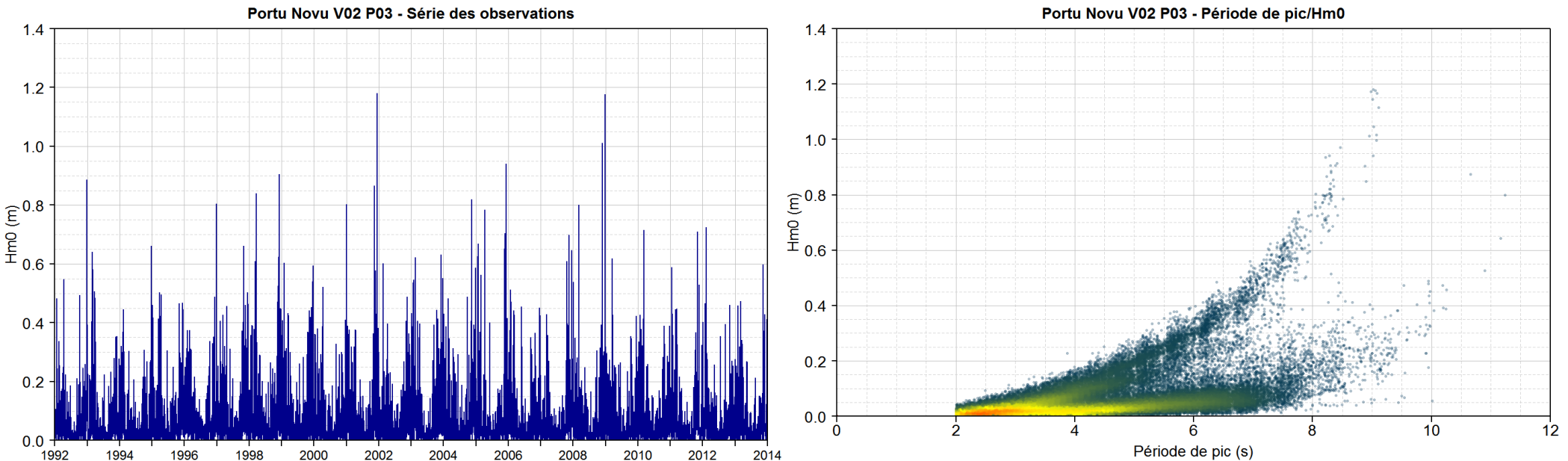










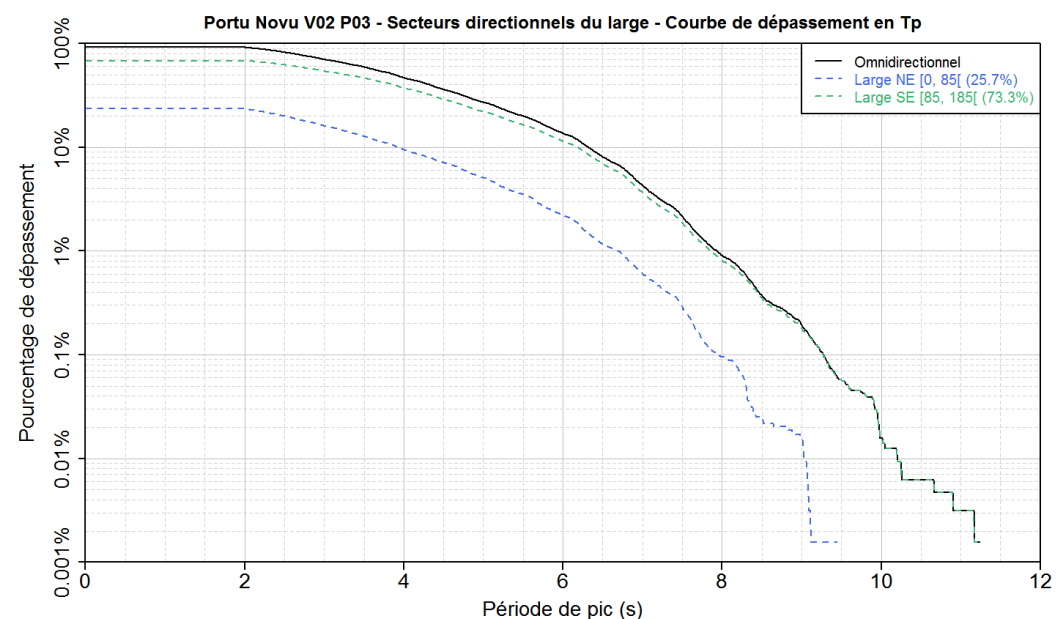
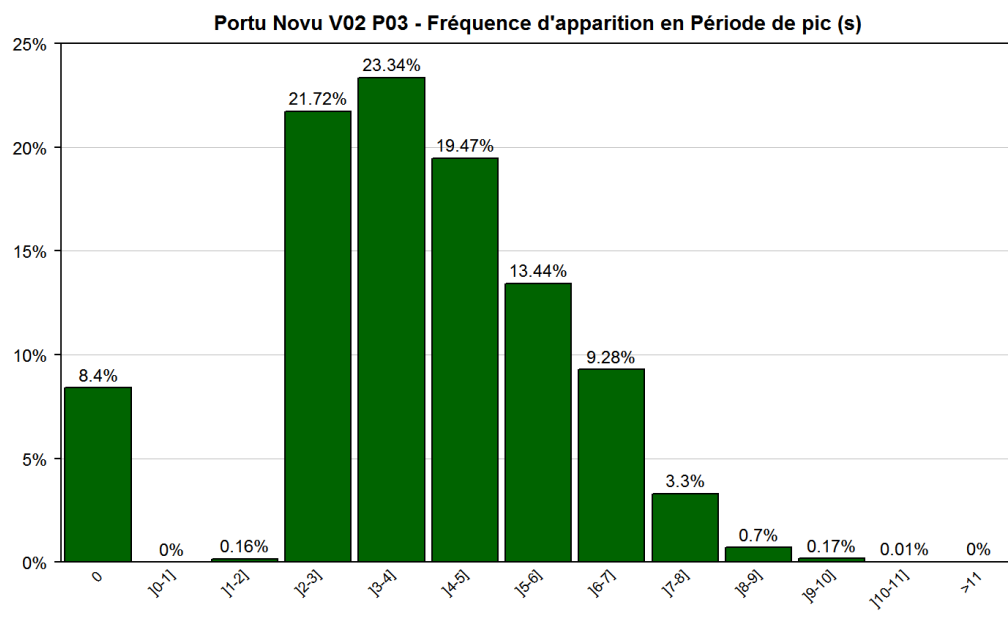
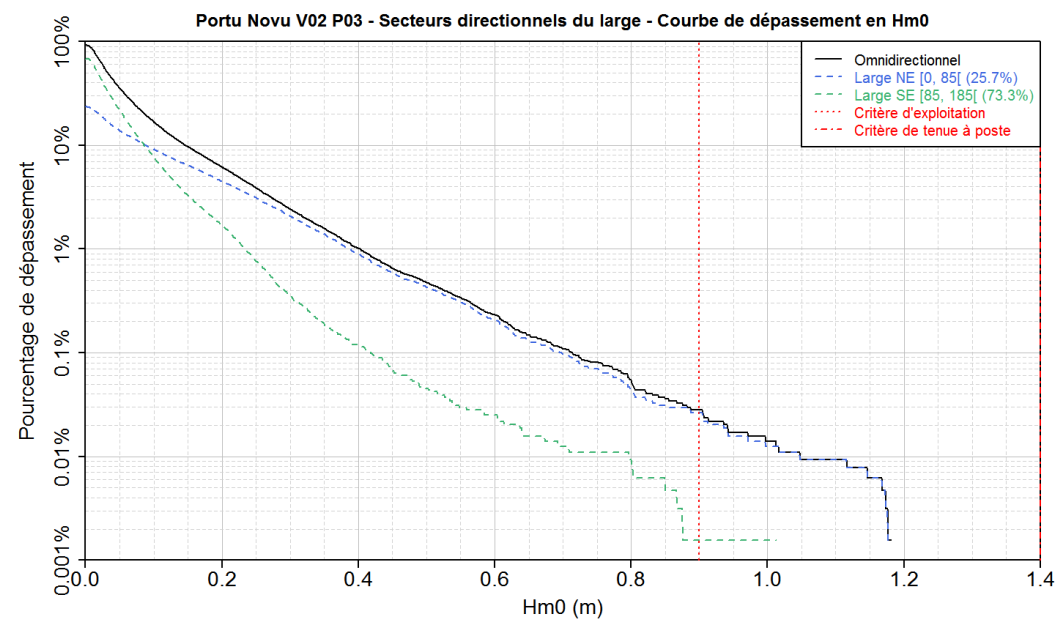
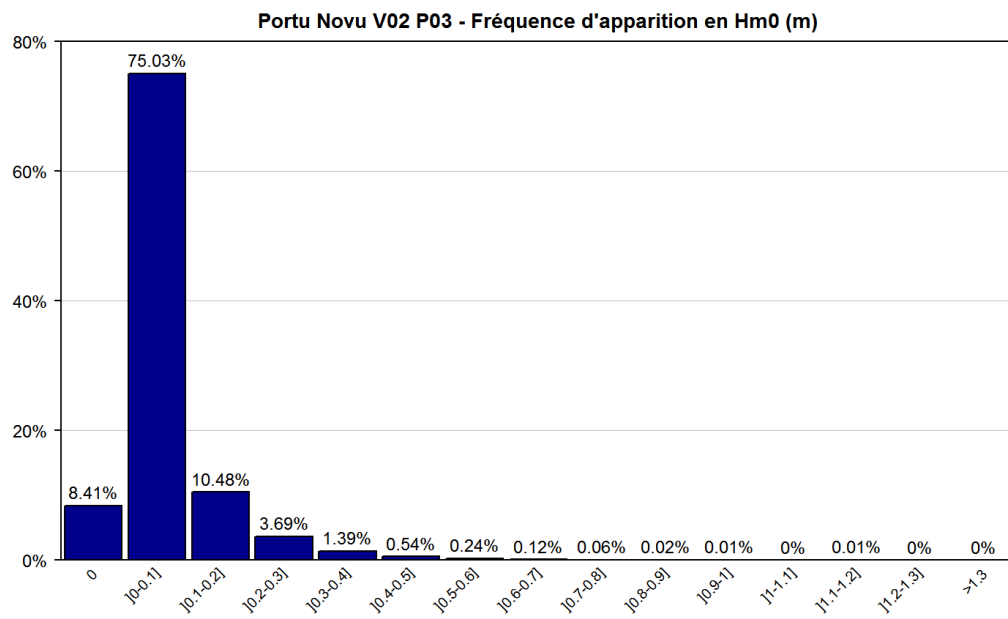


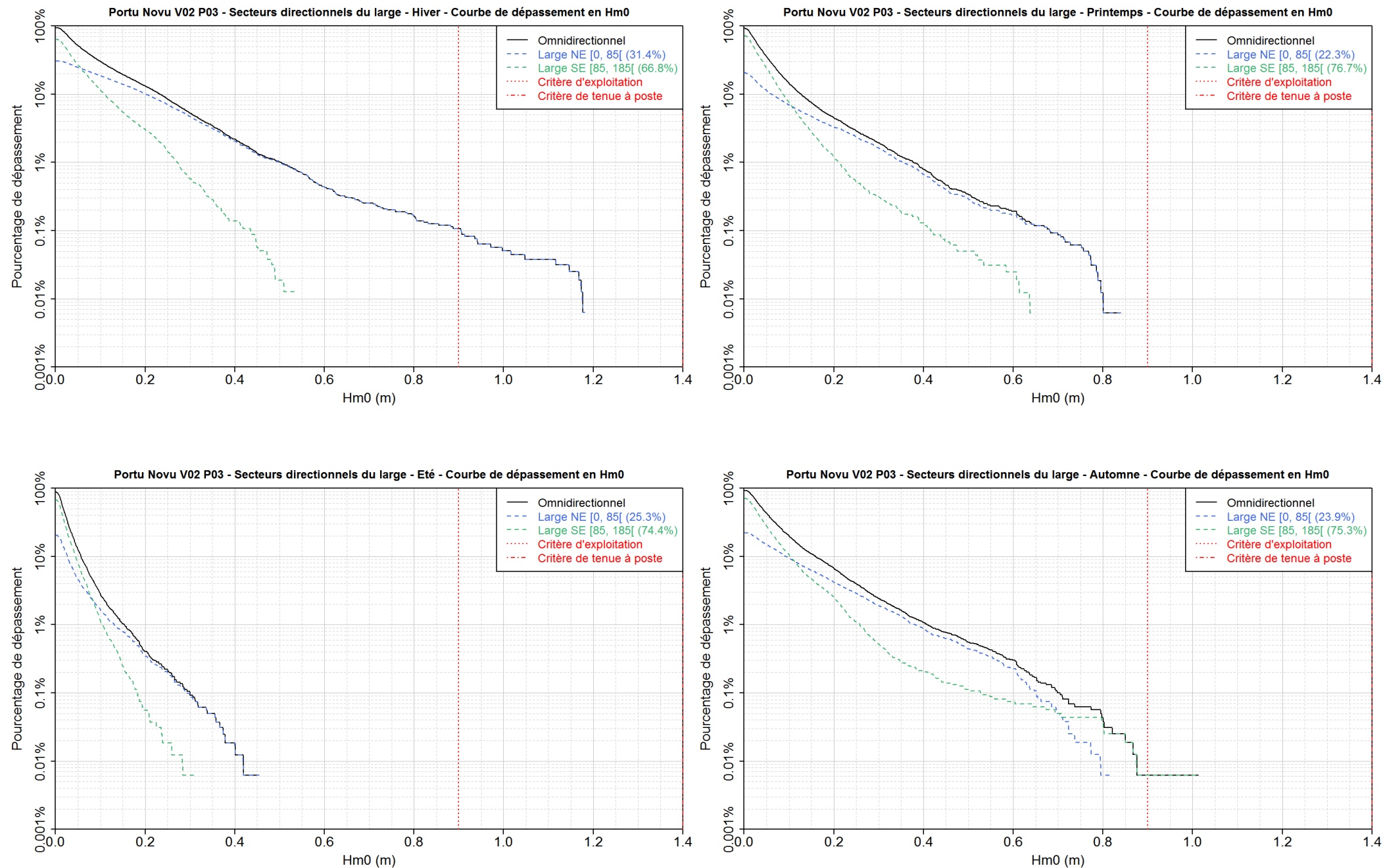
Portu Novu V02 P03 - Corrélogramme Hm0 / Tp

|           | ]0,1] | ]1,2] | ]2,3] | ]3,4] | ]4,5] | ]5,6] | ]6,7] | ]7,8] | ]8,9] | ]9,10] | ]10,11] | ]11,12] | Total % |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|
| ]0,0.1]   |       | 0.15  | 21.71 | 22.13 | 14.55 | 8.86  | 6.13  | 1.42  | 0.08  | 0.01   | 0.00    |         | 75.03   |
| ]0,1,0.2] |       |       | 0.00  | 1.22  | 4.66  | 2.09  | 1.13  | 1.06  | 0.28  | 0.04   |         |         | 10.48   |
| ]0,2,0.3] |       |       |       | 0.00  | 0.26  | 2.27  | 0.63  | 0.27  | 0.19  | 0.07   |         |         | 3.69    |
| ]0,3,0.4] |       |       |       |       |       | 0.22  | 1.01  | 0.07  | 0.05  | 0.03   | 0.00    |         | 1.39    |
| ]0,4,0.5] |       |       |       |       |       |       | 0.37  | 0.15  | 0.01  | 0.01   | 0.00    |         | 0.54    |
| ]0,5,0.6] |       |       |       |       |       |       | 0.02  | 0.22  | 0.00  |        | 0.00    |         | 0.24    |
| ]0,6,0.7] |       |       |       |       |       |       |       | 0.11  | 0.01  |        |         | 0.00    | 0.12    |
| ]0,7,0.8] |       |       |       |       |       |       |       | 0.01  | 0.04  |        |         | 0.00    | 0.06    |
| ]0,8,0.9] |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.02  |        | 0.00    |         | 0.02    |
| ]0,9,1]   |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.01  | 0.00   |         |         | 0.01    |
| ]1,1,1]   |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.00  | 0.00   |         |         | 0.00    |
| ]1,1,1,2] |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.00  | 0.01   |         |         | 0.01    |
| ]1,2,1,3] |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |         |         |         |
| ]1,3,1,4] |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |         |         |         |
| >1,4      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |         |         |         |
| Total %   |       | 0.15  | 21.71 | 23.34 | 19.47 | 13.44 | 9.28  | 3.3   | 0.7   | 0.17   | 0.01    | 0.00    | 91.59%  |

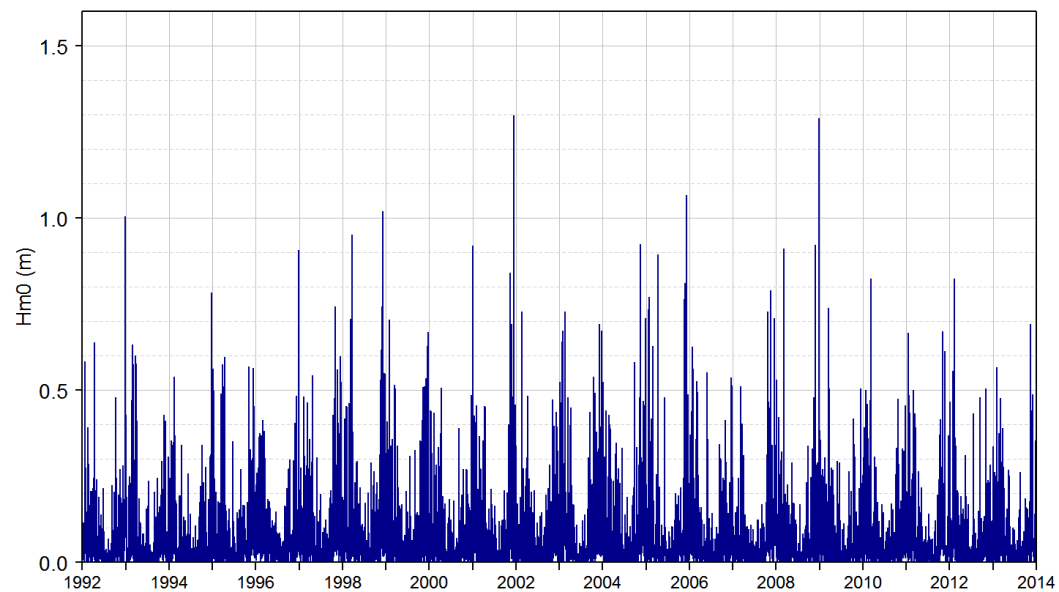
Période de pic (s)

Hm0 Calmes : 8.41 %

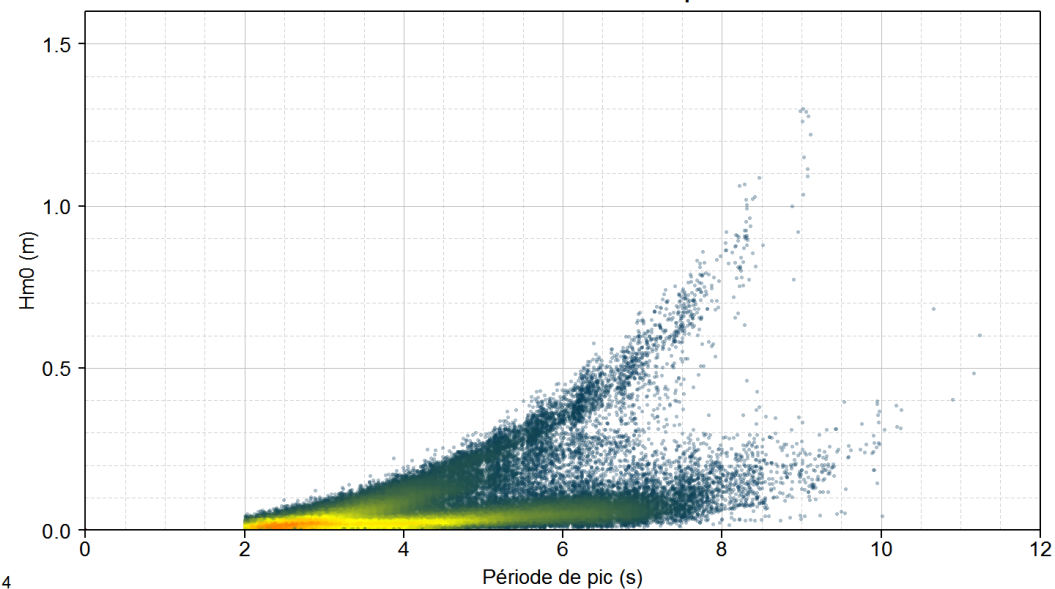




Portu Novu V02 P04 - Série des observations



Portu Novu V02 P04 - Période de pic/Hm0

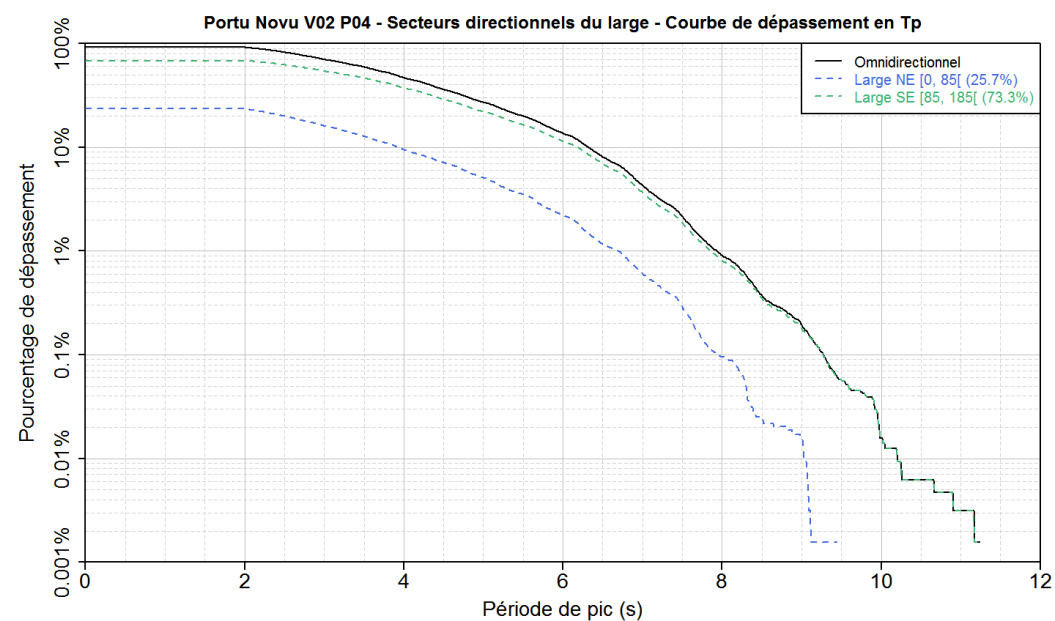
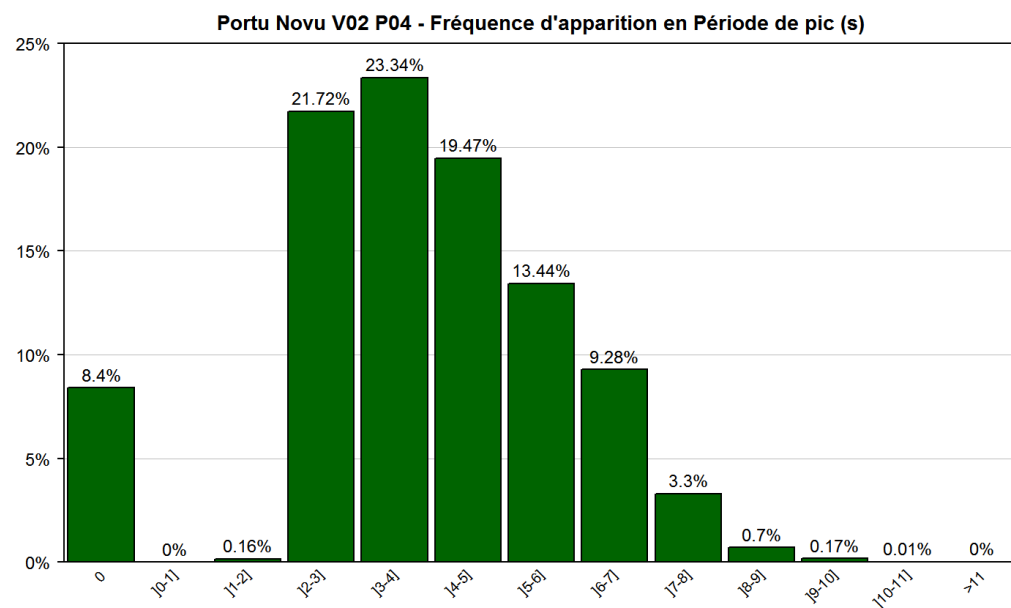
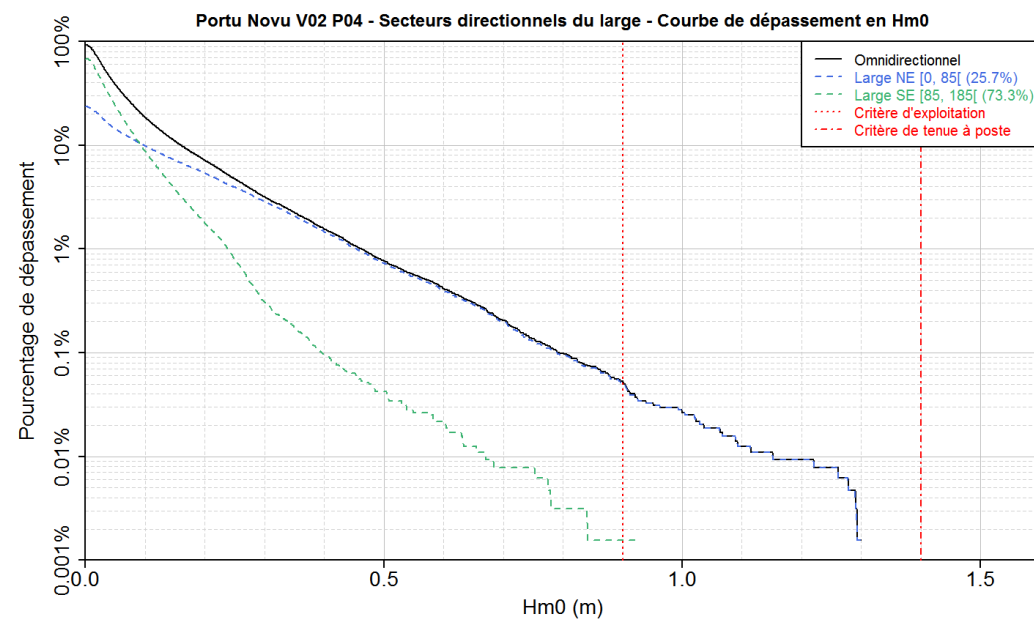
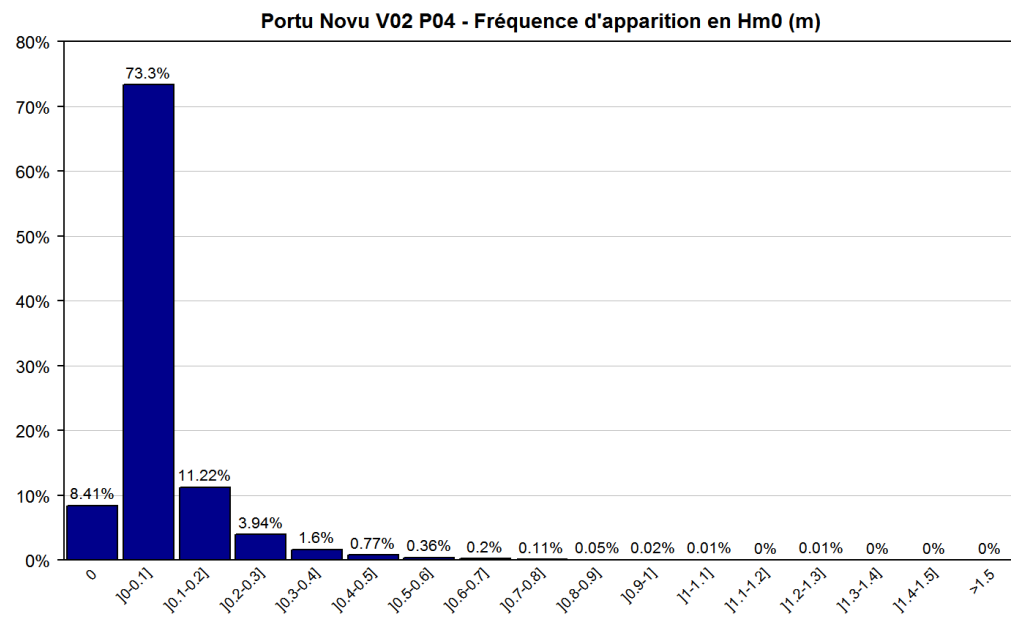


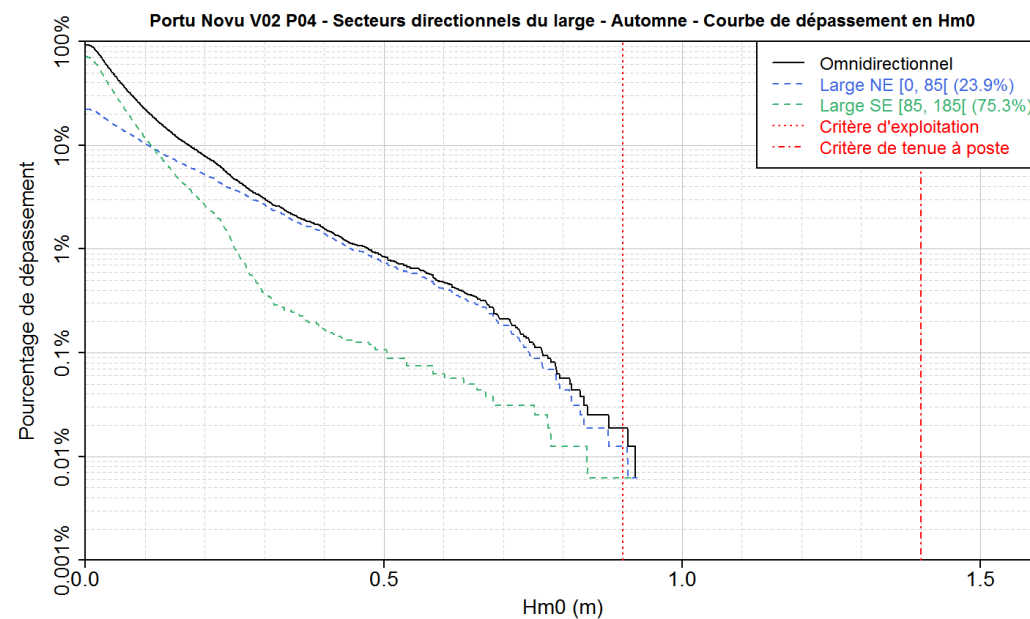
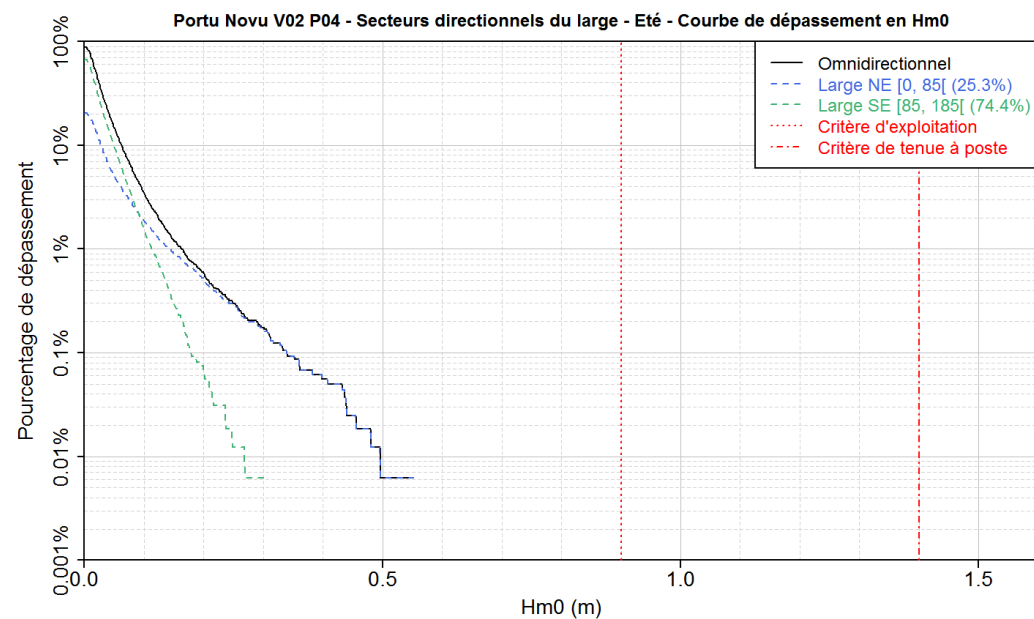
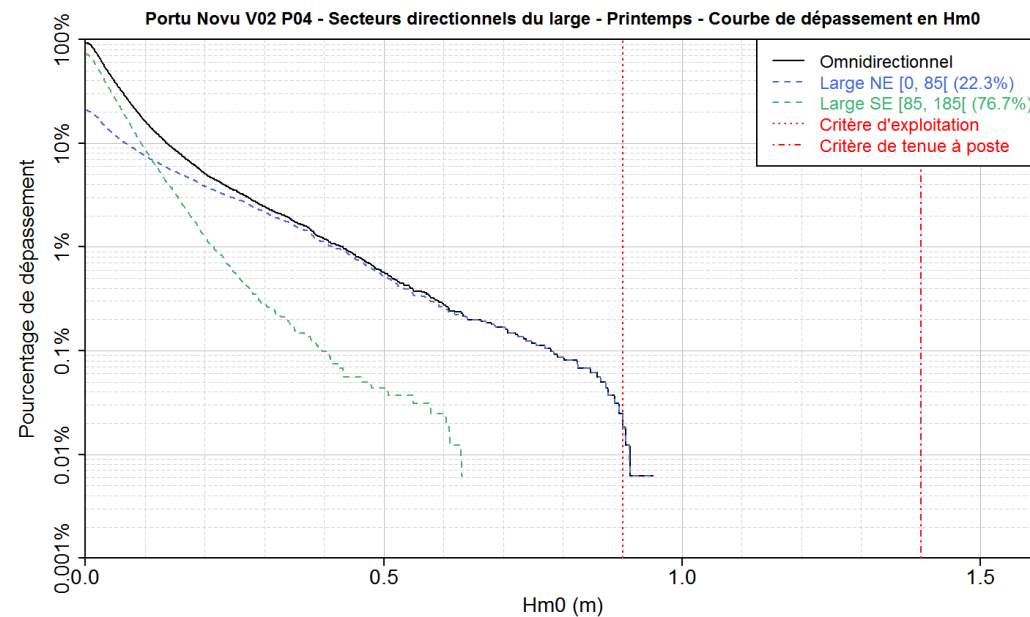
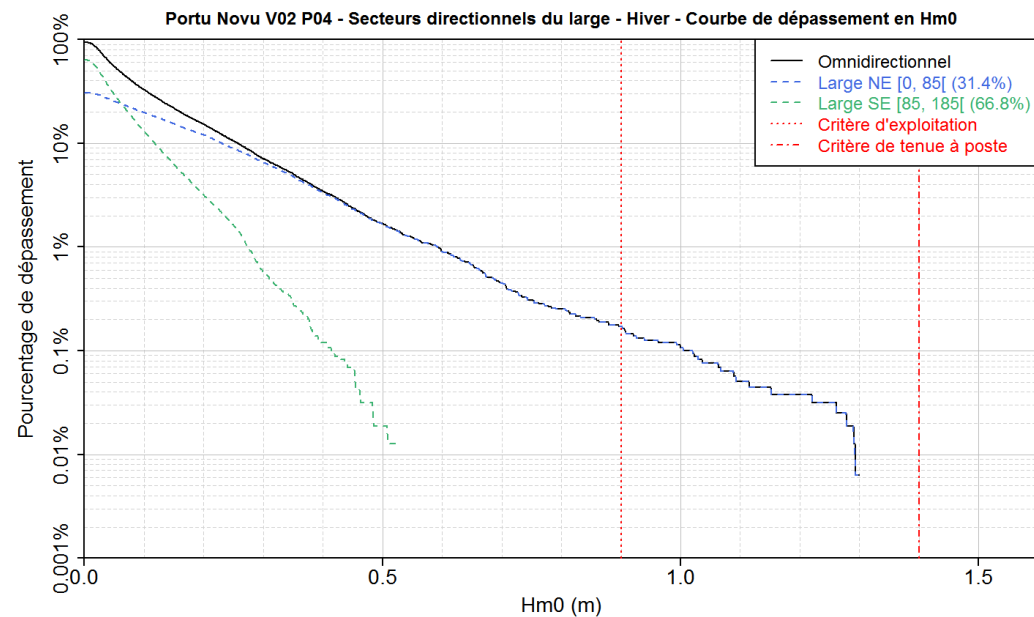
Portu Novu V02 P04 - Corrélogramme Hm0 / Tp

|           | [0,1] | [1,2] | [2,3] | [3,4] | [4,5] | [5,6] | [6,7] | [7,8] | [8,9] | [9,10] | [10,11] | [11,12] | Total % |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|
| [0,0.1]   |       | 0.15  | 21.71 | 21.42 | 13.73 | 8.65  | 5.97  | 1.52  | 0.13  | 0.01   | 0.00    |         | 73.3    |
| [0.1,0.2] |       |       | 0.00  | 1.93  | 4.77  | 1.81  | 1.26  | 1.04  | 0.33  | 0.07   |         |         | 11.22   |
| [0.2,0.3] |       |       |       | 0.00  | 0.96  | 2.08  | 0.51  | 0.2   | 0.13  | 0.06   |         |         | 3.94    |
| [0.3,0.4] |       |       |       |       | 0.00  | 0.88  | 0.64  | 0.04  | 0.01  | 0.02   | 0.01    |         | 1.6     |
| [0.4,0.5] |       |       |       |       |       | 0.03  | 0.68  | 0.07  | 0.00  |        | 0.00    | 0.00    | 0.77    |
| [0.5,0.6] |       |       |       |       |       |       | 0.21  | 0.15  |       |        |         |         | 0.36    |
| [0.6,0.7] |       |       |       |       |       |       | 0.01  | 0.18  | 0.00  |        | 0.00    | 0.00    | 0.2     |
| [0.7,0.8] |       |       |       |       |       |       |       | 0.1   | 0.01  |        |         |         | 0.11    |
| [0.8,0.9] |       |       |       |       |       |       |       | 0.01  | 0.04  |        |         |         | 0.05    |
| [0.9,1]   |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.02  |        |         |         | 0.02    |
| [1,1,1]   |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.01  | 0.00   |         |         | 0.01    |
| [1,1,1,2] |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.00   |         |         | 0.00    |
| [1,2,1,3] |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.00  | 0.01   |         |         | 0.01    |
| [1,3,1,4] |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |         |         |         |
| [1,4,1,5] |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |         |         |         |
| [1,5,1,6] |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |         |         |         |
| >1.6      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |         |         |         |
| Total %   |       | 0.15  | 21.71 | 23.34 | 19.47 | 13.44 | 9.28  | 3.3   | 0.7   | 0.17   | 0.01    | 0.00    | 91.59%  |

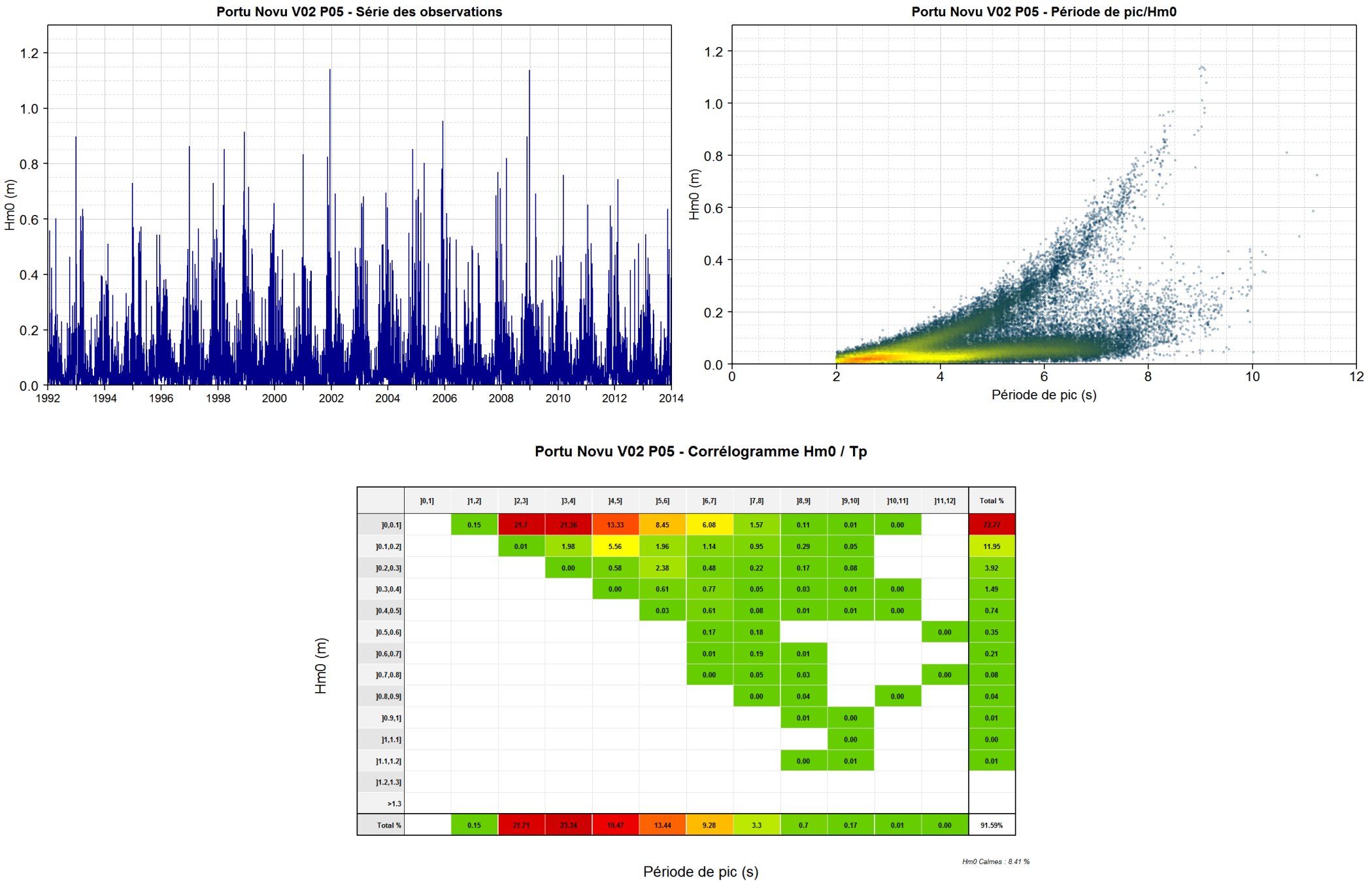
Période de pic (s)

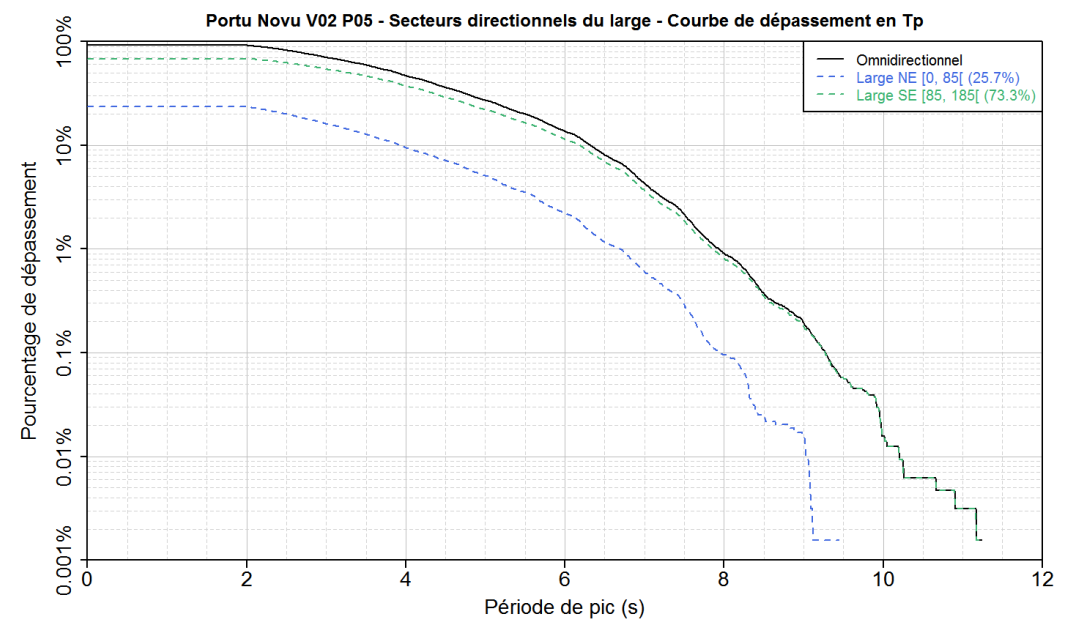
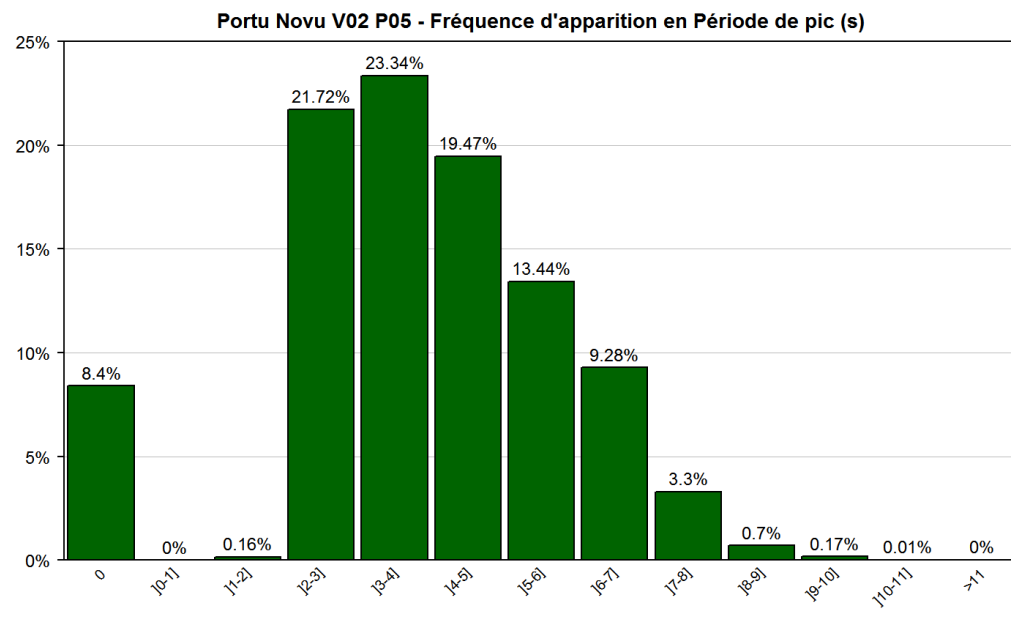
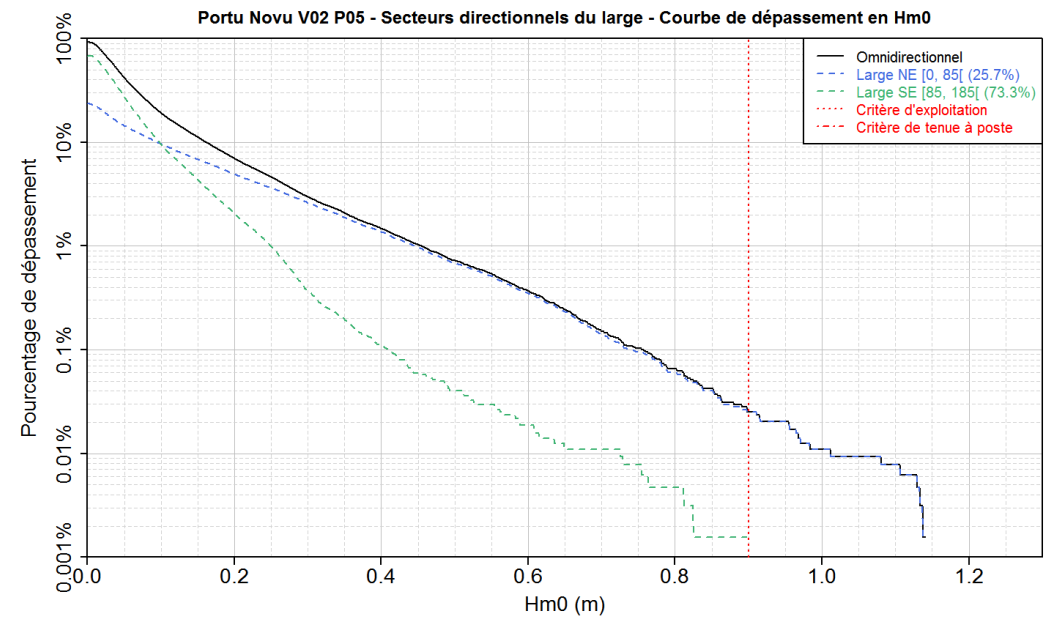
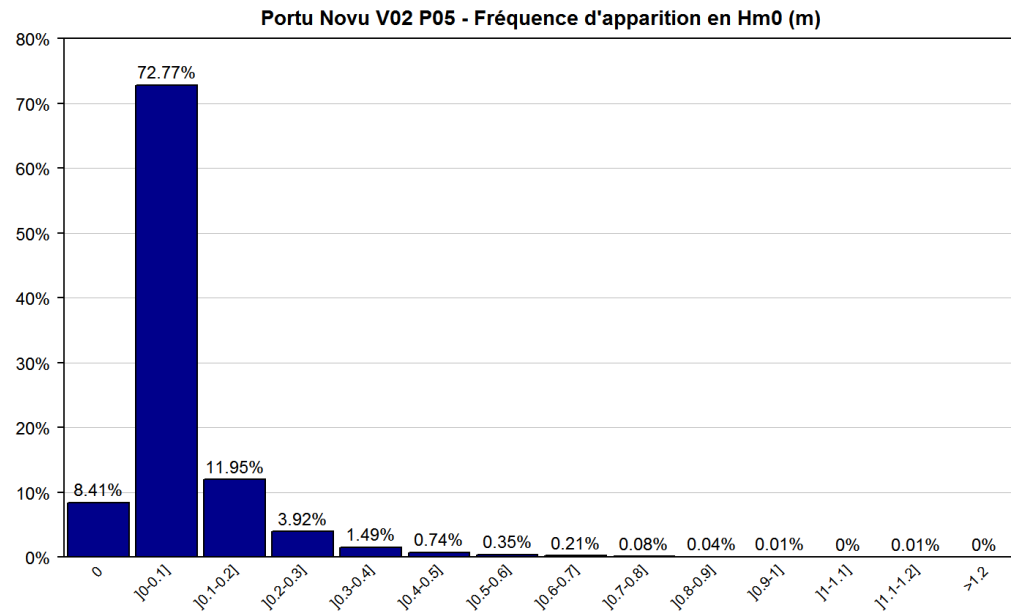
Hm0 Calmes : 8.41 %

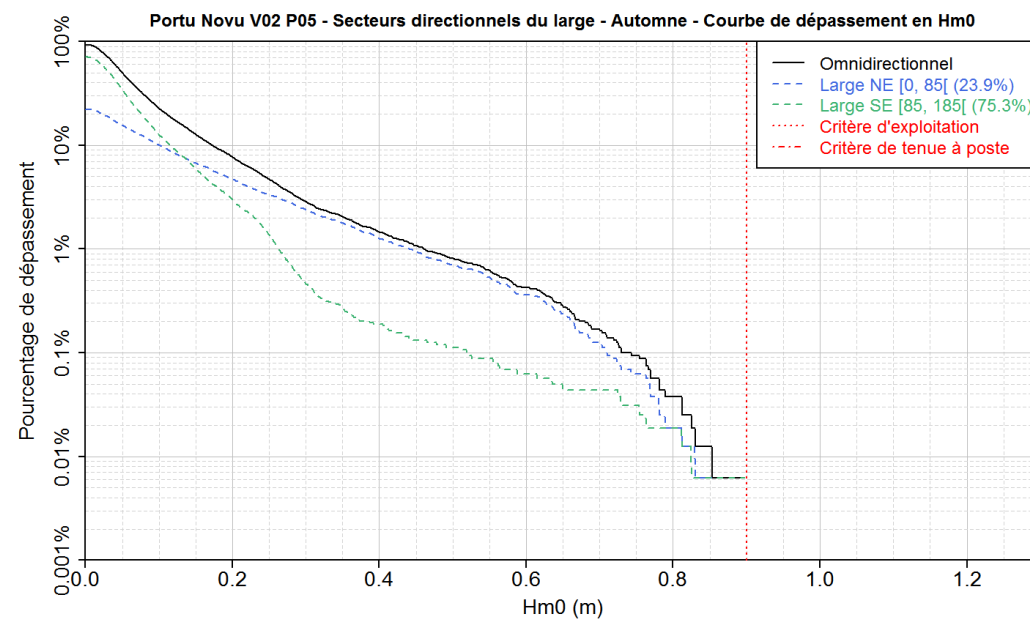
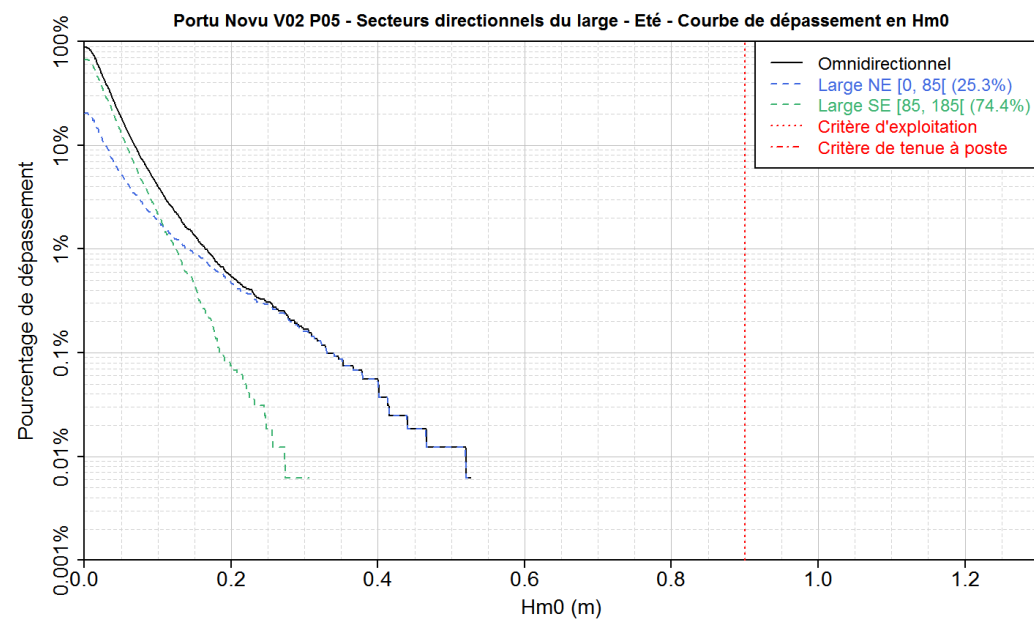
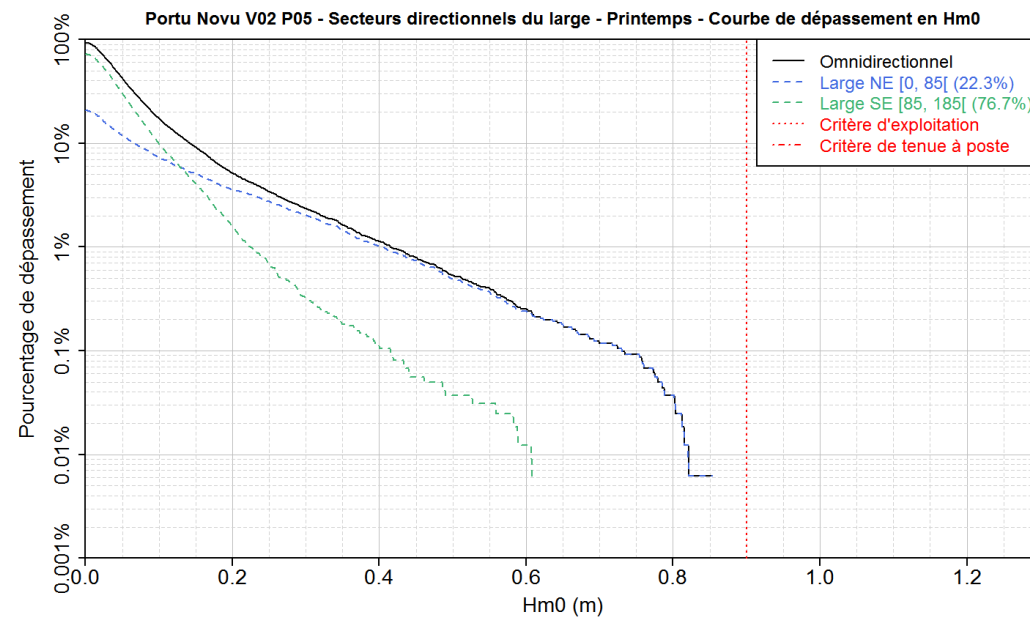
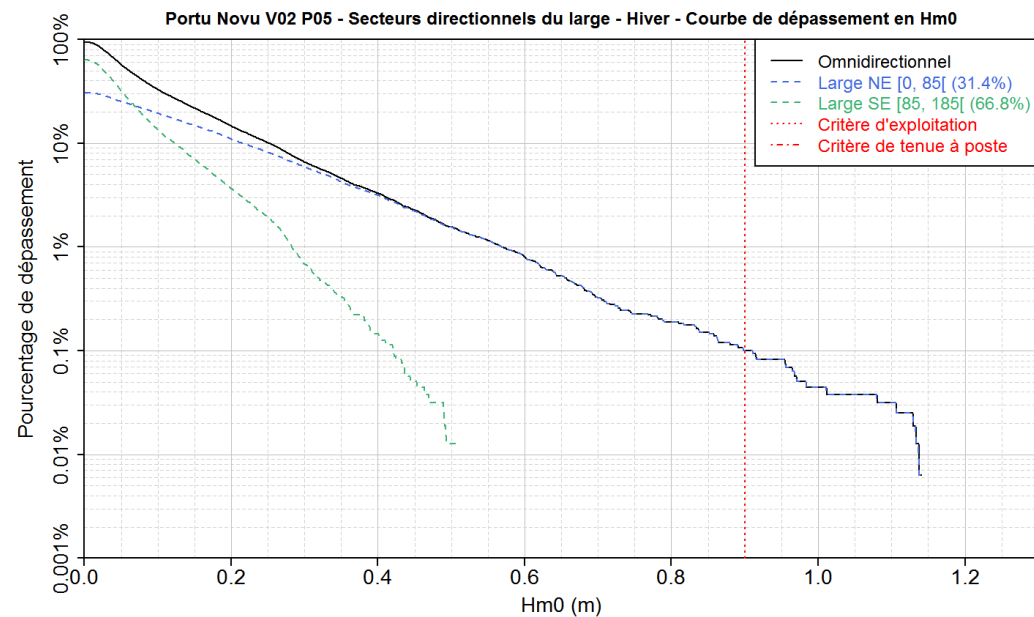


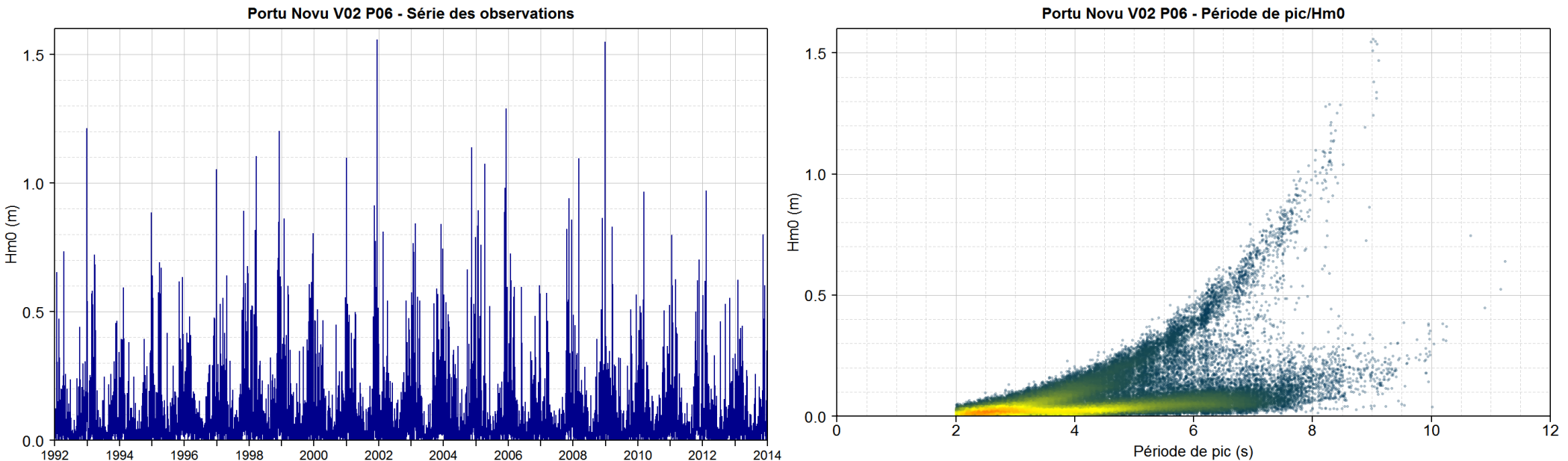










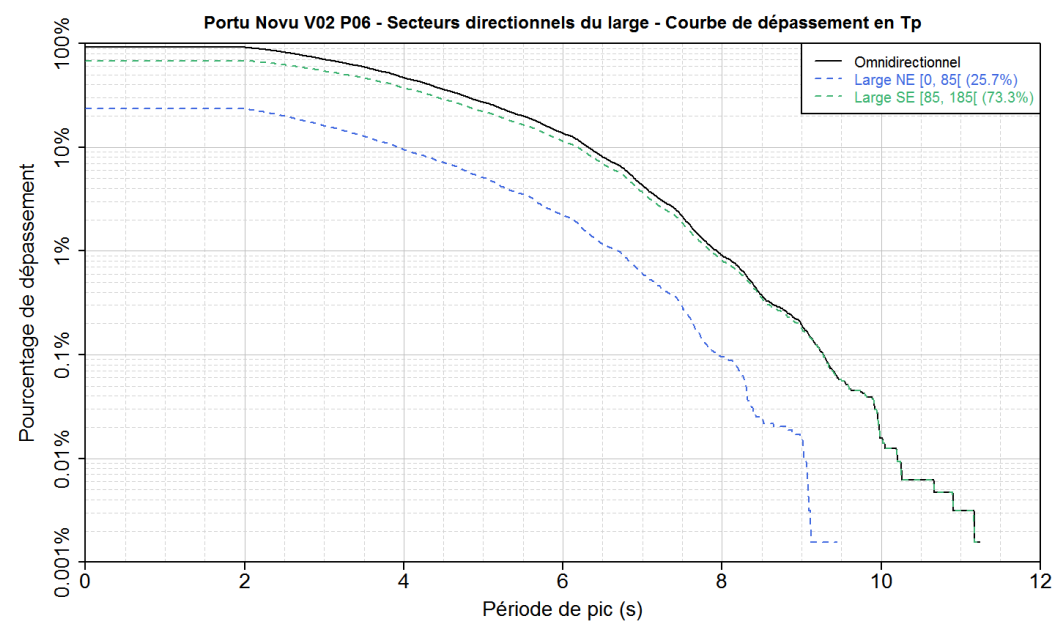
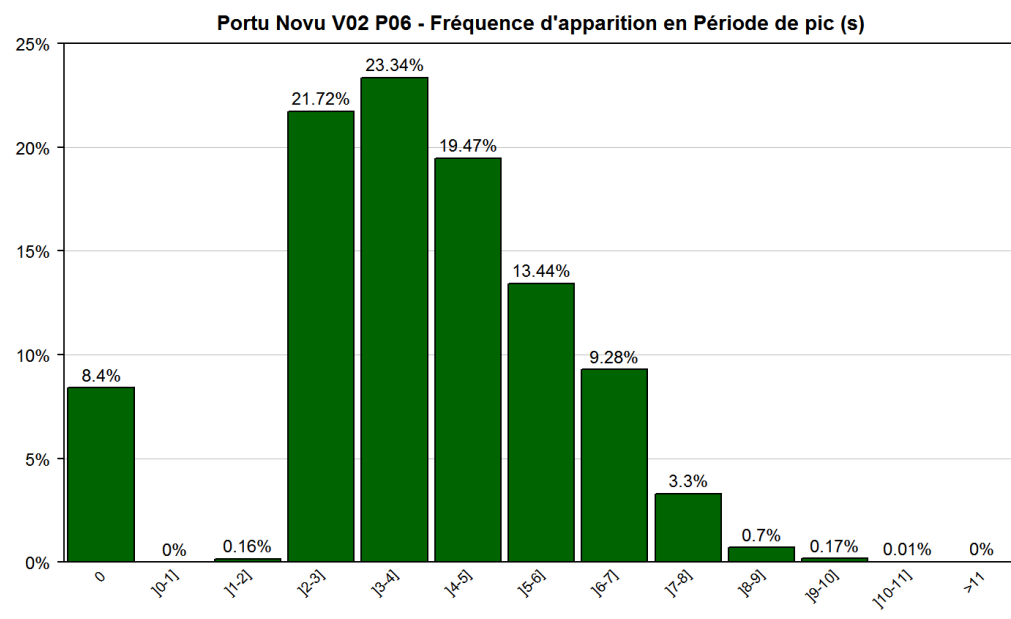
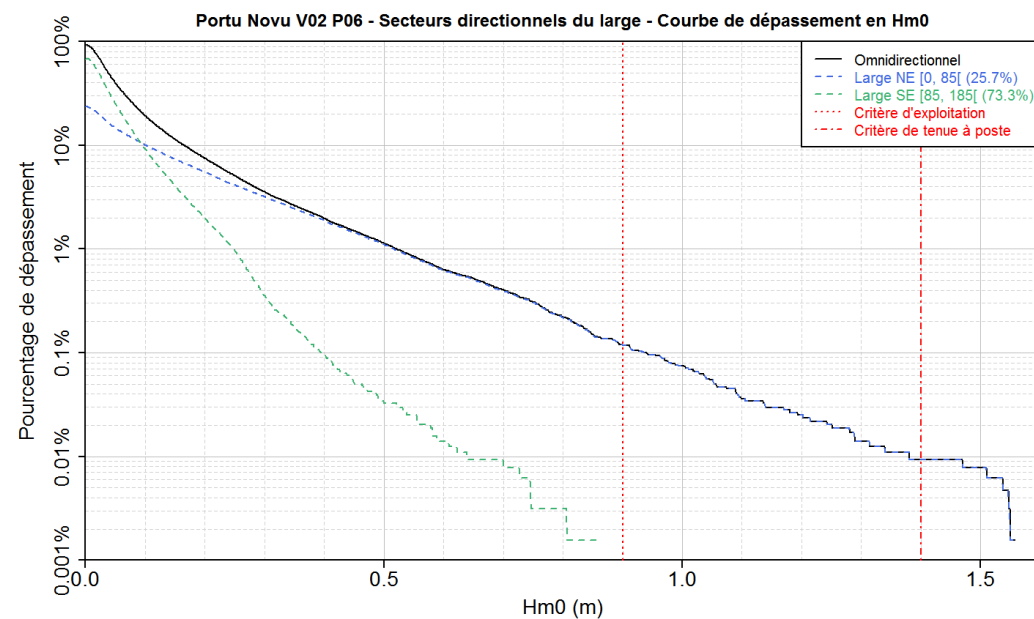
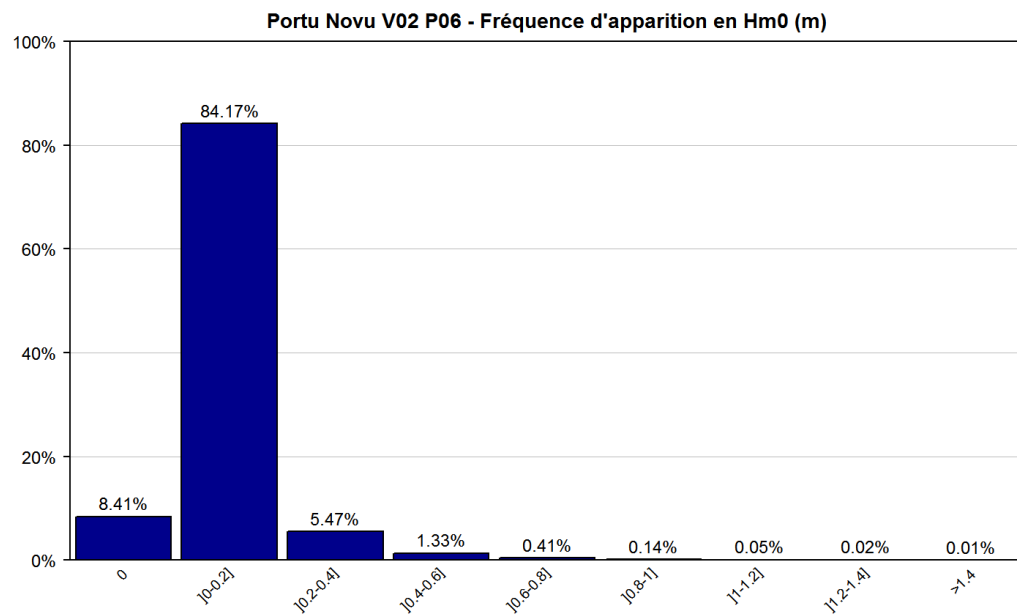


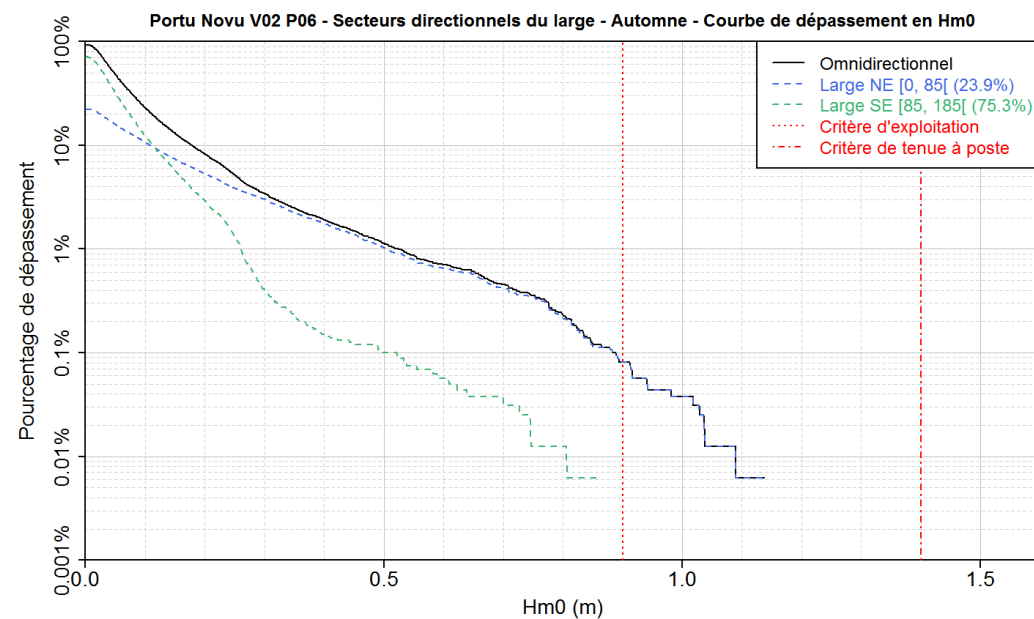
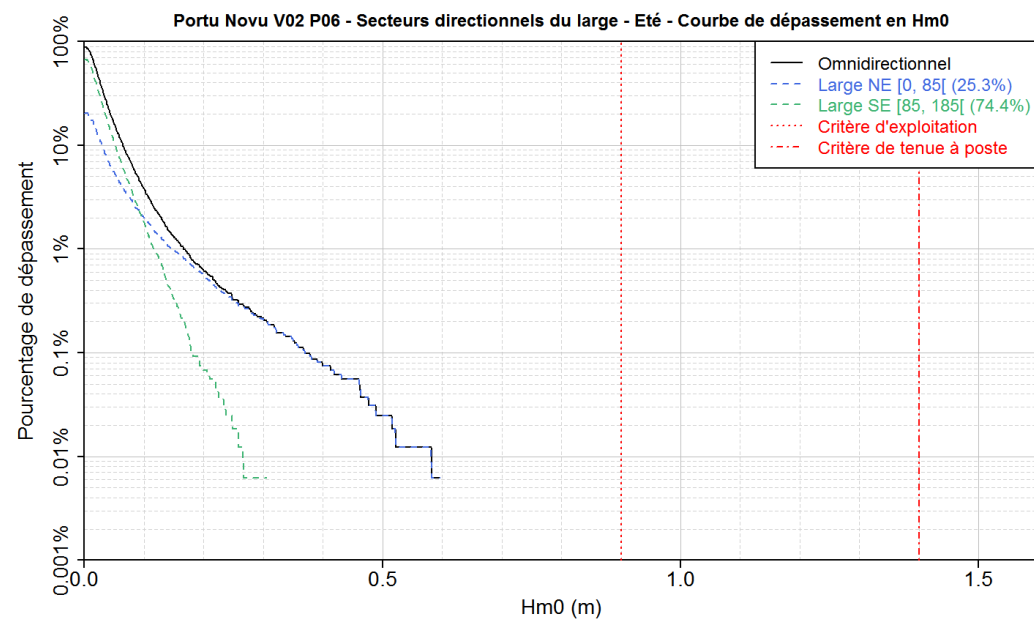
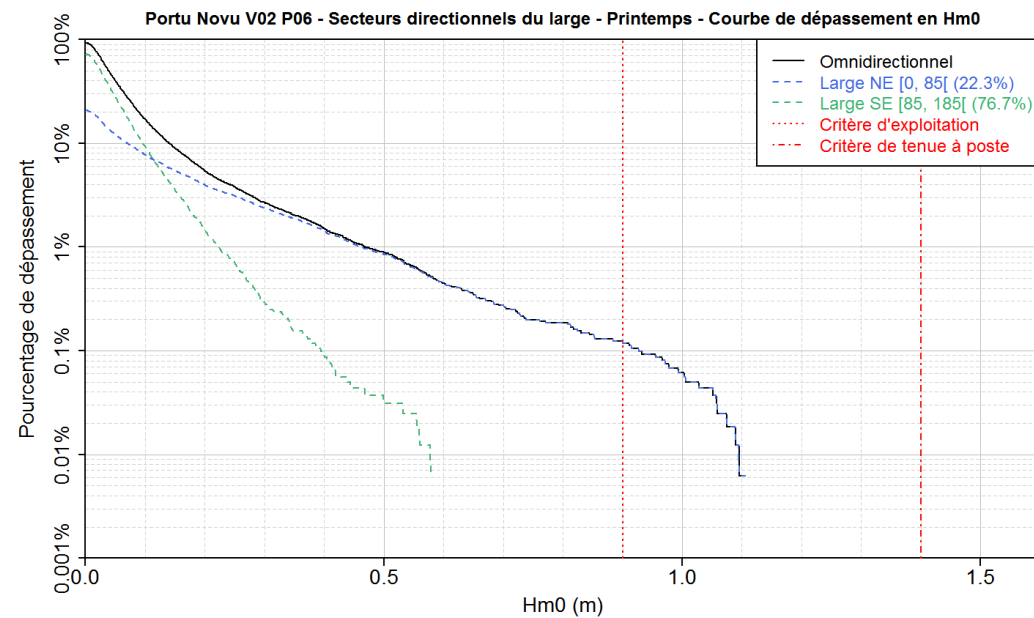
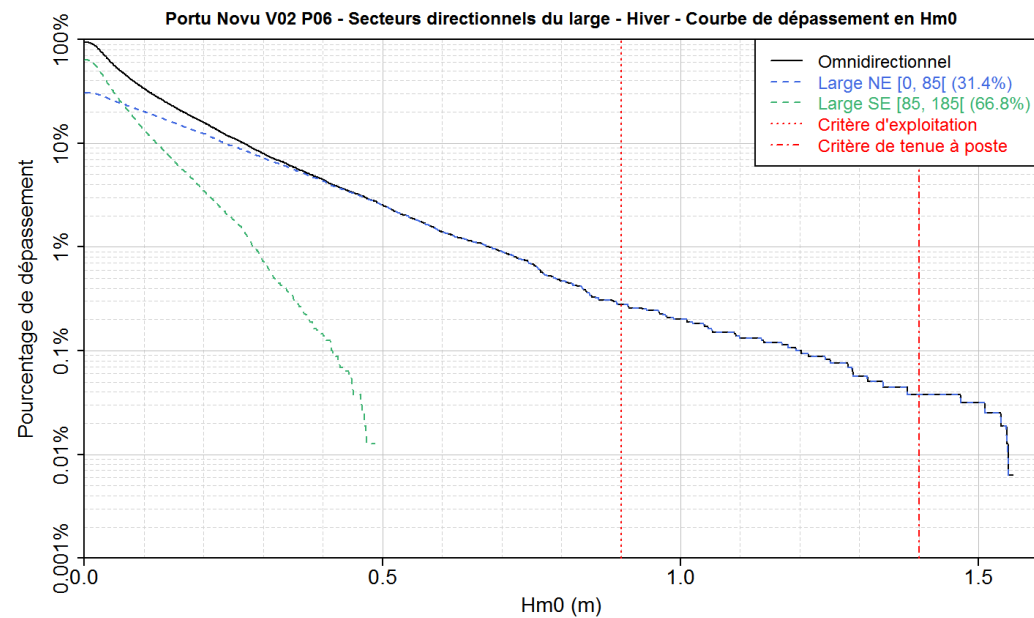
Portu Novu V02 P06 - Corrélogramme Hm0 / Tp

|           | ]0,1] | ]1,2] | ]2,3] | ]3,4] | ]4,5] | ]5,6] | ]6,7] | ]7,8] | ]8,9] | ]9,10] | ]10,11] | ]11,12] | Total % |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|
| Hm0 (m)   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |         |         |         |
| ]0,0.2]   |       | 0.15  | 21.71 | 23.34 | 18.35 | 10.26 | 7.21  | 2.57  | 0.47  | 0.09   | 0.00    |         | 84.17   |
| ]0.2,0.4] |       |       |       | 0.00  | 1.12  | 3.08  | 0.83  | 0.23  | 0.14  | 0.07   | 0.01    |         | 5.47    |
| ]0.4,0.6] |       |       |       |       | 0.1   | 1.12  | 0.1   | 0.00  |       | 0.00   | 0.00    |         | 1.33    |
| ]0.6,0.8] |       |       |       |       |       | 0.12  | 0.28  | 0.01  |       | 0.00   | 0.00    |         | 0.41    |
| ]0.8,1]   |       |       |       |       |       |       | 0.12  | 0.02  |       |        |         |         | 0.14    |
| ]1,1.2]   |       |       |       |       |       |       | 0.00  | 0.05  |       |        |         |         | 0.05    |
| ]1.2,1.4] |       |       |       |       |       |       |       | 0.01  | 0.01  |        |         |         | 0.02    |
| ]1.4,1.6] |       |       |       |       |       |       |       | 0.00  | 0.01  |        |         |         | 0.01    |
| >1.6      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |         |         |         |
| Total %   |       | 0.15  | 21.71 | 23.34 | 19.47 | 13.44 | 9.28  | 3.3   | 0.7   | 0.17   | 0.01    | 0.00    | 91.59%  |

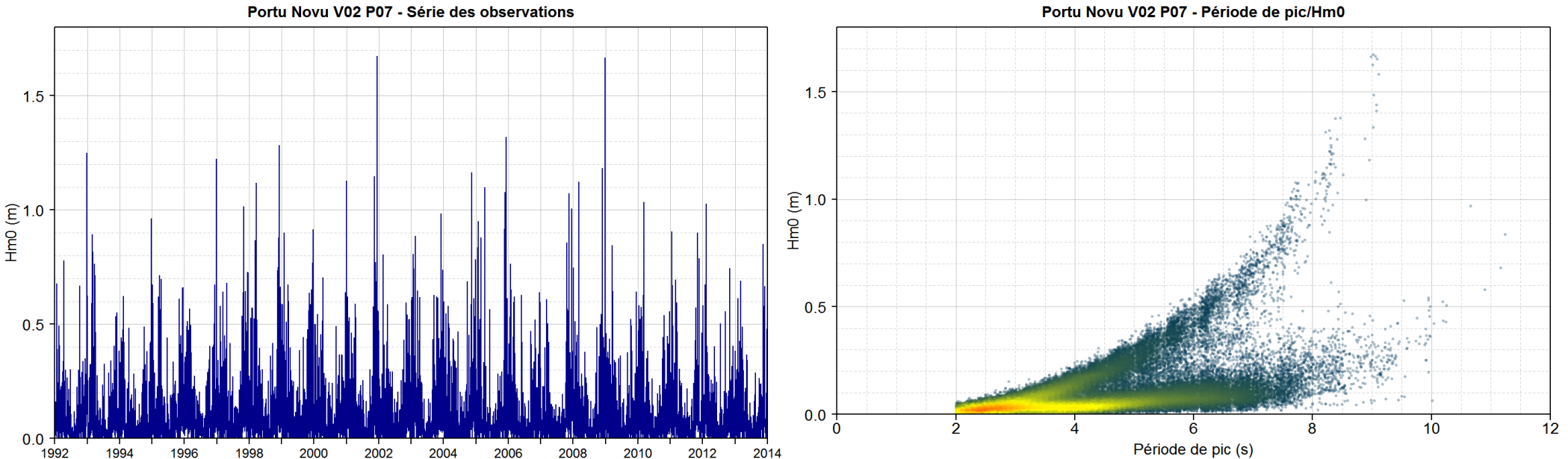
Période de pic (s)

Hm0 Calmes : 8.41 %







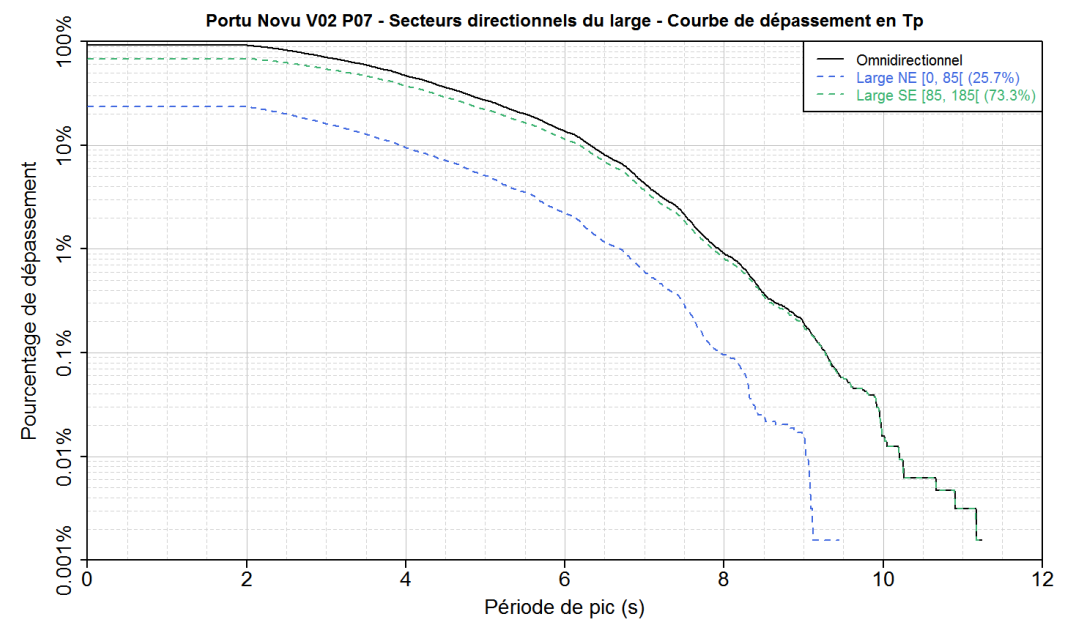
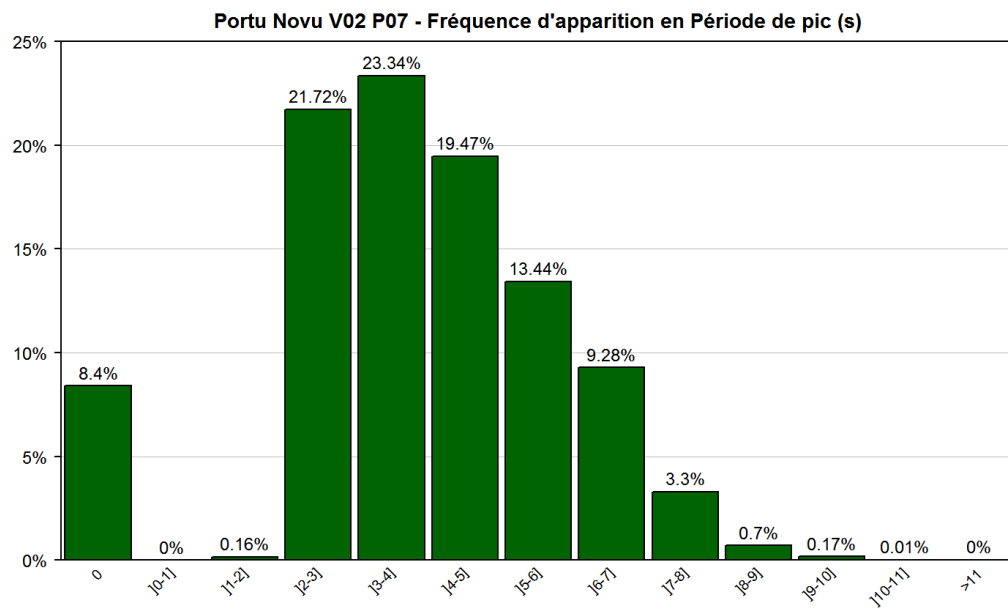
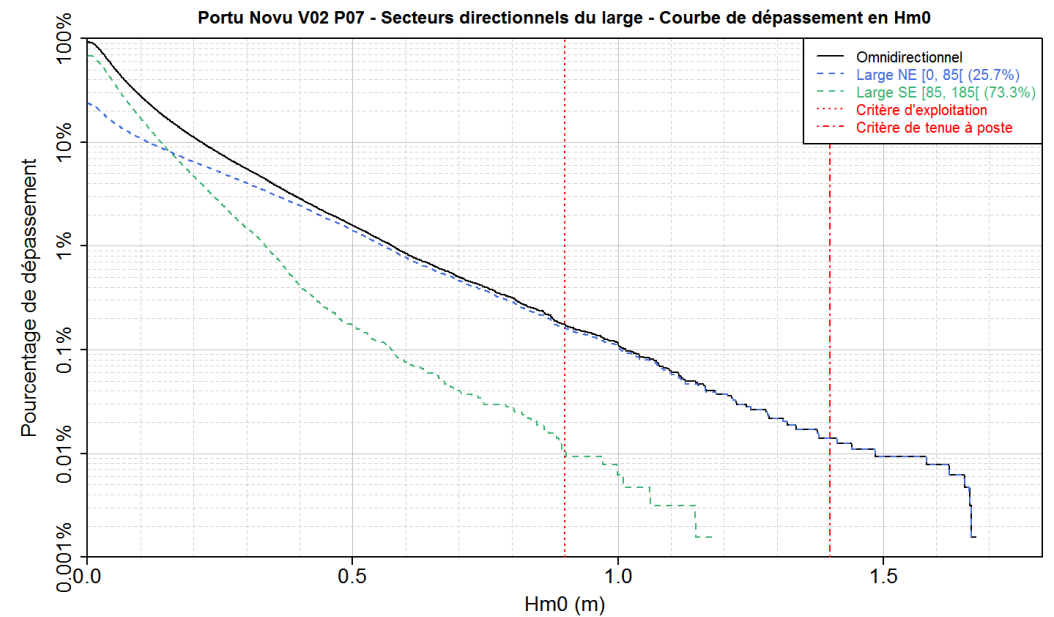
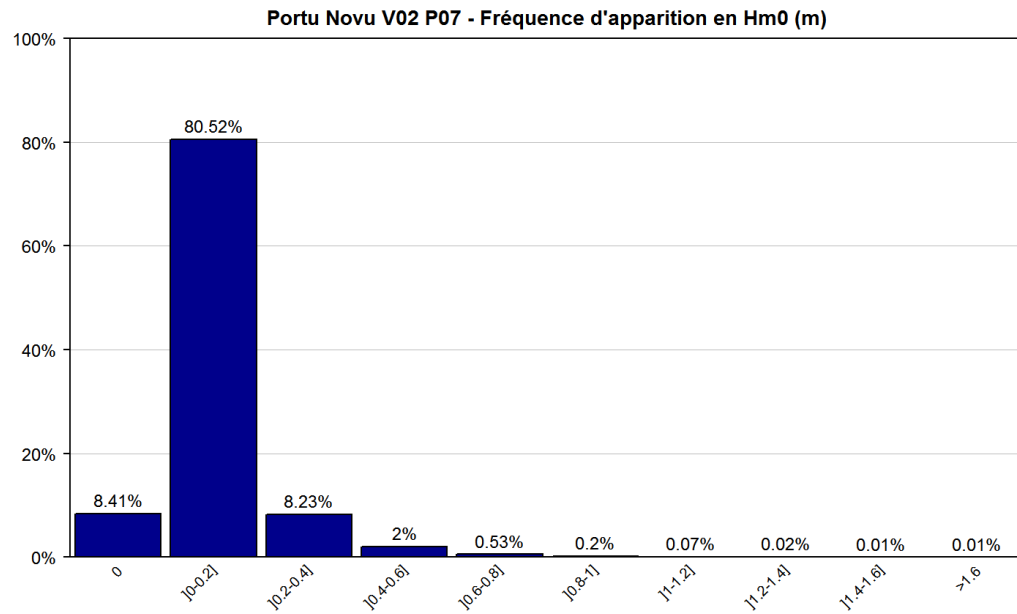


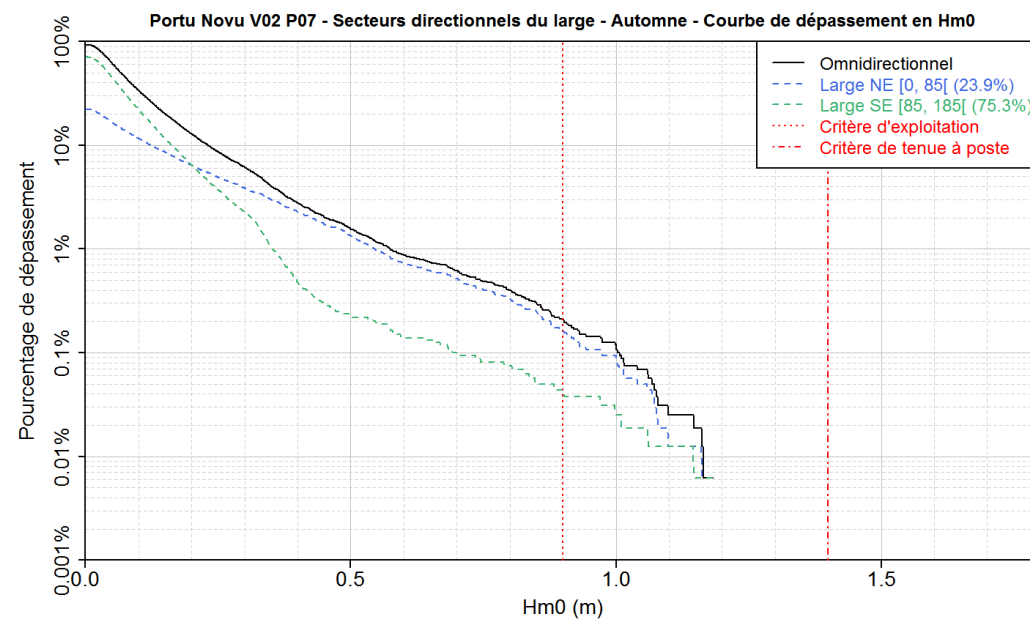
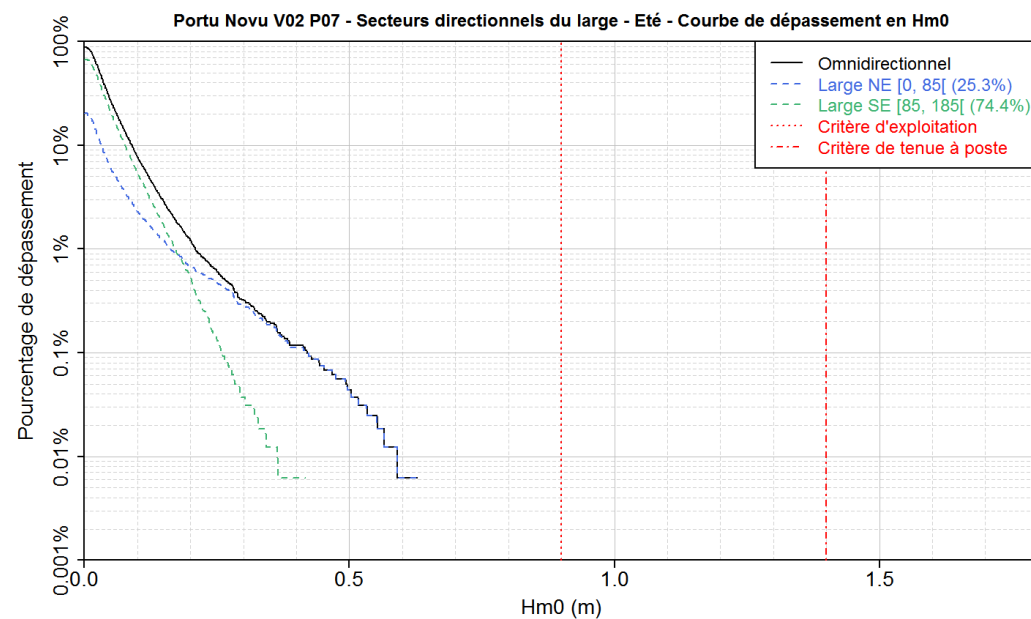
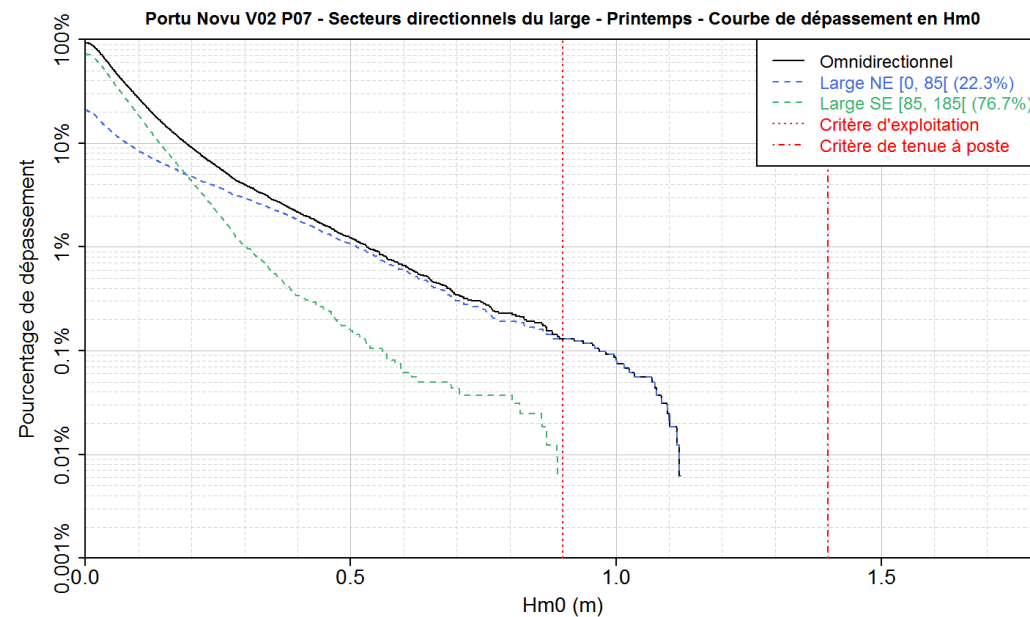
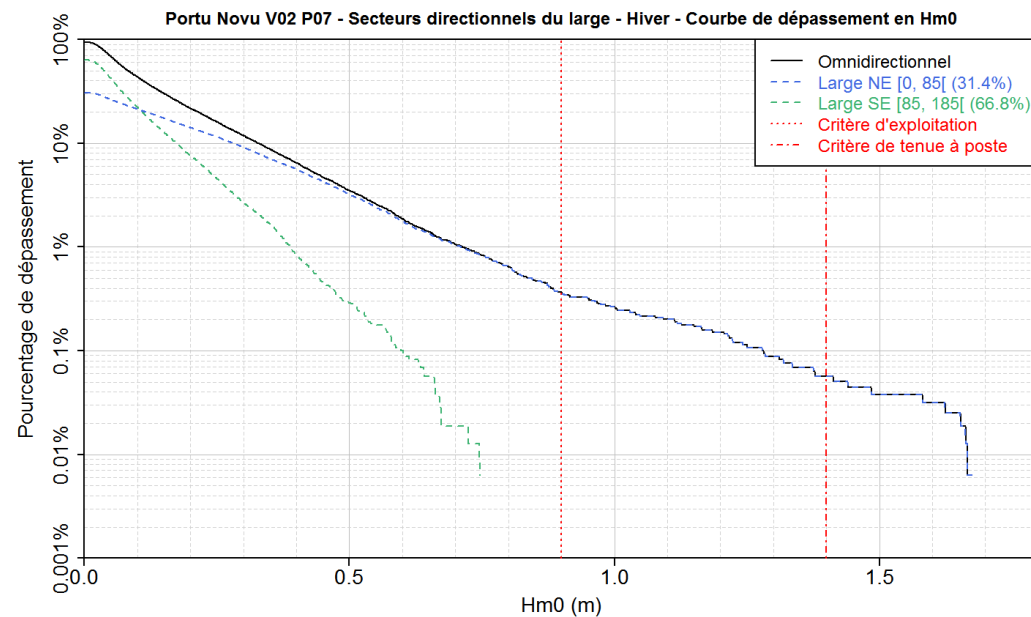
Portu Novu V02 P07 - Corrélogramme Hm0 / Tp

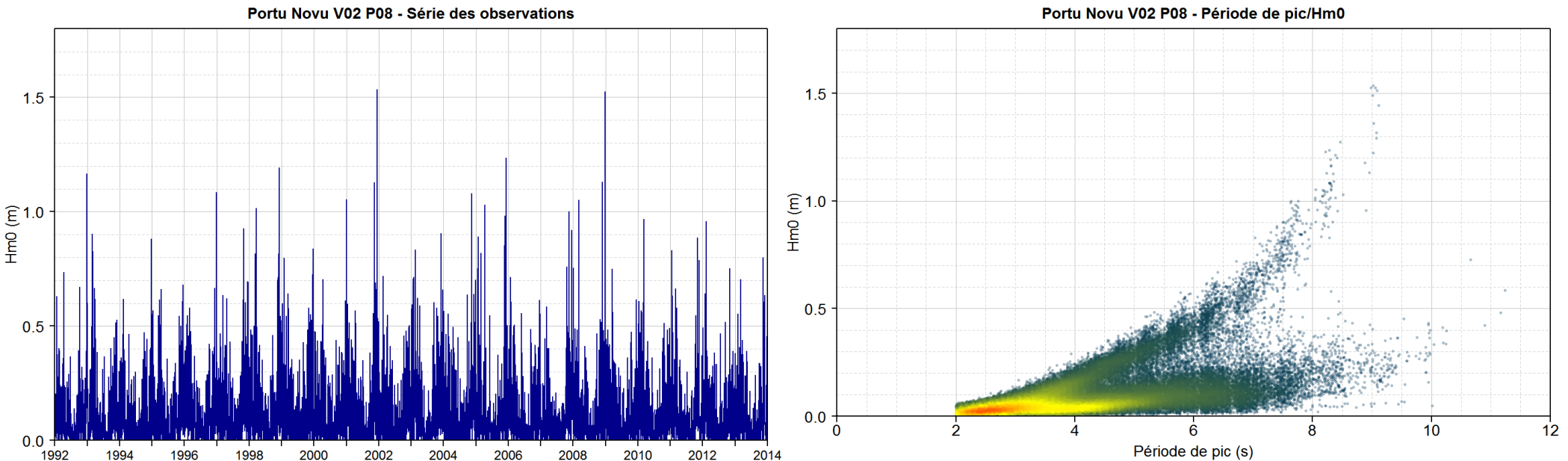
|           | ]0,1] | ]1,2] | ]2,3] | ]3,4] | ]4,5] | ]5,6] | ]6,7] | ]7,8] | ]8,9] | ]9,10] | ]10,11] | ]11,12] | Total % |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|
| ]0,0.2]   |       | 0.15  | 21.71 | 23.31 | 16.61 | 9.41  | 6.85  | 2.17  | 0.27  | 0.04   | 0.00    |         | 80.52   |
| ]0.2,0.4] |       |       |       | 0.04  | 2.86  | 3.42  | 0.89  | 0.58  | 0.33  | 0.1    |         |         | 8.23    |
| ]0.4,0.6] |       |       |       |       | 0.6   | 1.26  | 0.1   | 0.02  | 0.02  | 0.01   |         |         | 2       |
| ]0.6,0.8] |       |       |       |       |       | 0.28  | 0.24  | 0.00  |       |        | 0.00    |         | 0.53    |
| ]0.8,1]   |       |       |       |       |       | 0.00  | 0.19  | 0.01  |       | 0.00   | 0.00    |         | 0.2     |
| ]1,1.2]   |       |       |       |       |       |       | 0.02  | 0.05  |       |        |         |         | 0.07    |
| ]1.2,1.4] |       |       |       |       |       |       |       | 0.02  | 0.00  |        |         |         | 0.02    |
| ]1.4,1.6] |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.01  |        |         |         | 0.01    |
| ]1.6,1.8] |       |       |       |       |       |       |       | 0.00  | 0.01  |        |         |         | 0.01    |
| >1.8      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |         |         |         |
| Total %   |       | 0.15  | 21.71 | 23.34 | 19.47 | 13.44 | 9.28  | 3.3   | 0.7   | 0.17   | 0.01    | 0.00    | 91.59%  |

Période de pic (s)

Hm0 Calmes : 8.41 %





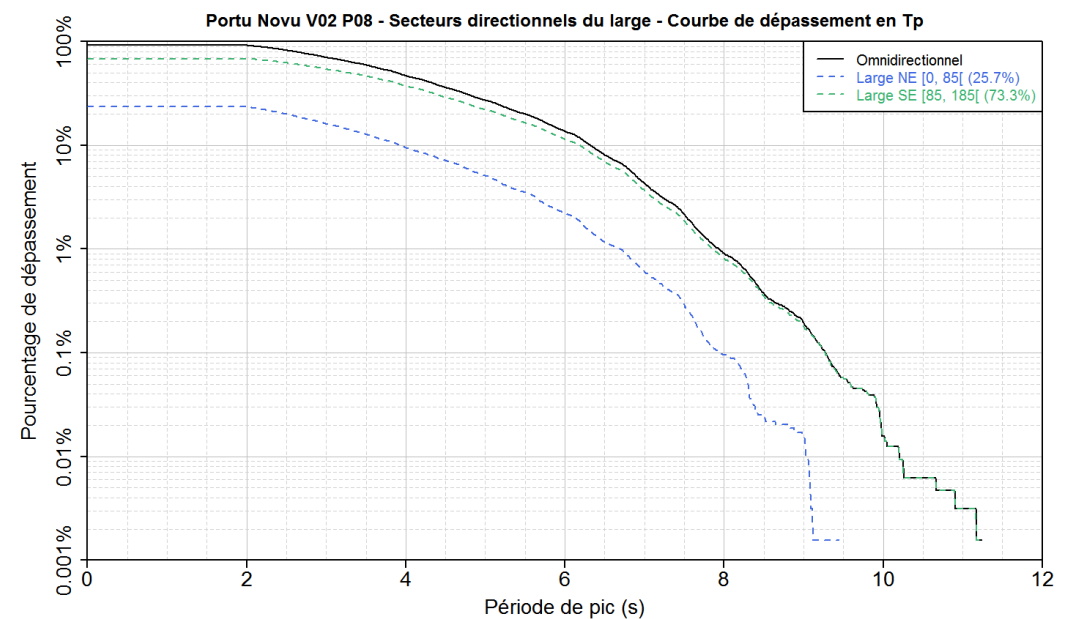
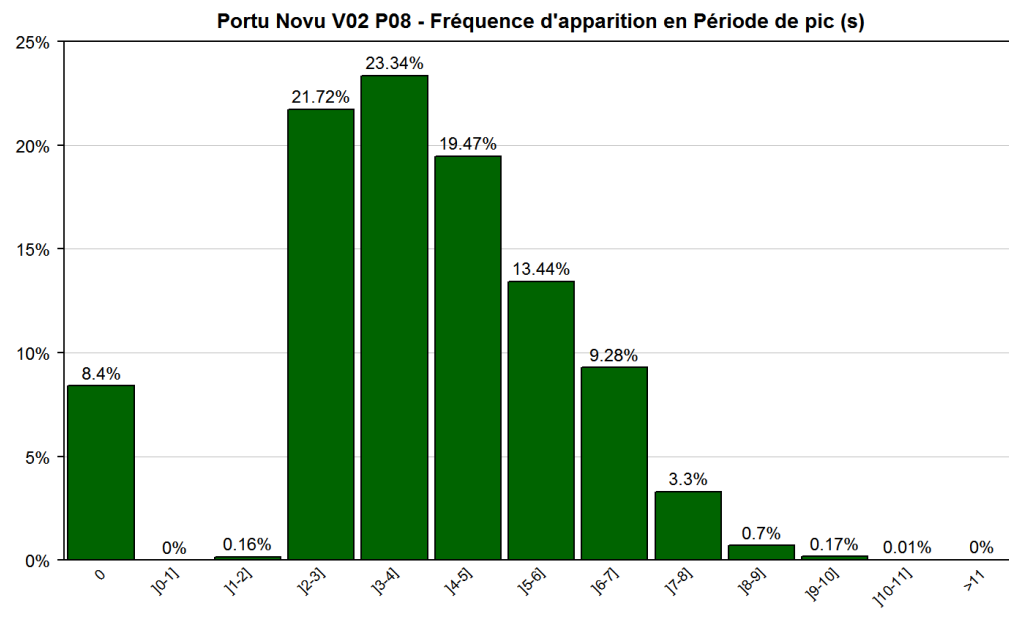
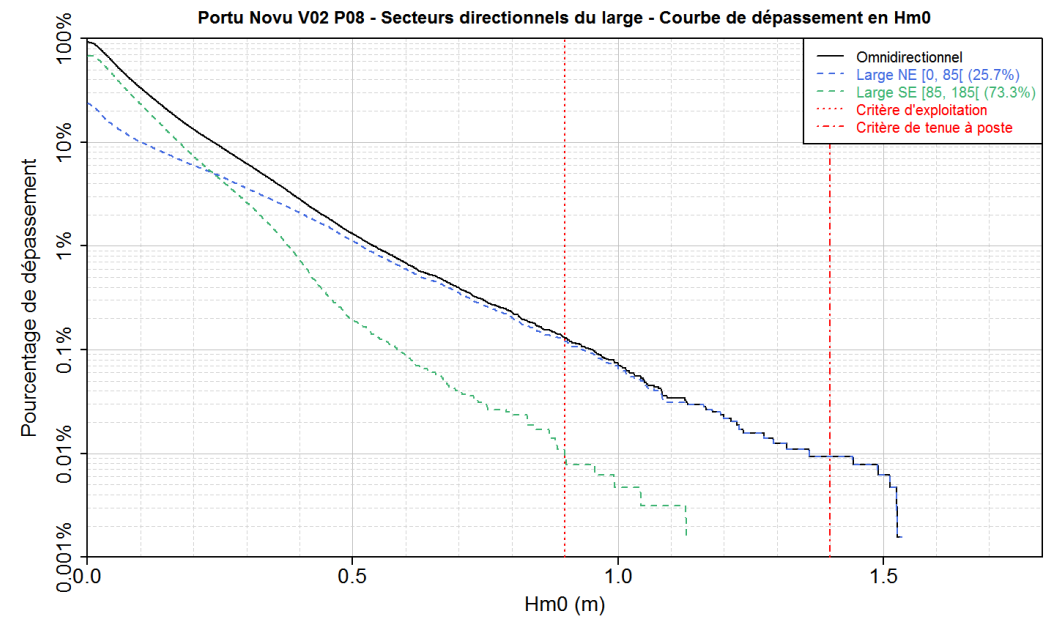
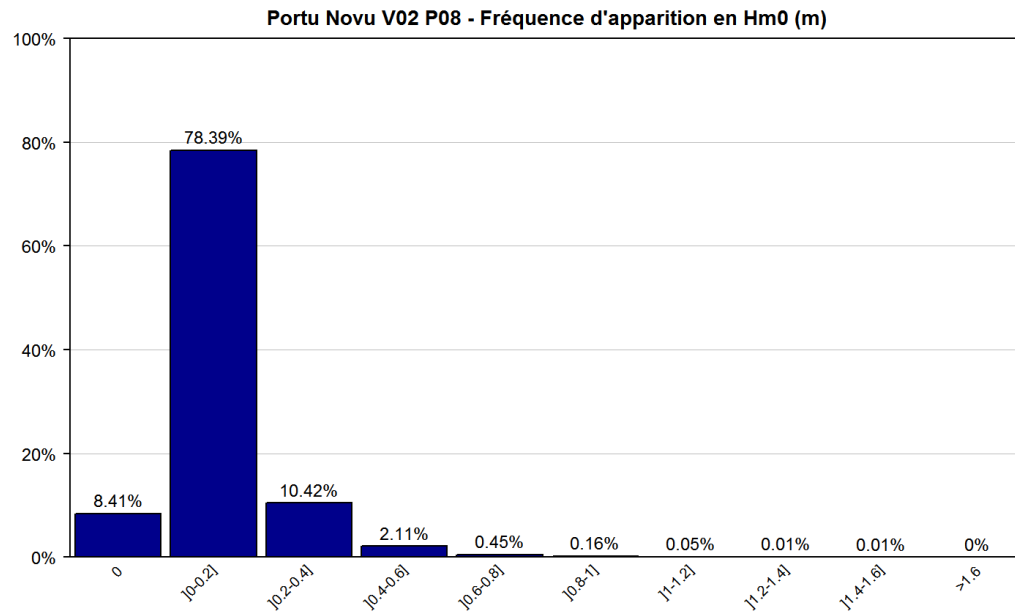


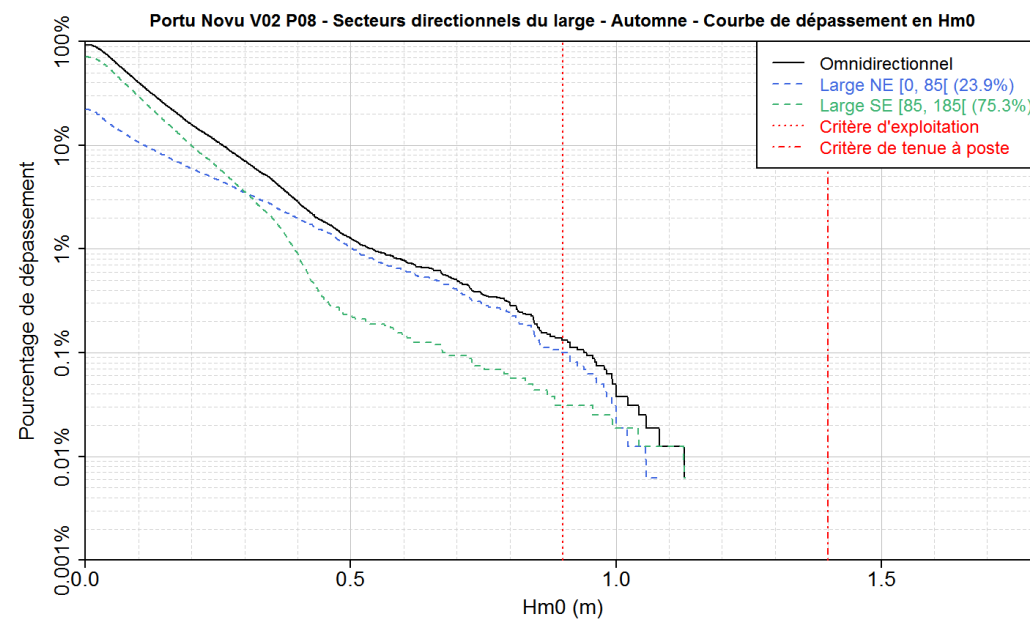
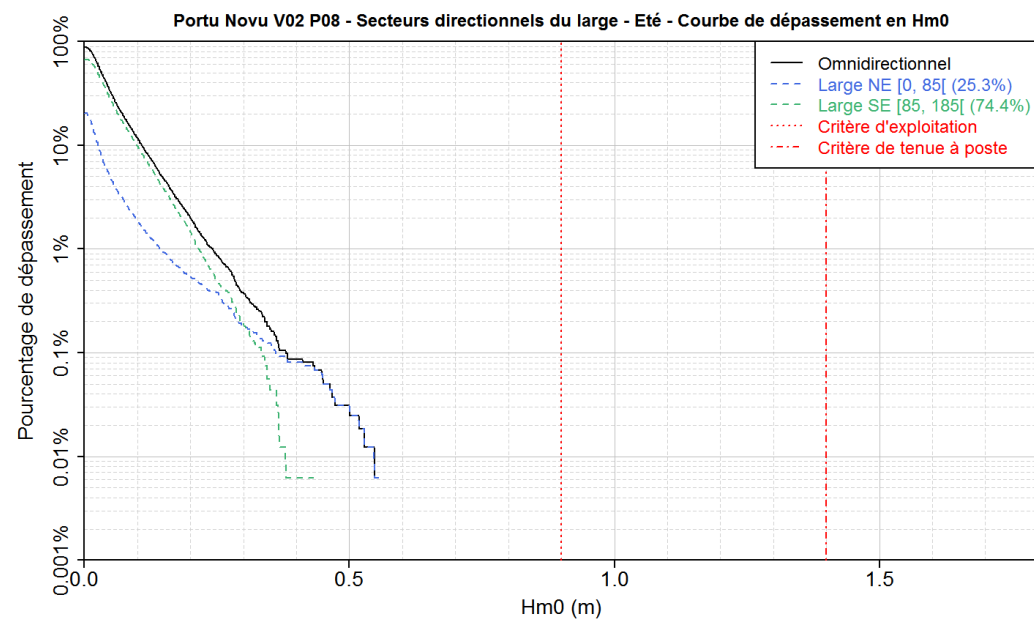
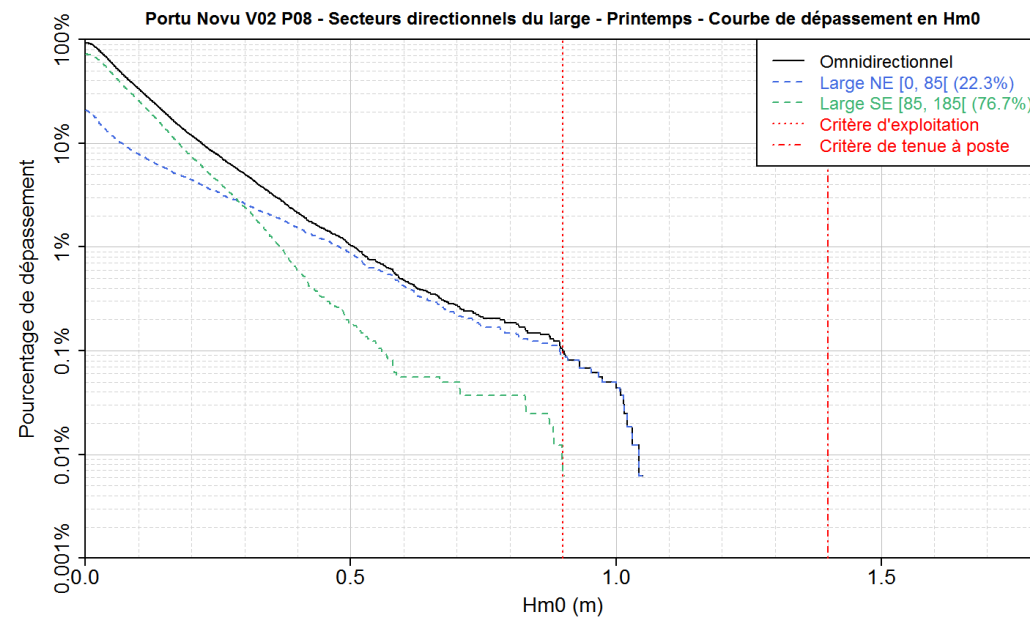
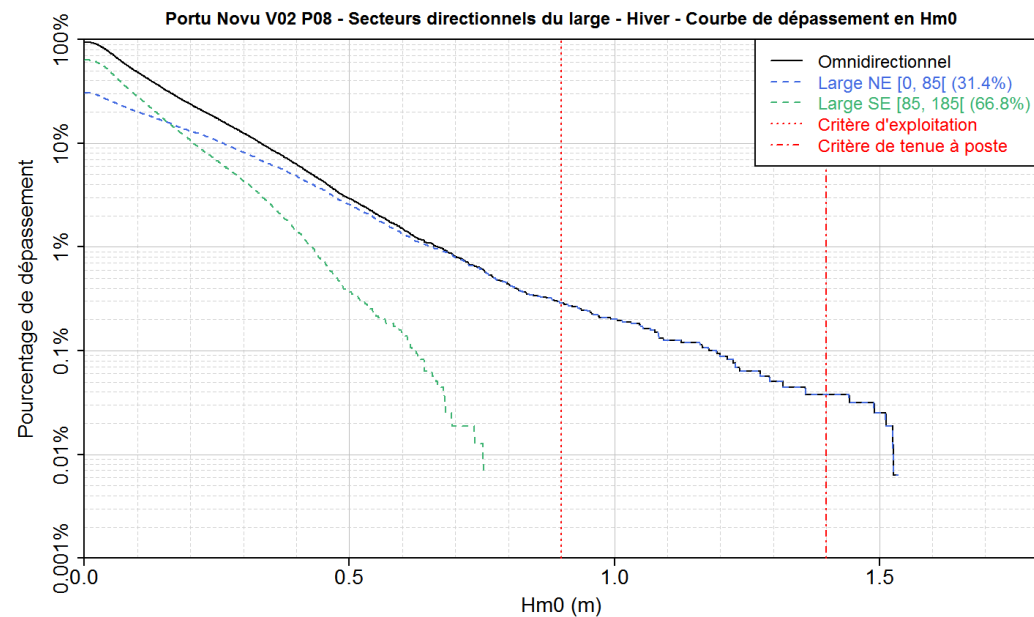
Portu Novu V02 P08 - Corrélogramme Hm0 / Tp

|         | ]0,1] | ]1,2] | ]2,3] | ]3,4] | ]4,5] | ]5,6] | ]6,7] | ]7,8] | ]8,9] | ]9,10] | ]10,11] | ]11,12] | Total % |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|
| Hm0 (m) |       | 0.15  | 21.71 | 23.45 | 15.49 | 9.04  | 6.43  | 2.06  | 0.3   | 0.05   | 0.00    |         | 78.39   |
|         |       |       |       | 0.2   | 3.97  | 3.77  | 1.37  | 0.7   | 0.3   | 0.1    | 0.01    |         | 10.42   |
|         |       |       |       |       | 0.00  | 0.63  | 1.34  | 0.12  | 0.01  | 0.01   | 0.00    | 0.00    | 2.11    |
|         |       |       |       |       |       |       | 0.15  | 0.3   |       |        | 0.00    |         | 0.45    |
|         |       |       |       |       |       |       |       | 0.12  | 0.03  |        |         |         | 0.16    |
|         |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.05  |        |         |         | 0.05    |
|         |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.01  | 0.01   |         |         | 0.01    |
|         |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.00  | 0.01   |         |         | 0.01    |
|         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |         |         |         |
|         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |         |         |         |
| Total % |       | 0.15  | 21.71 | 23.34 | 15.47 | 13.44 | 9.28  | 3.3   | 0.7   | 0.17   | 0.01    | 0.00    | 91.59%  |

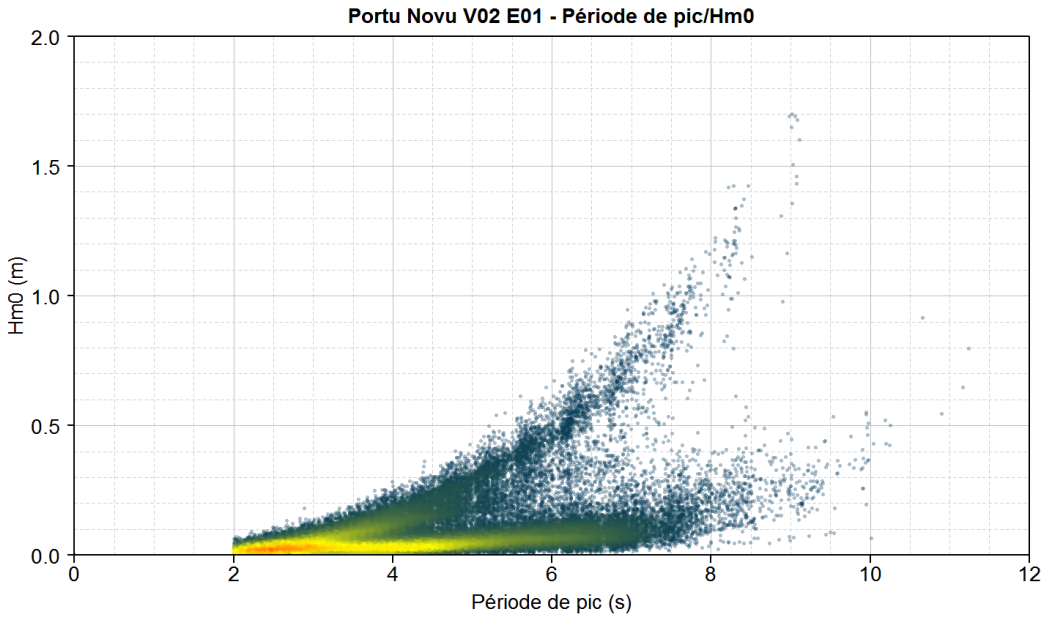
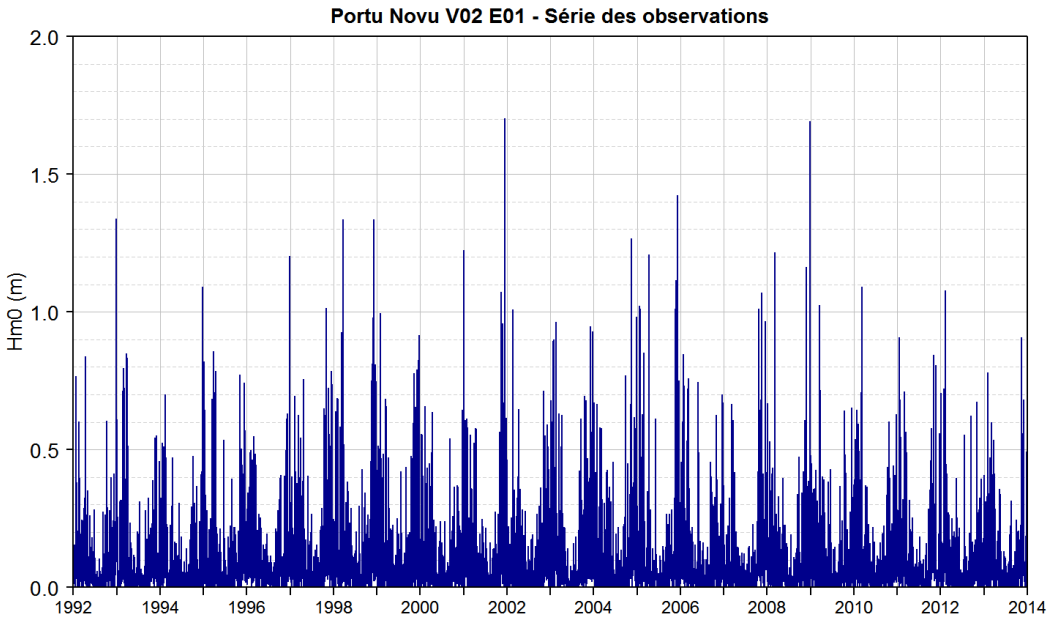
Période de pic (s)

Hm0 Calmes : 8.41 %







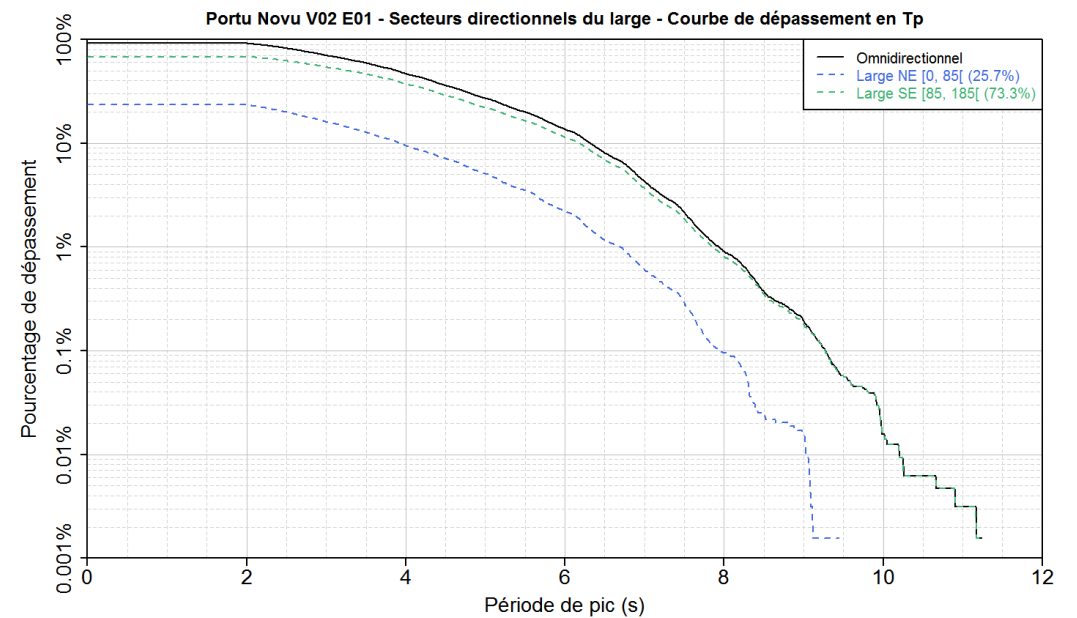
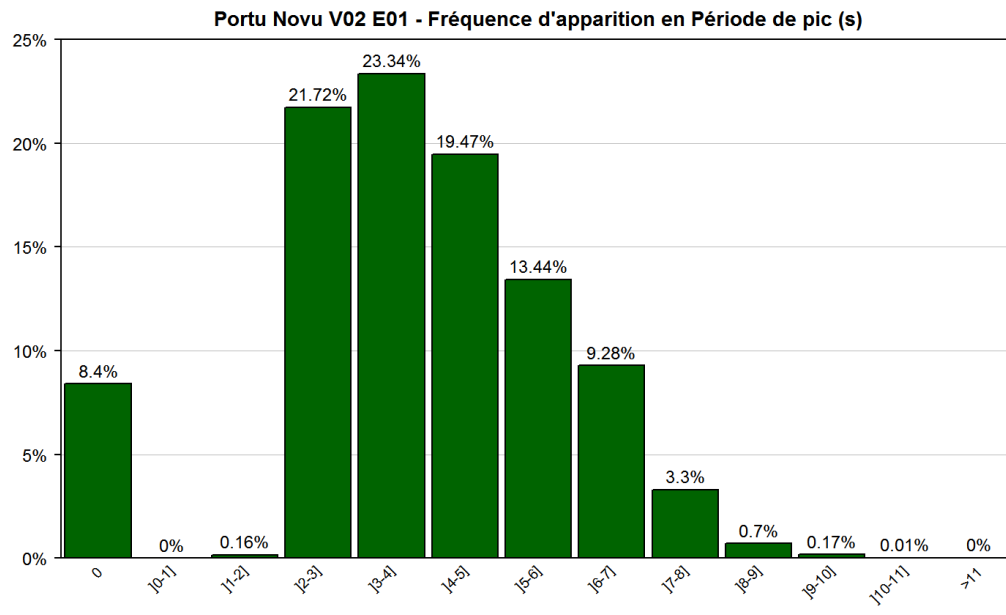
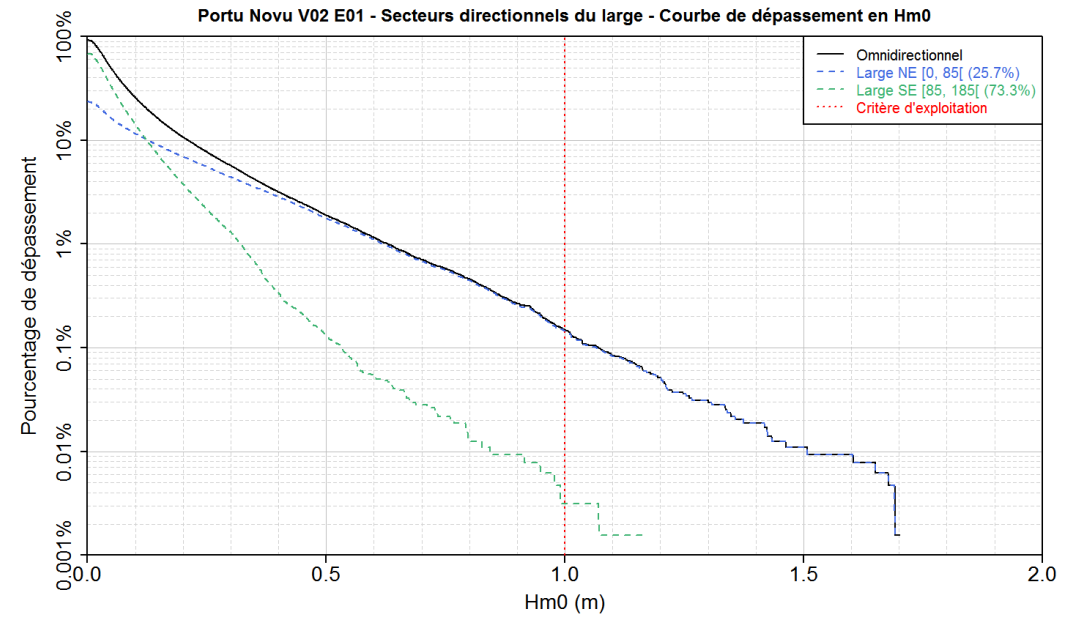
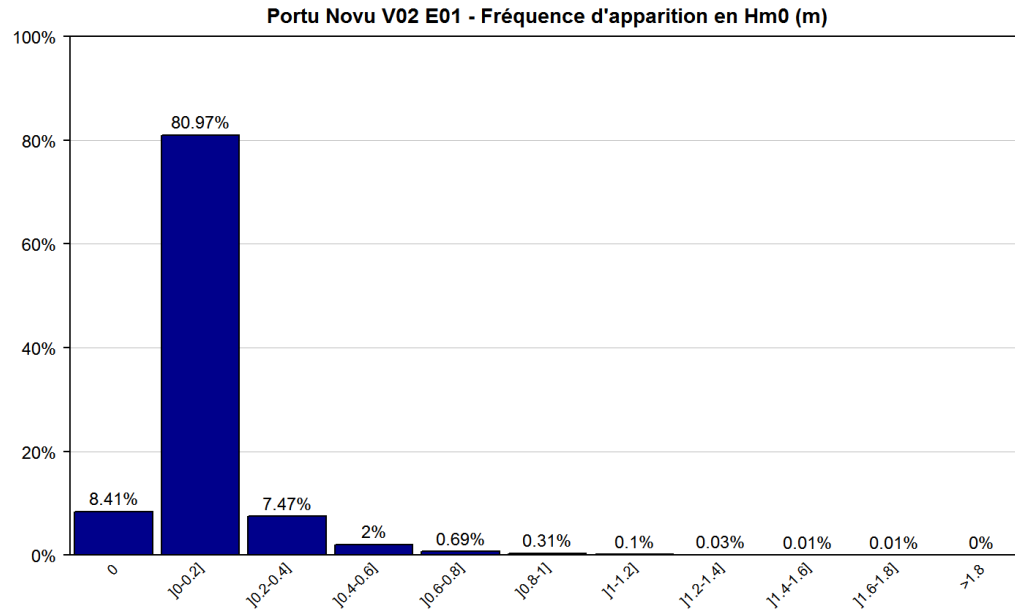


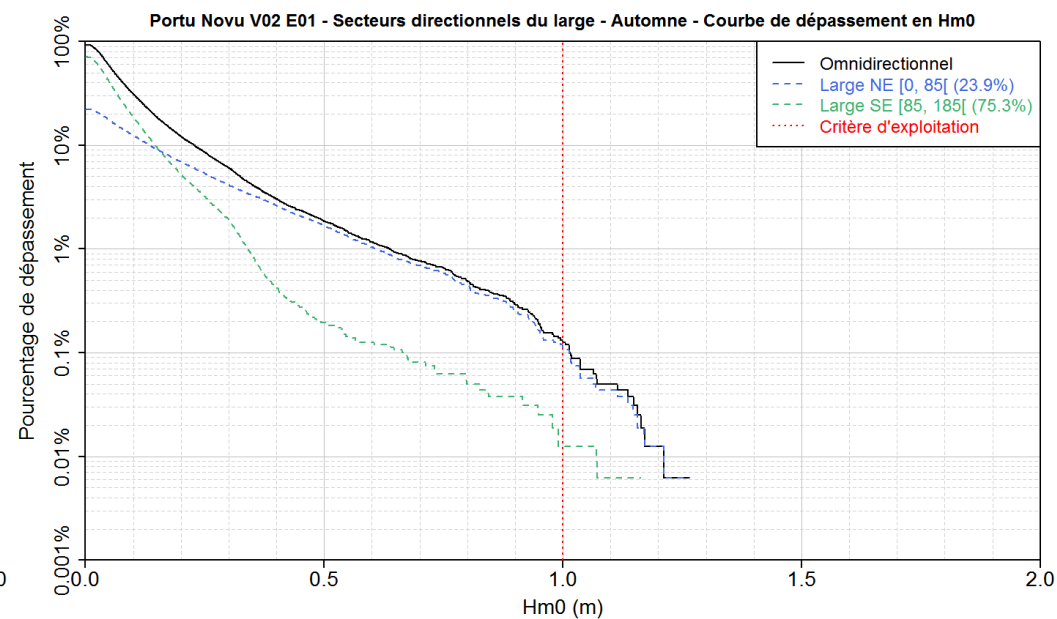
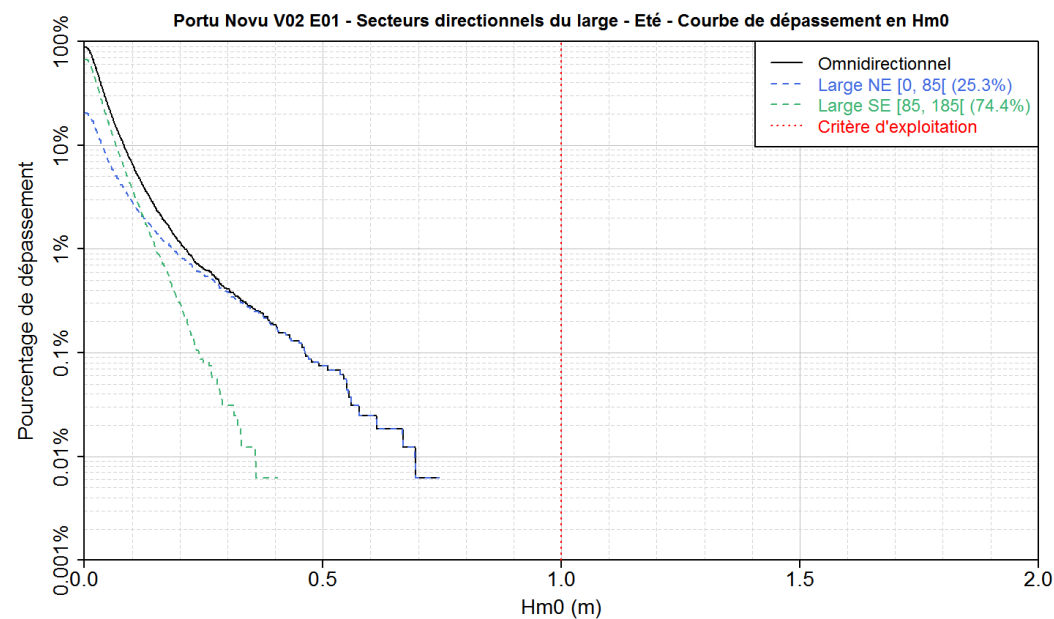
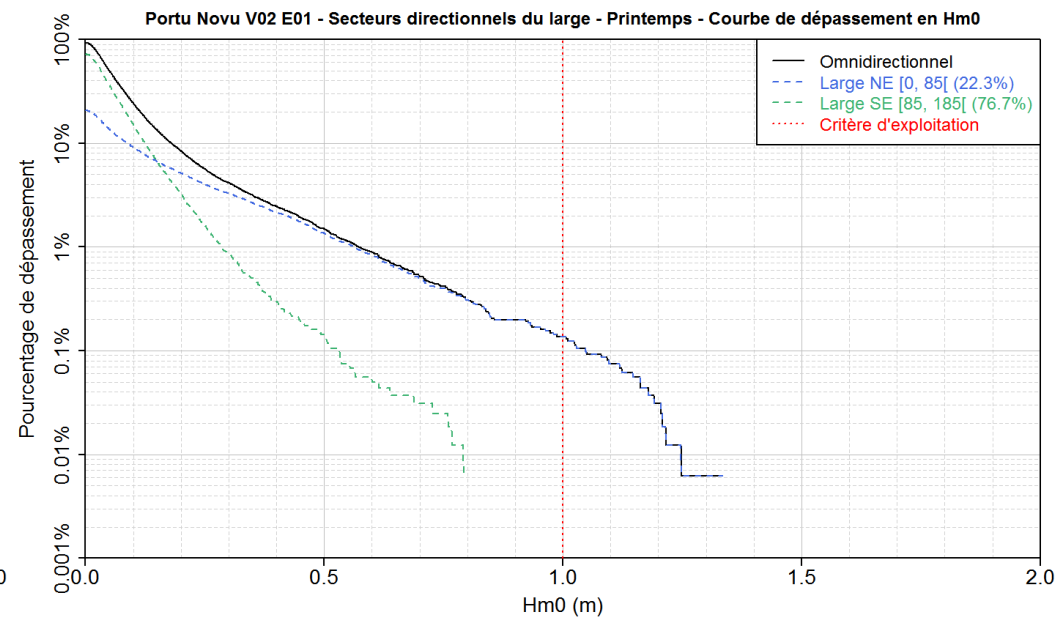
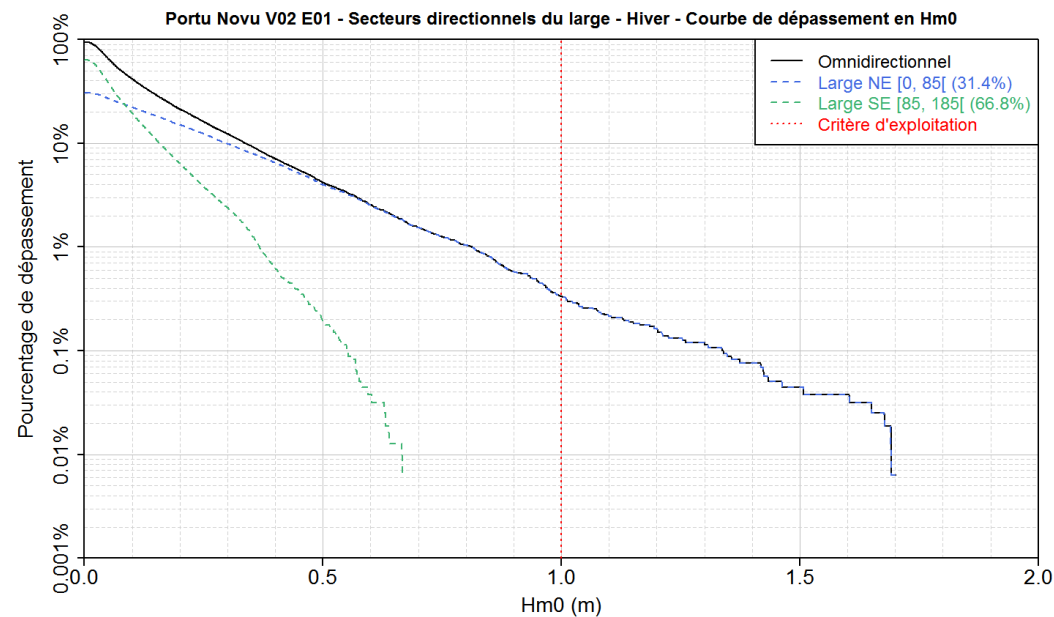
Portu Novu V02 E01 - Corrélogramme Hm0 / Tp

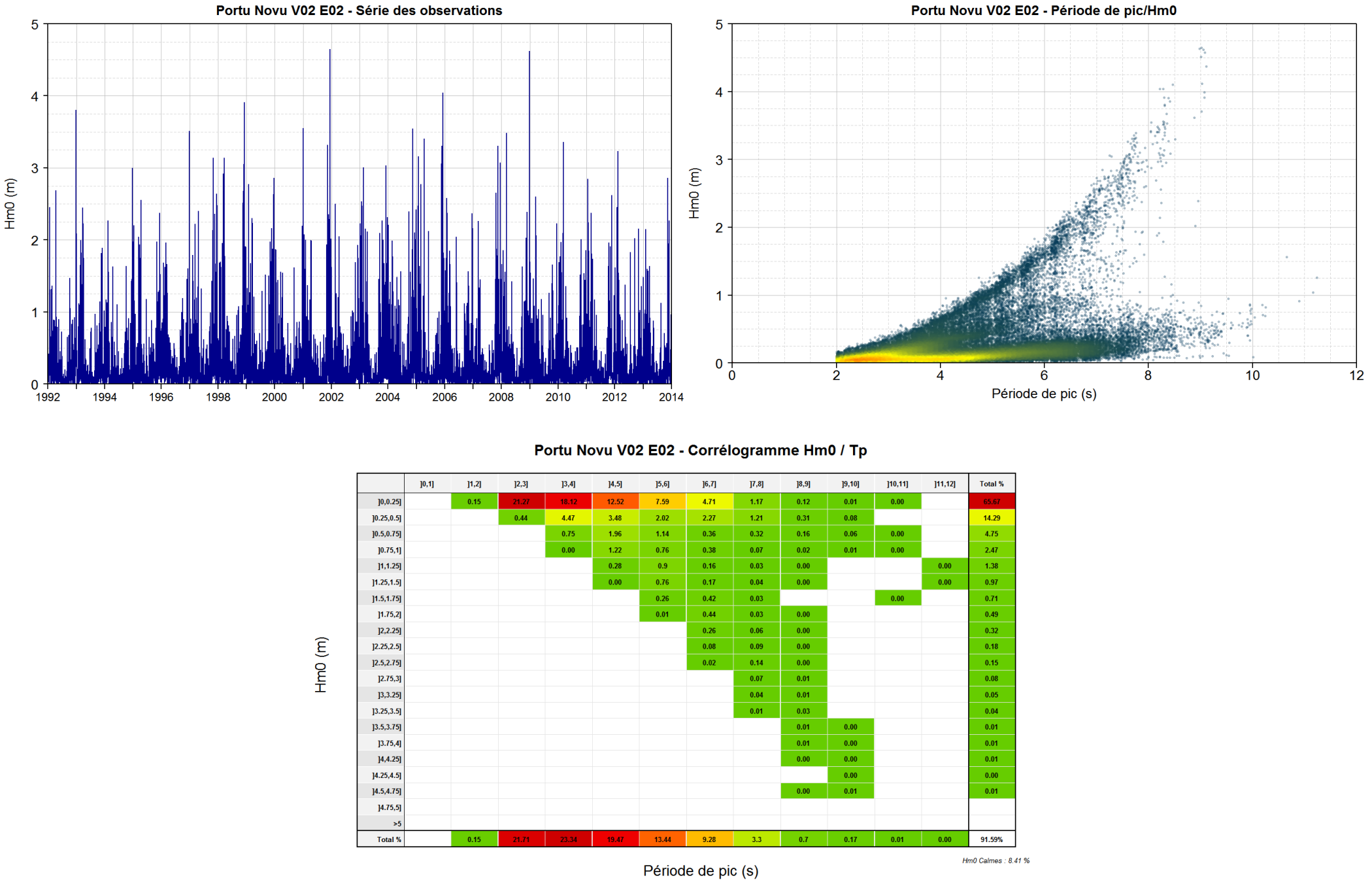
|           | [0,1] | [1,2] | [2,3] | [3,4] | [4,5] | [5,6] | [6,7] | [7,8] | [8,9] | [9,10] | [10,11] | [11,12] | Total % |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|
| [0,0.2]   |       | 0.15  | 21.71 | 23.21 | 16.82 | 9.64  | 6.96  | 2.19  | 0.25  | 0.04   | 0.00    |         | 80.97   |
| [0.2,0.4] |       |       |       | 0.13  | 2.64  | 2.95  | 0.74  | 0.56  | 0.34  | 0.1    |         |         | 7.47    |
| [0.4,0.6] |       |       |       |       | 0.00  | 0.84  | 1.02  | 0.08  | 0.02  | 0.02   | 0.01    |         | 2       |
| [0.6,0.8] |       |       |       |       |       | 0.00  | 0.52  | 0.16  | 0.00  |        |         | 0.00    | 0.69    |
| [0.8,1]   |       |       |       |       |       |       | 0.04  | 0.26  | 0.01  |        | 0.00    |         | 0.31    |
| [1,1.2]   |       |       |       |       |       |       |       | 0.06  | 0.04  |        |         |         | 0.1     |
| [1.2,1.4] |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.03  | 0.00   |         |         | 0.03    |
| [1.4,1.6] |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.00  | 0.00   |         |         | 0.01    |
| [1.6,1.8] |       |       |       |       |       |       |       |       | 0.00  | 0.01   |         |         | 0.01    |
| [1.8,2]   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |         |         |         |
| >2        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |         |         |         |
| Total %   |       | 0.15  | 21.71 | 23.34 | 19.47 | 13.44 | 9.28  | 3.3   | 0.7   | 0.17   | 0.01    | 0.00    | 91.59%  |

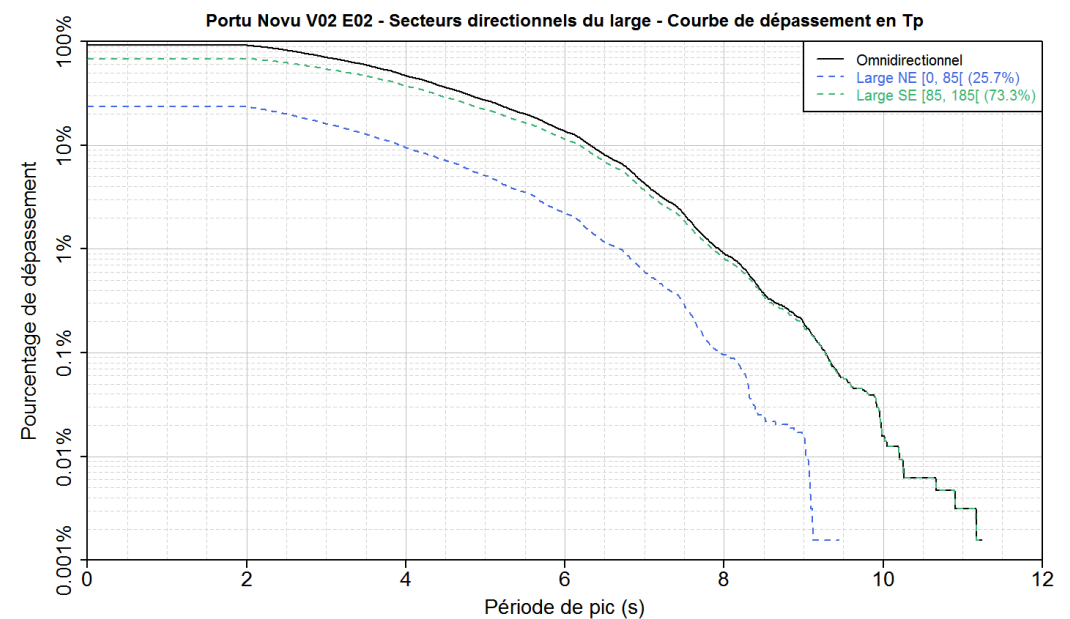
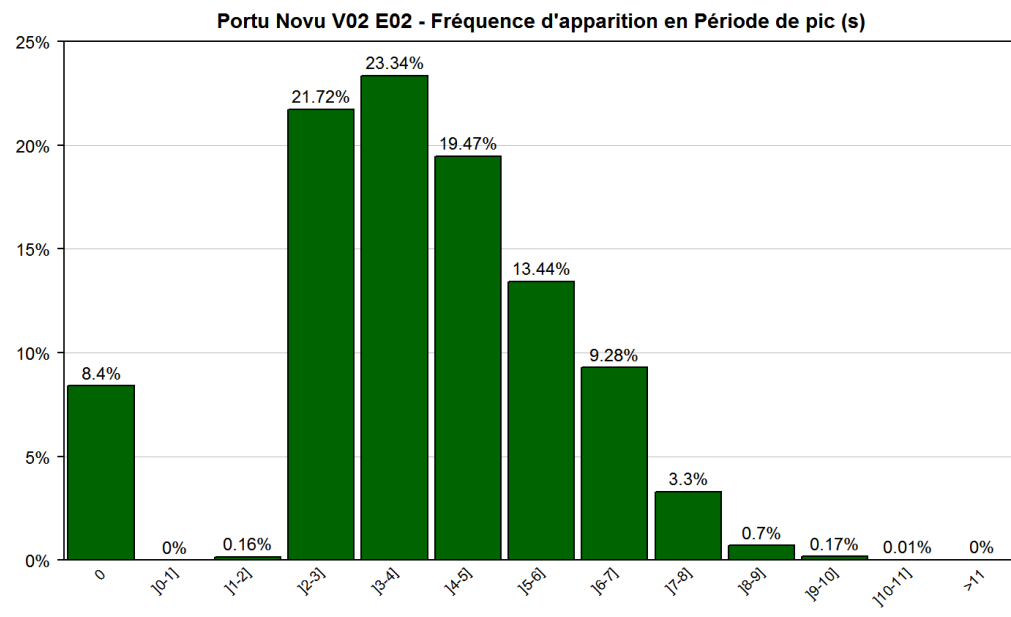
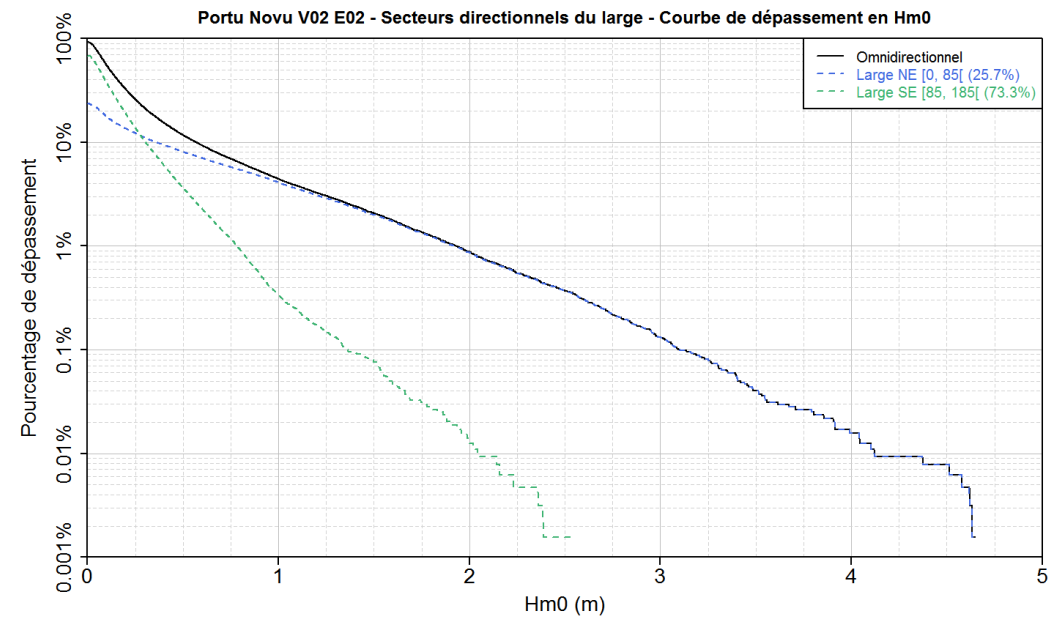
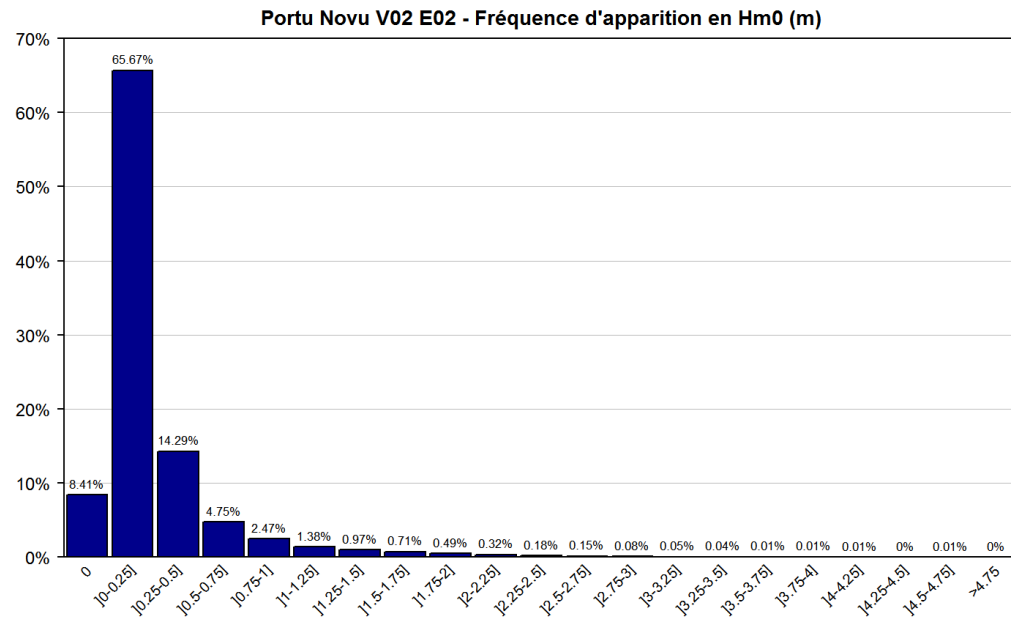
Période de pic (s)

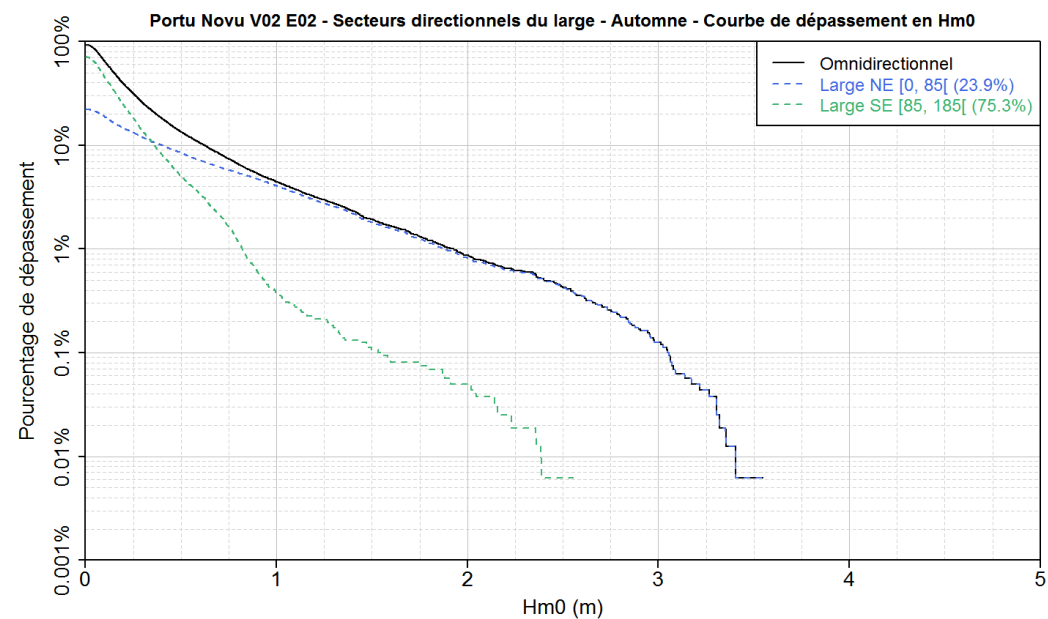
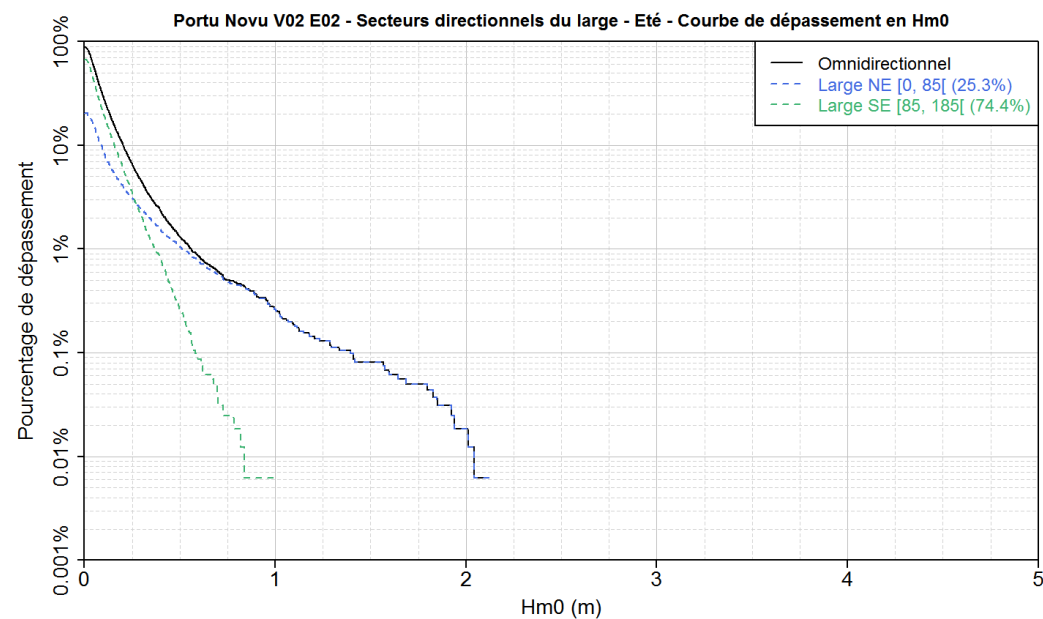
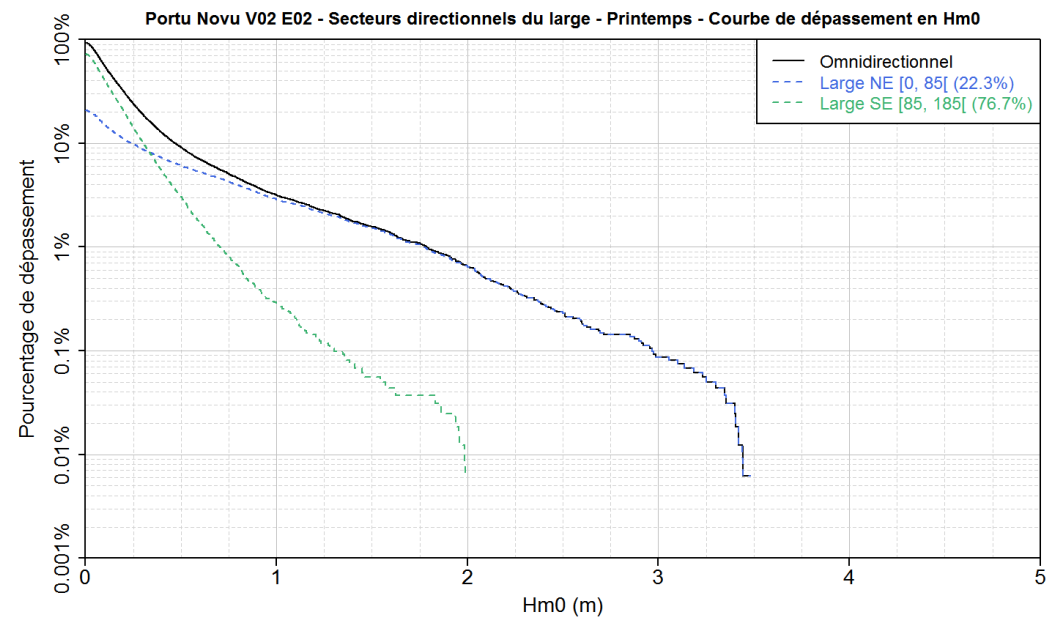
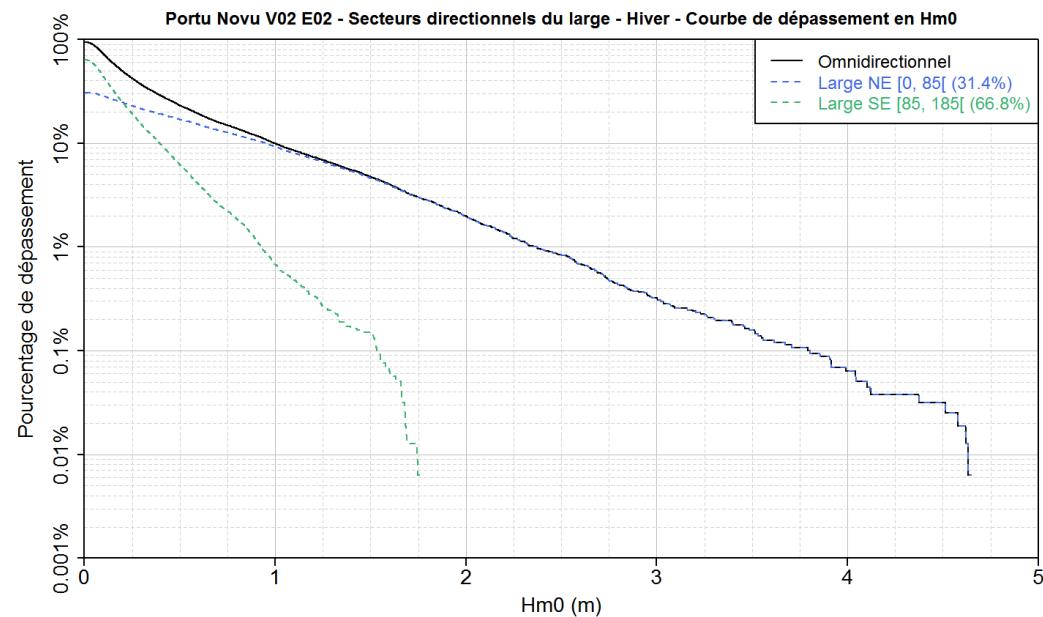
Hm0 Calmes : 8.41 %













---

# PROJET DE PORTU NOVU

## ETUDES COMPLÉMENTAIRES

### *Annexe D – Agitation extrême dans le port*



---

**EPURES D'AGITATION DIVINE  
CONDITIONS EXTRÊMES - V01**

Figure 2

Config V01 - Houle de 030°N, Hm0 = 1.90 m, Tp = 07.0 s - Période de retour 1%

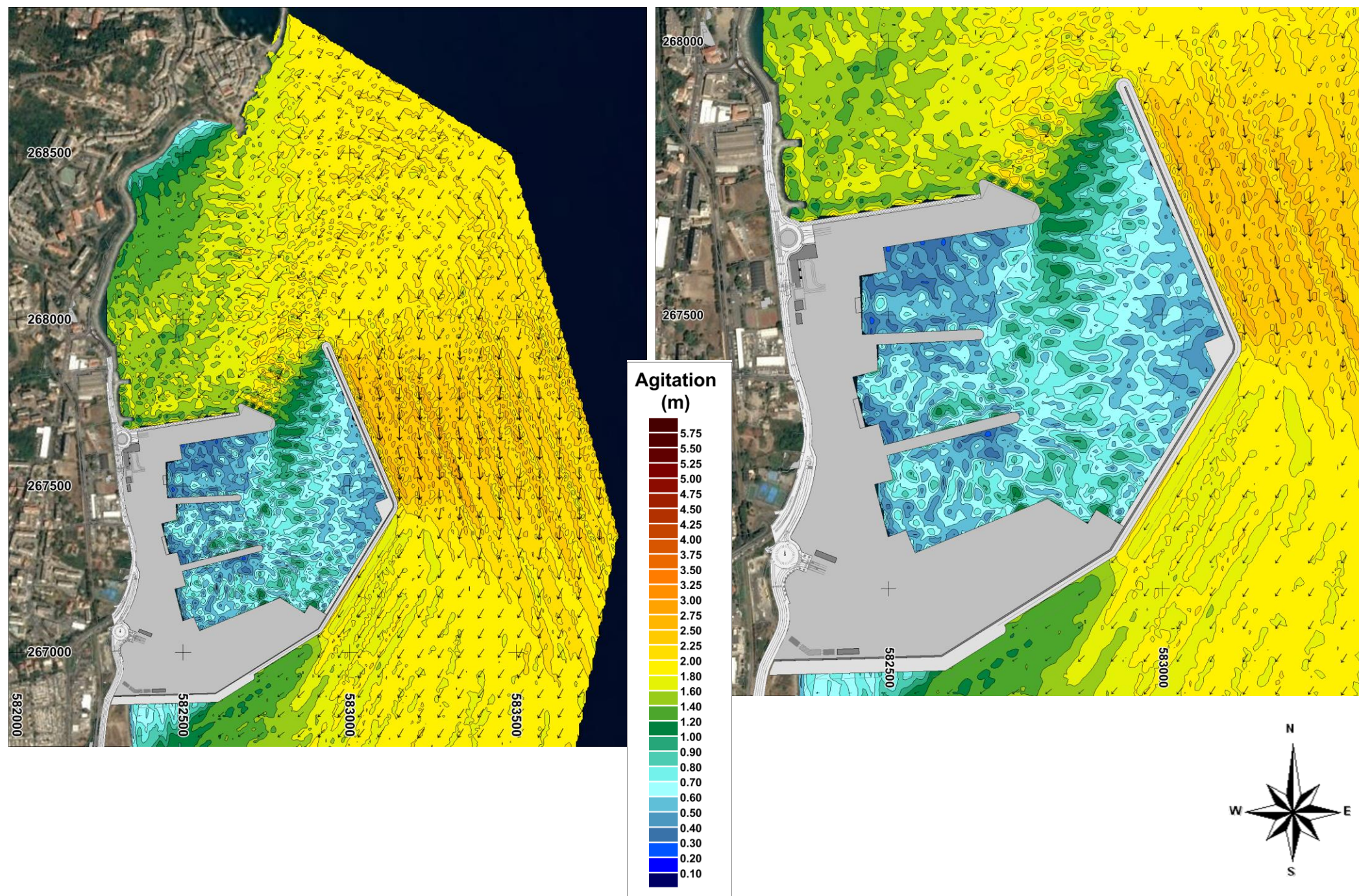




Figure 3

Config V01 - Houle de 030°N, Hm0 = 3.00 m, Tp = 08.0 s - Période de retour 1 an

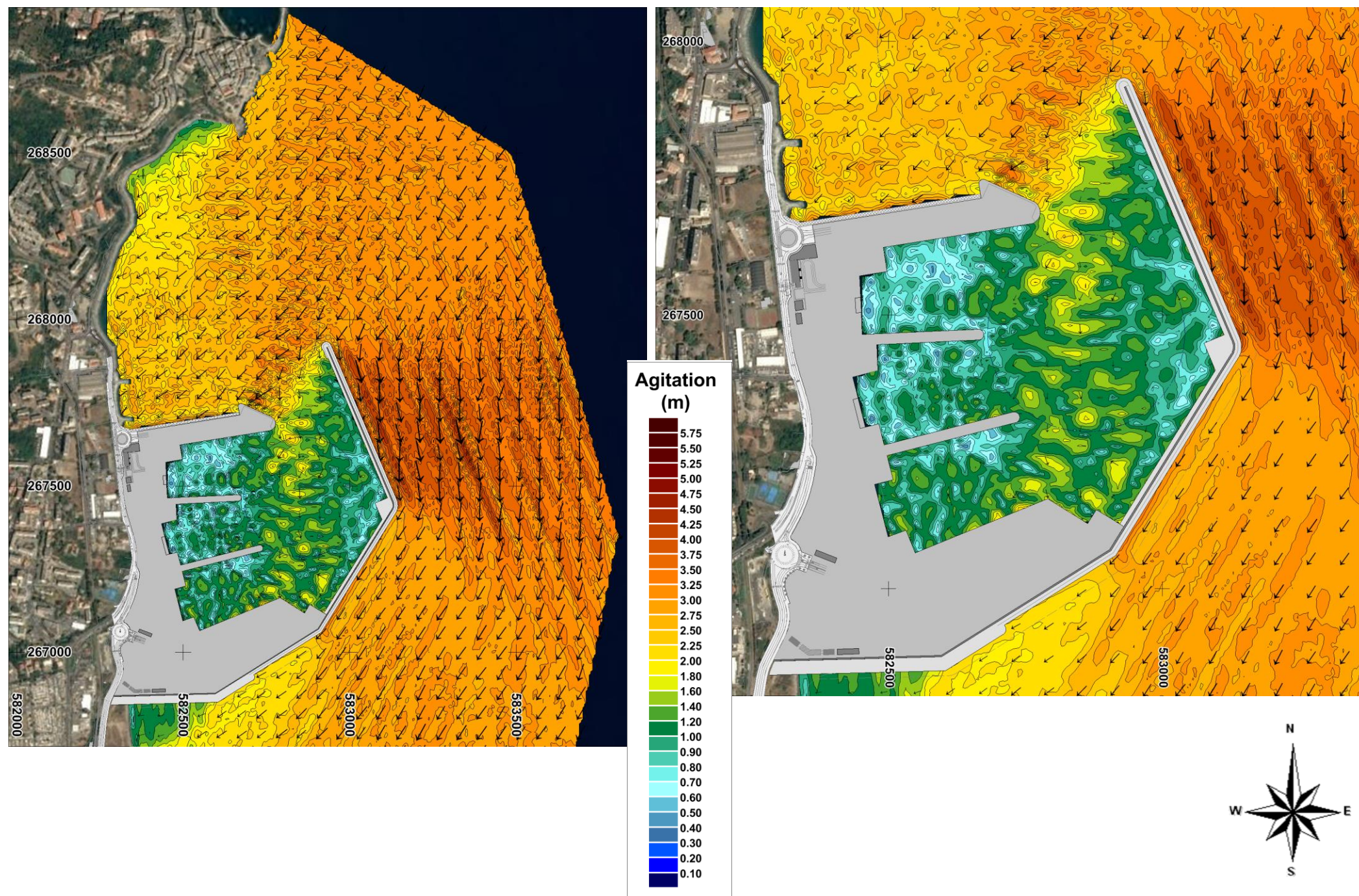




Figure 4

Config V01 - Houle de 045°N, Hm0 = 4.20 m, Tp = 09.0 s - Période de retour 10 ans

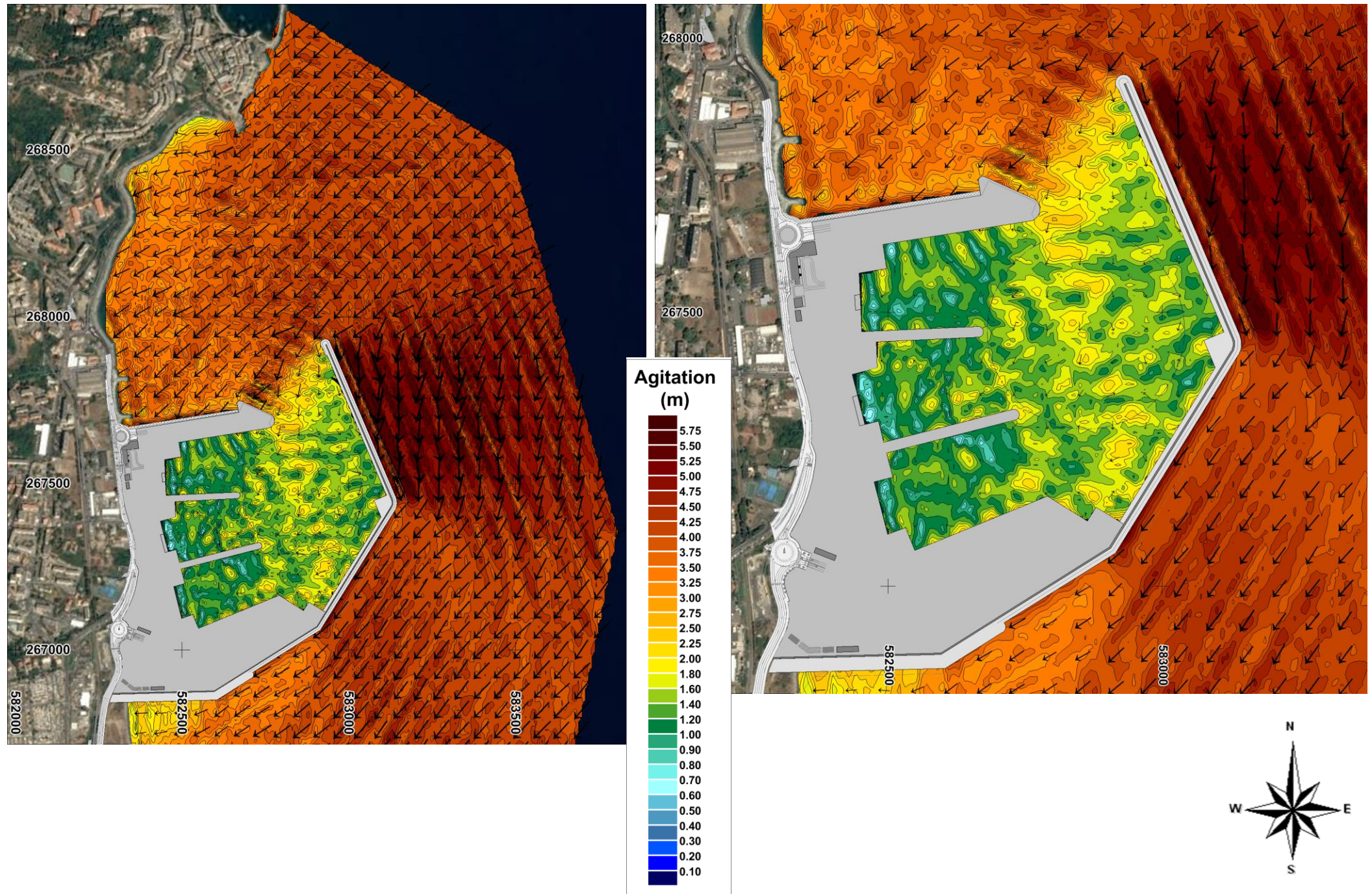




Figure 5

Config V01 - Houle de 050°N, Hm0 = 5.00 m, Tp = 09.5 s - Période de retour 50 ans

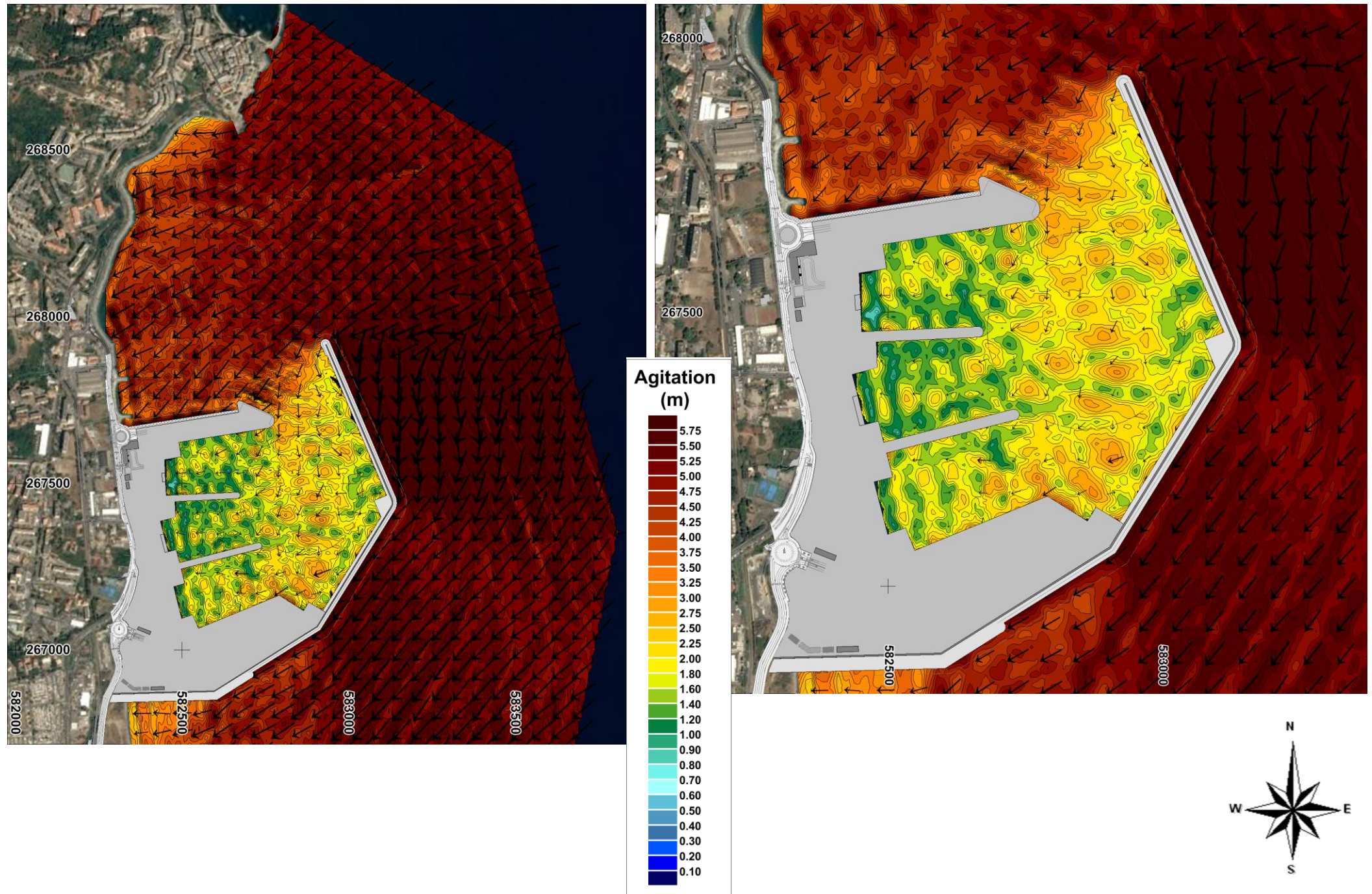




Figure 6

Config V01 - Houle de 050°N, Hm0 = 5.30 m, Tp = 10.0 s - Période de retour 100 ans

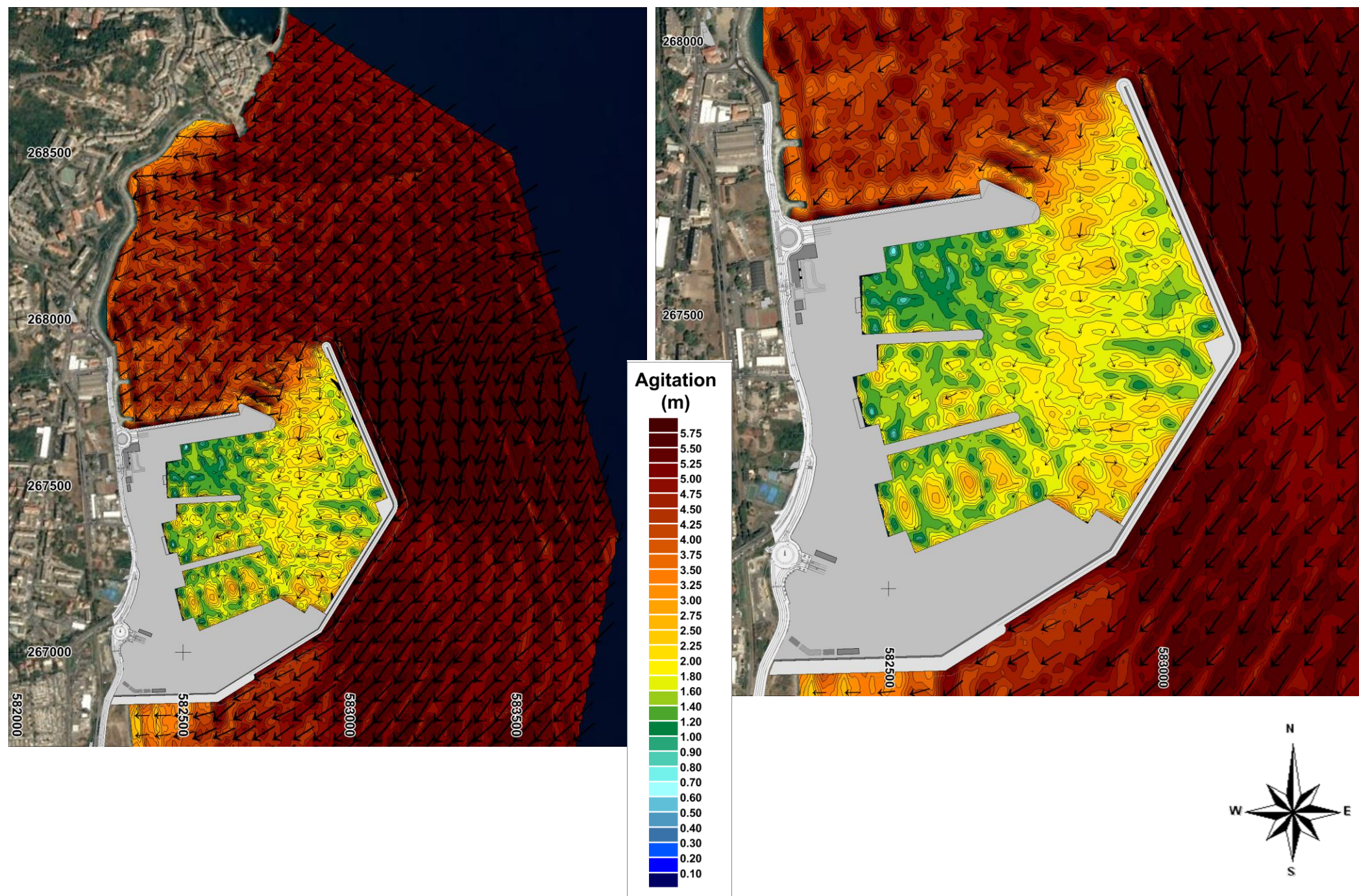




Figure 7

Config V01 - Houle de 090°N, Hm0 = 1.40 m, Tp = 06.0 s - Période de retour 1%

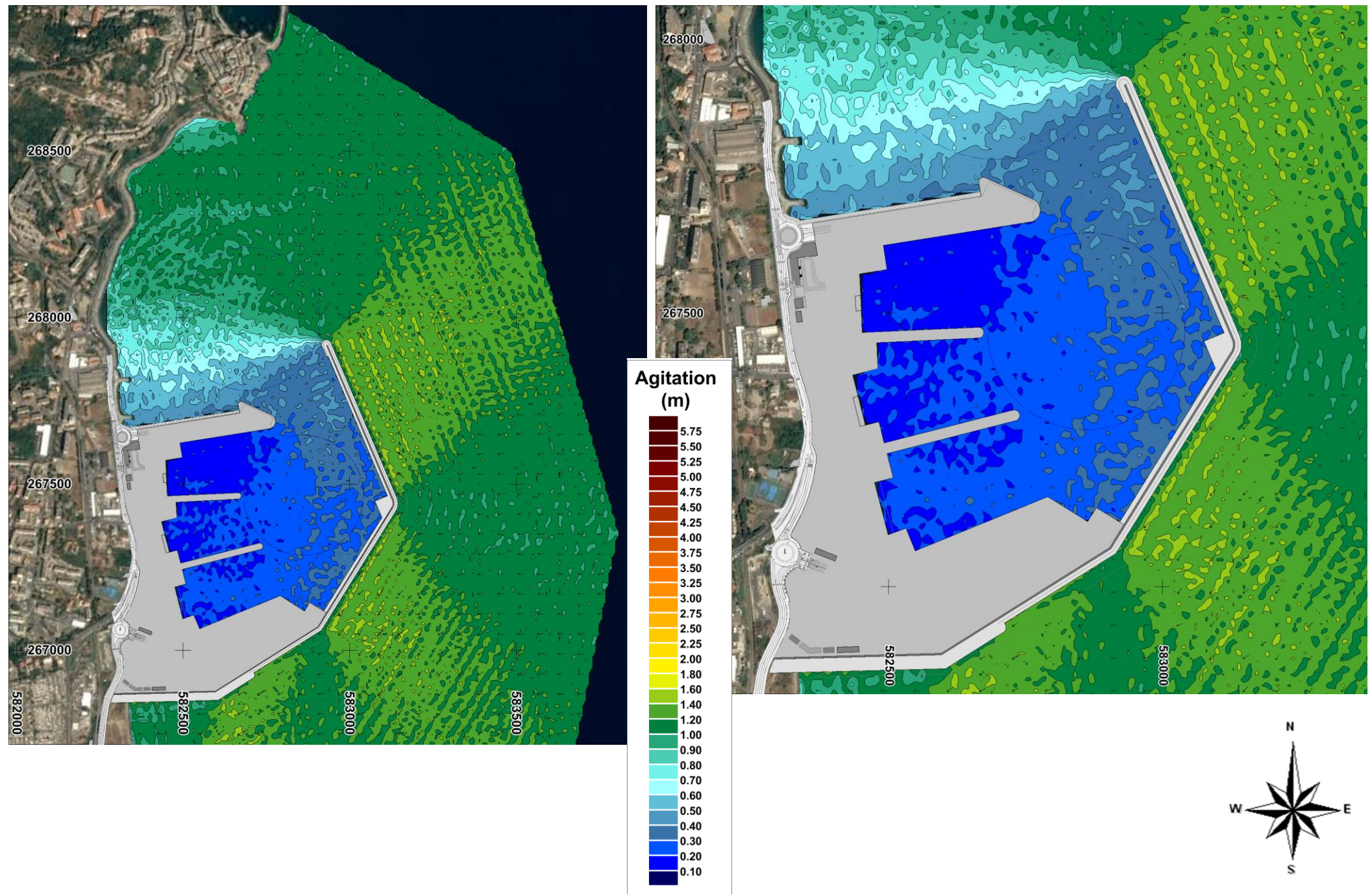




Figure 8

Config V01 - Houle de 090°N, Hm0 = 2.10 m, Tp = 07.0 s - Période de retour 1 an

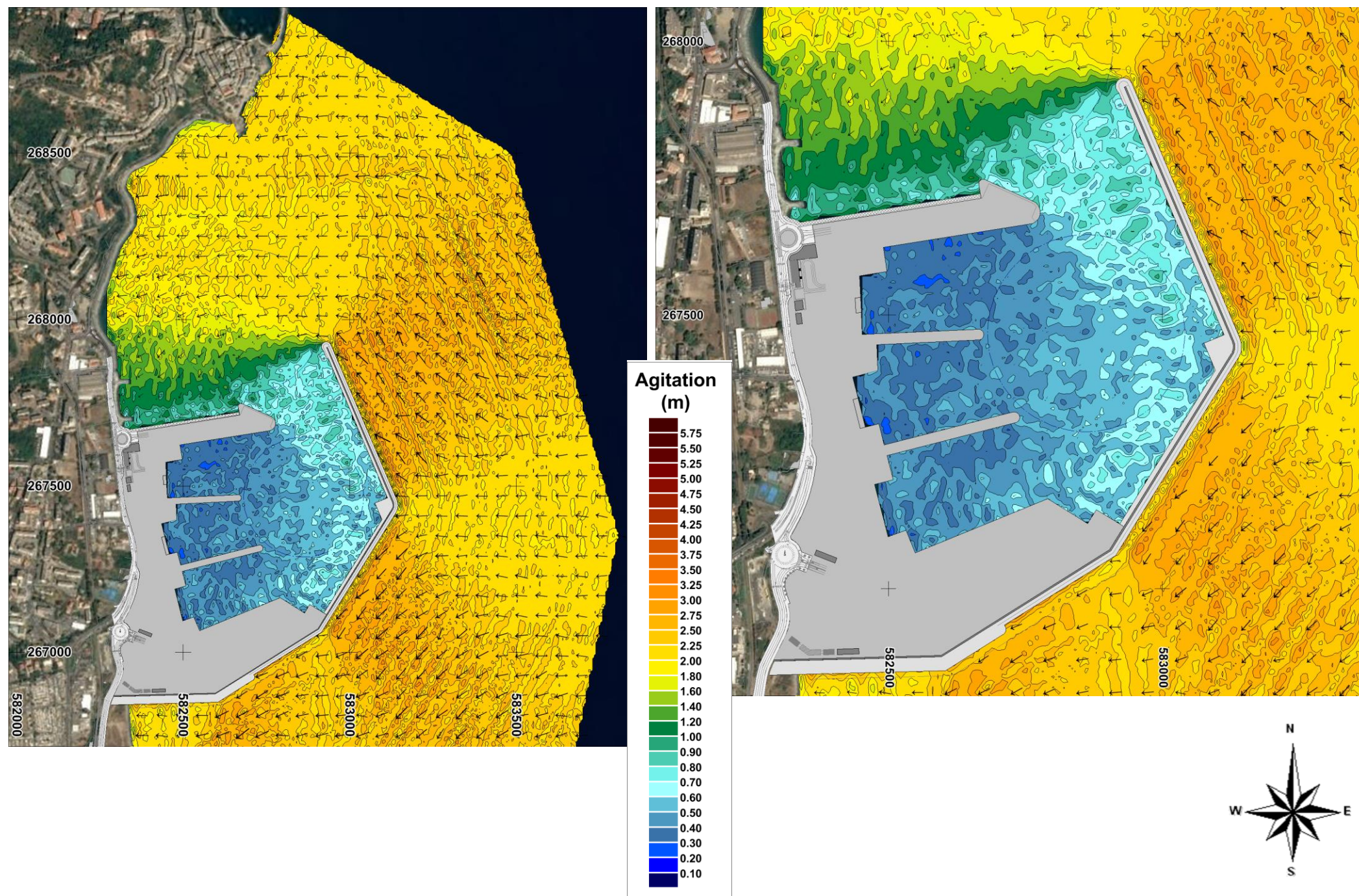




Figure 9

Config V01 - Houle de 105°N, Hm0 = 3.30 m, Tp = 08.0 s - Période de retour 10 ans

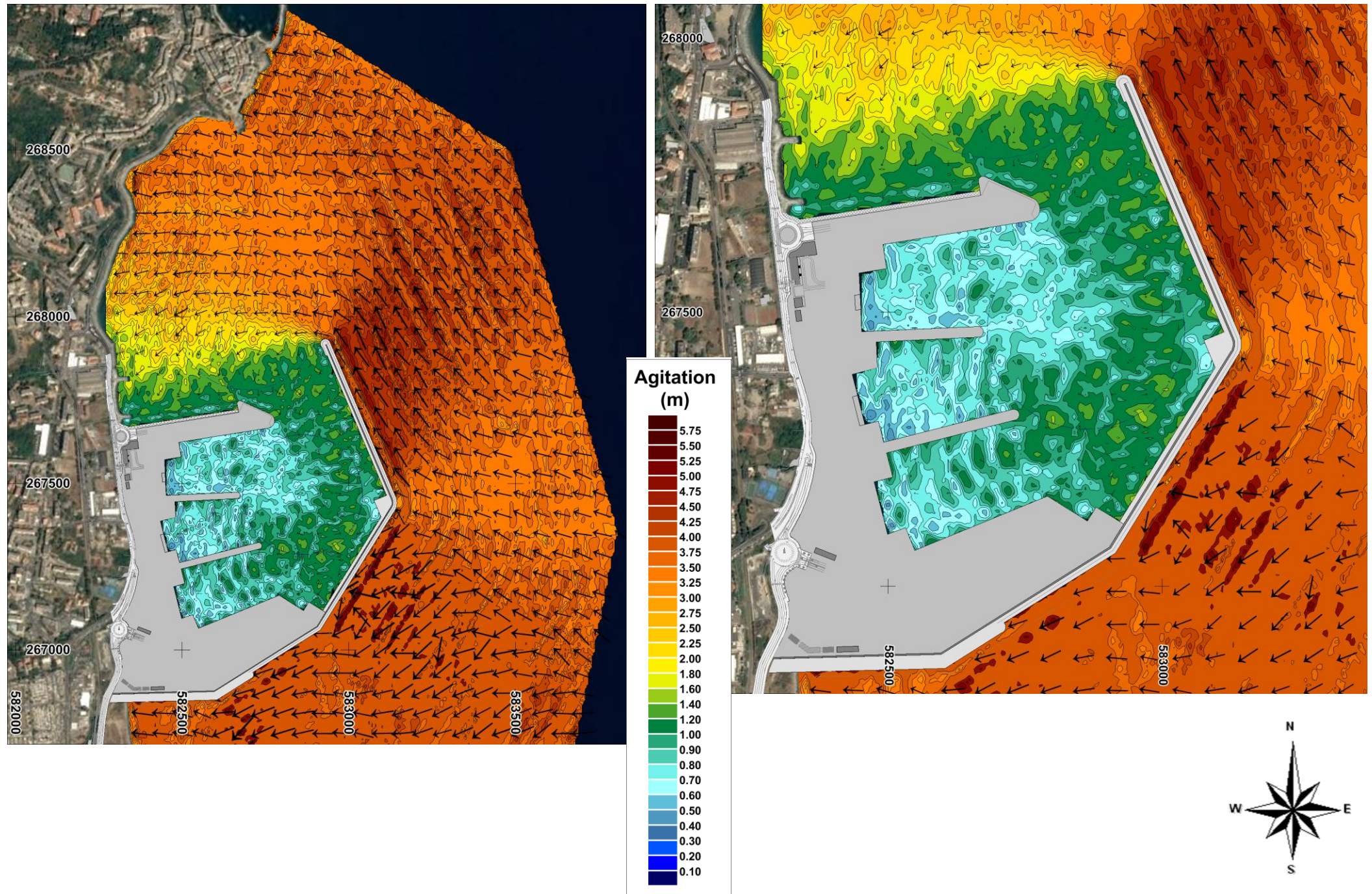




Figure 10

Config V01 - Houle de 110°N, Hm0 = 4.20 m, Tp = 08.5 s - Période de retour 50 ans

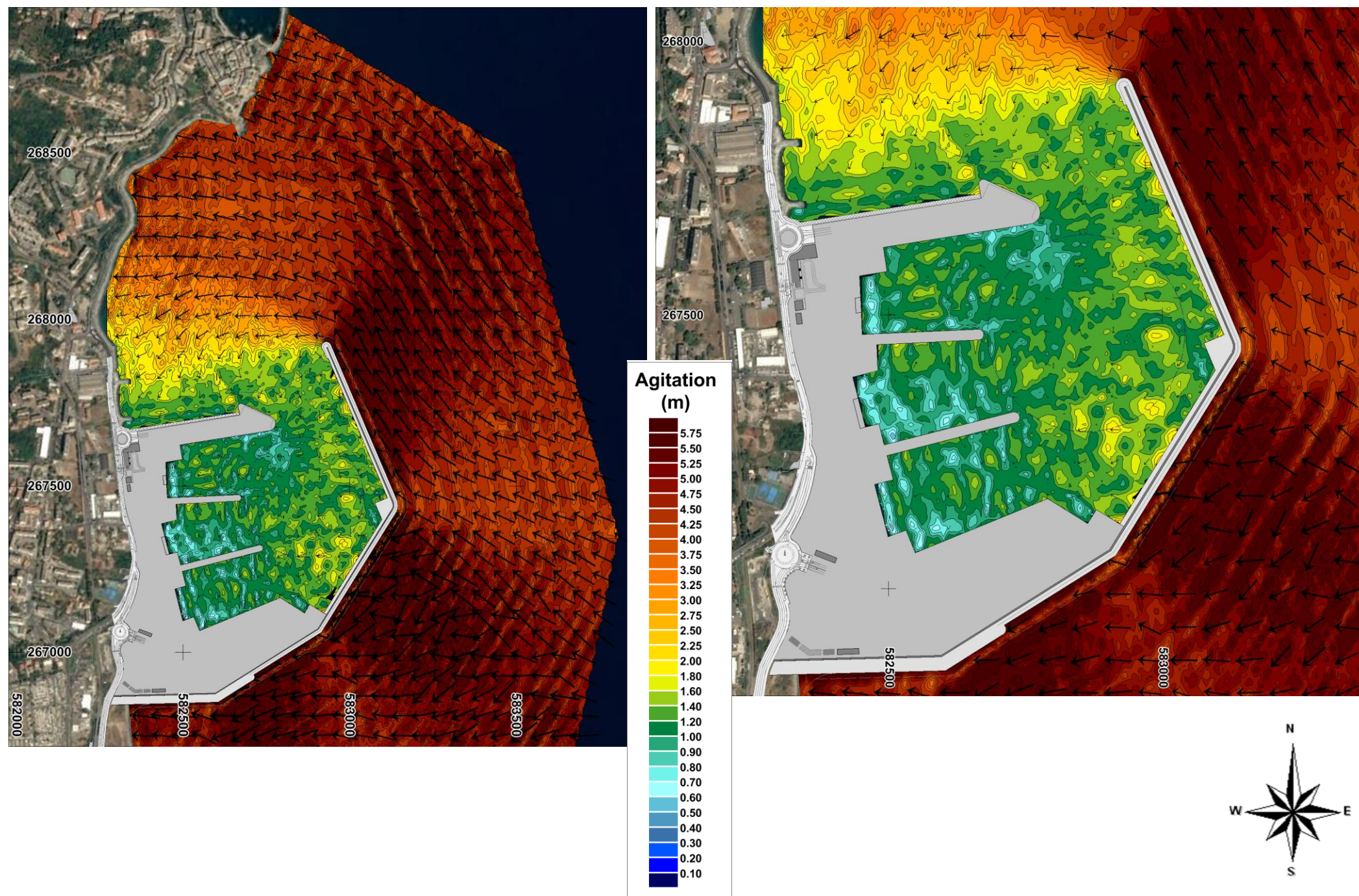
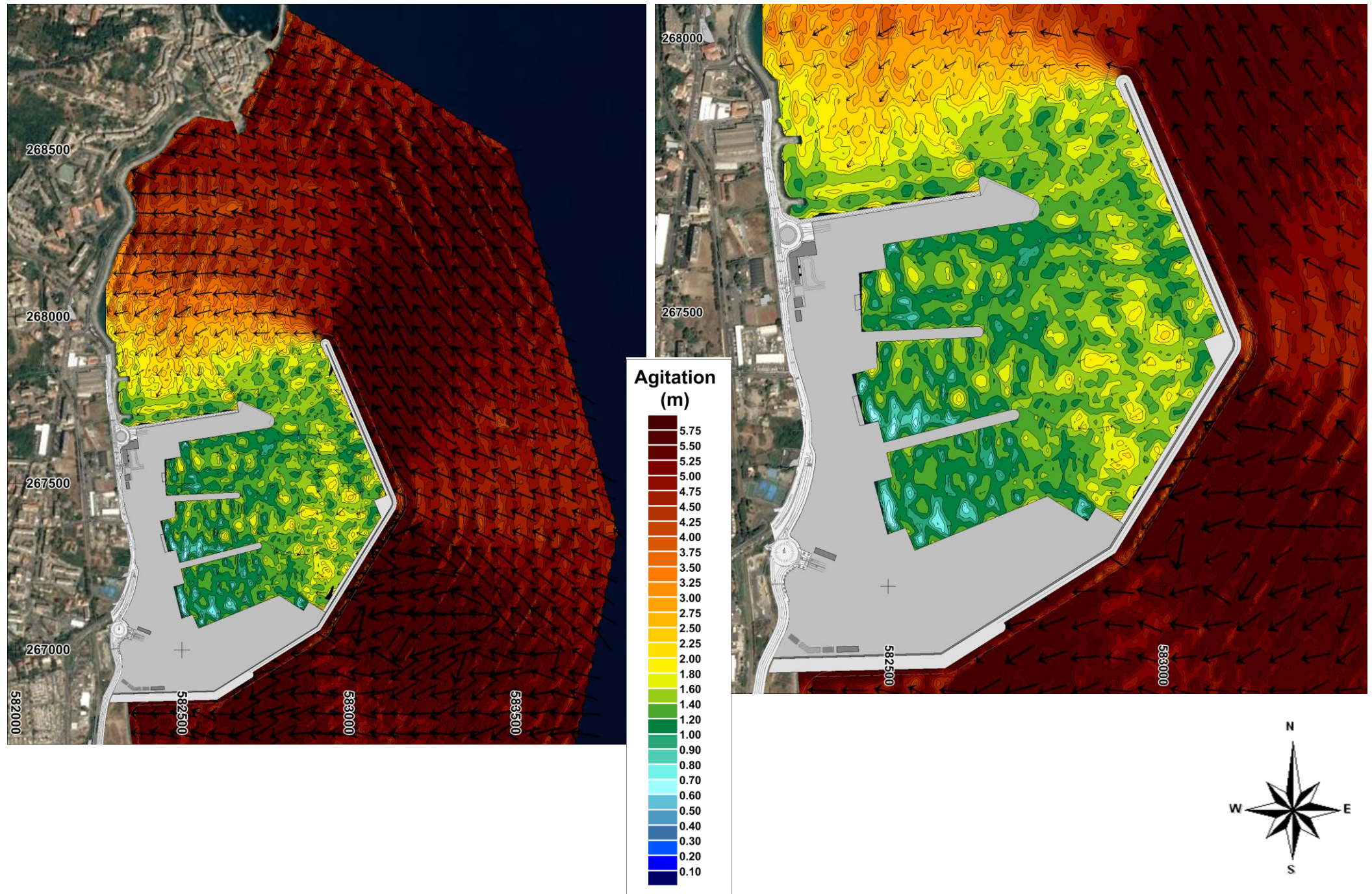




Figure 11

Config V01 - Houle de 110°N, Hm0 = 4.60 m, Tp = 09.0 s - Période de retour 100 ans





---

**EPURES D'AGITATION DIVINE  
CONDITIONS EXTRÊMES - V02**

Figure 13

Config V02 - Houle de 030°N, Hm0 = 1.90 m, Tp = 07.0 s - Période de retour 1%

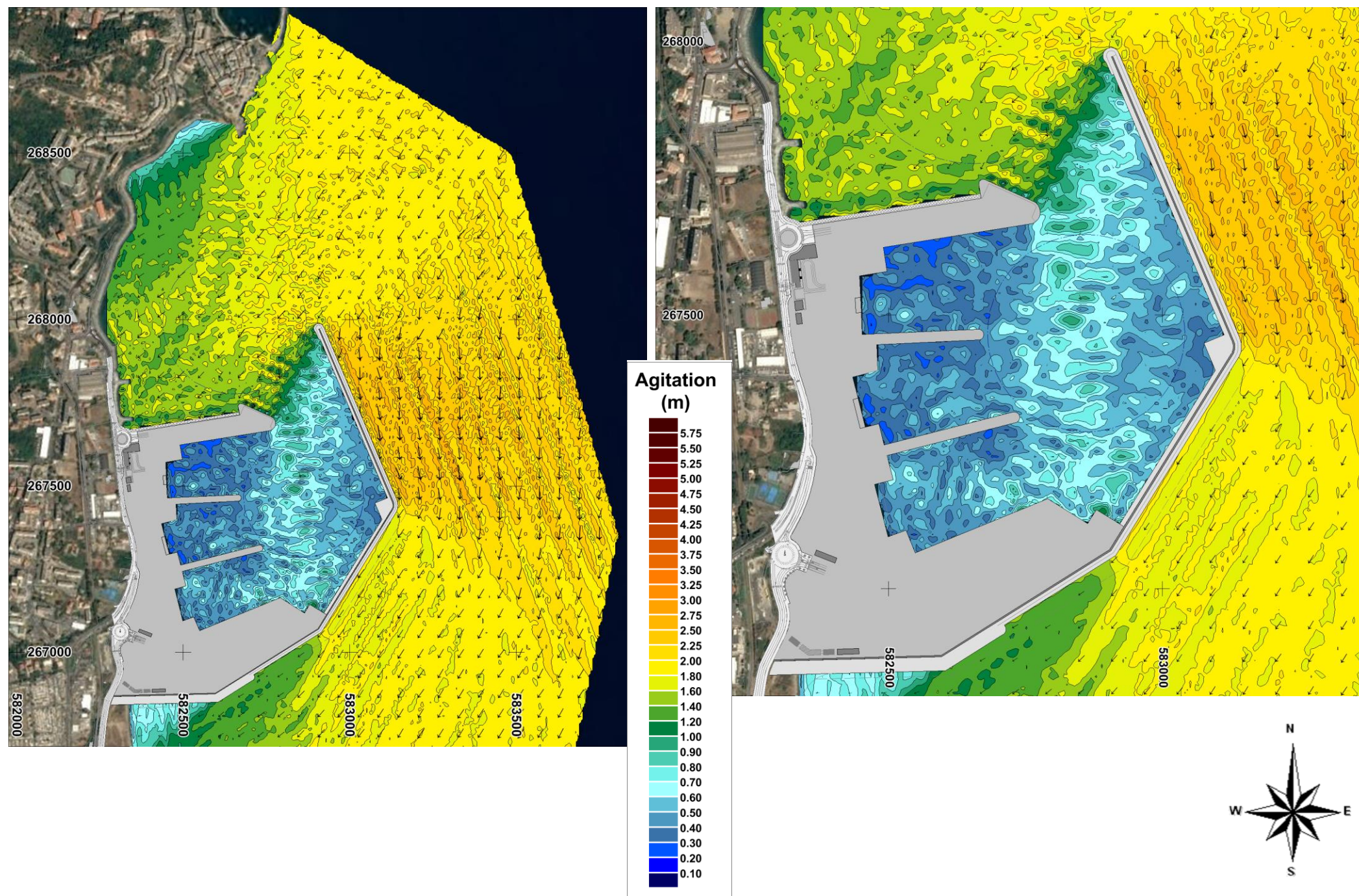




Figure 14

Config V02 - Houle de 030°N, Hm0 = 3.00 m, Tp = 08.0 s - Période de retour 1 an

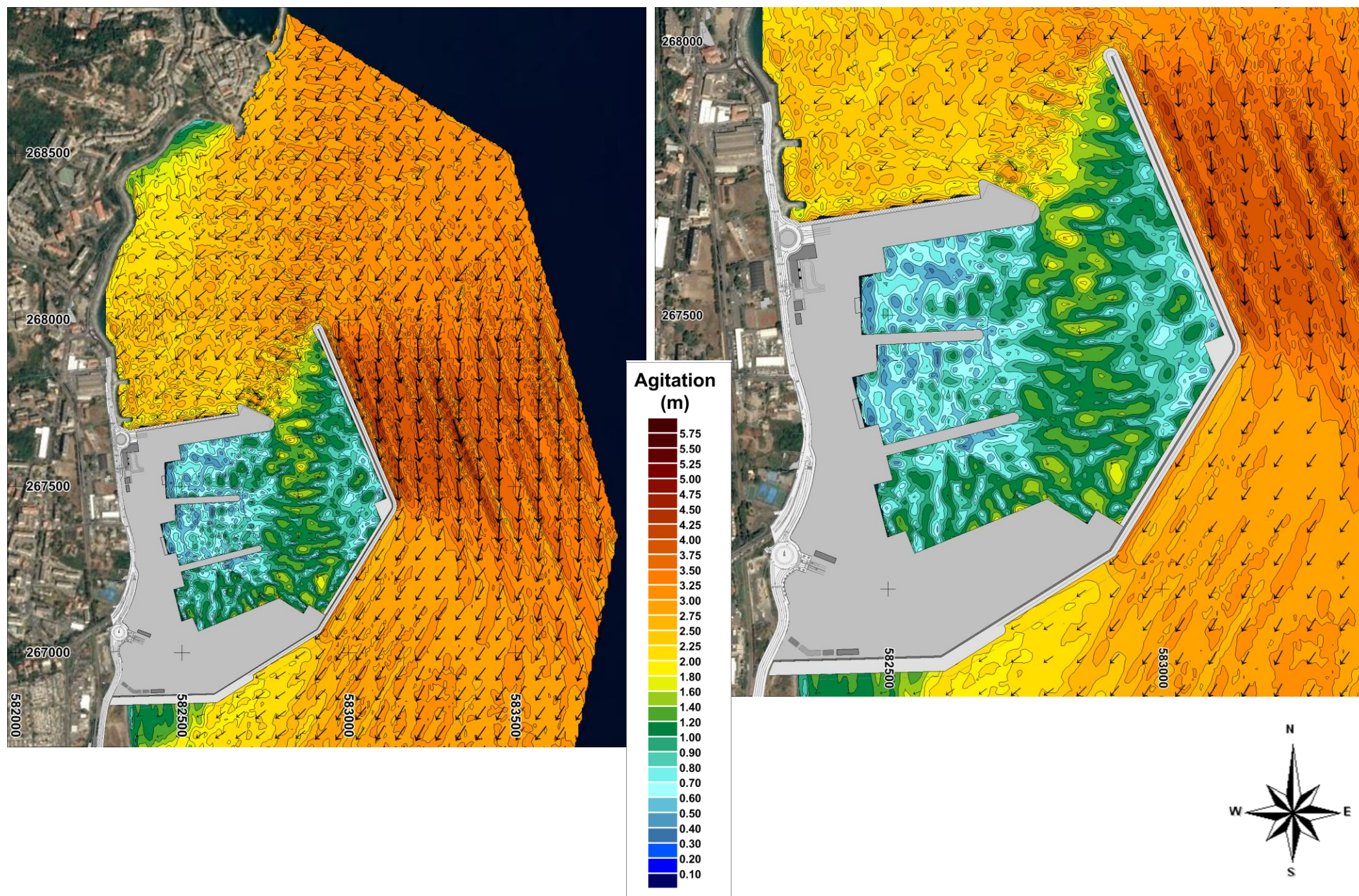




Figure 15

Config V02 - Houle de 045°N, Hm0 = 4.20 m, Tp = 09.0 s - Période de retour 10 ans

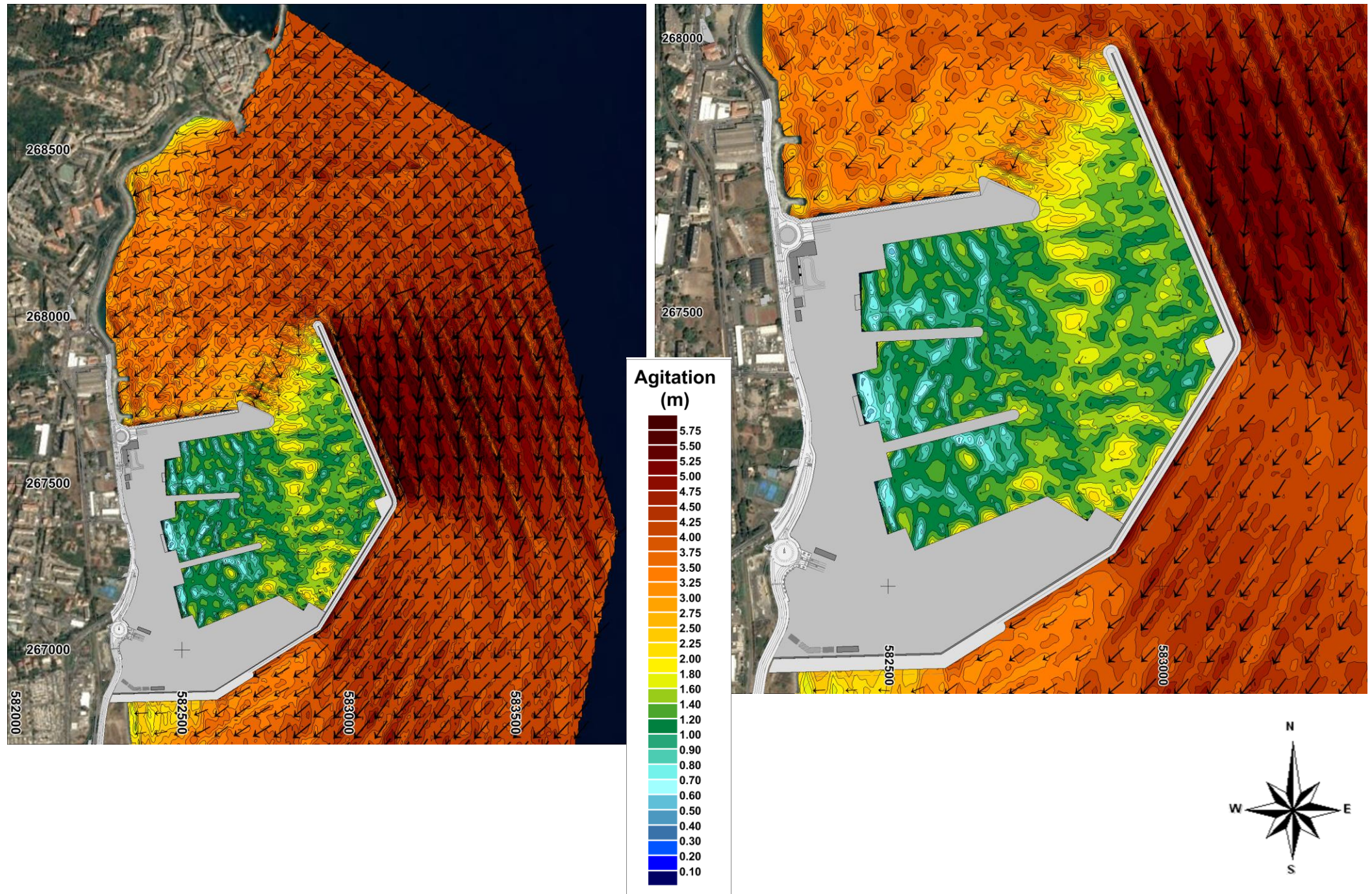




Figure 16

Config V02 - Houle de 050°N, Hm0 = 5.00 m, Tp = 09.5 s - Période de retour 50 ans

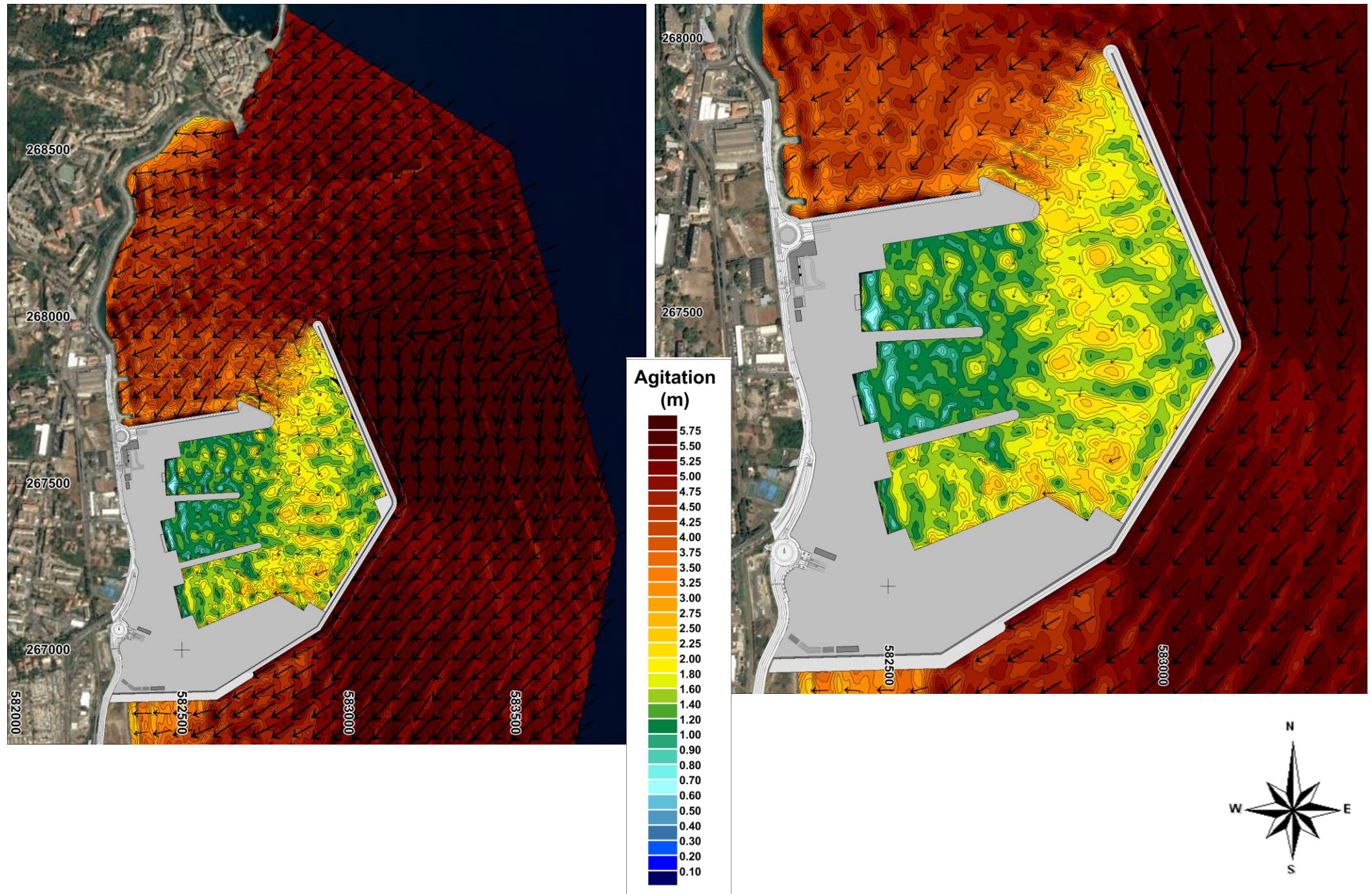




Figure 17

Config V02 - Houle de 050°N, Hm0 = 5.30 m, Tp = 10.0 s - Période de retour 100 ans

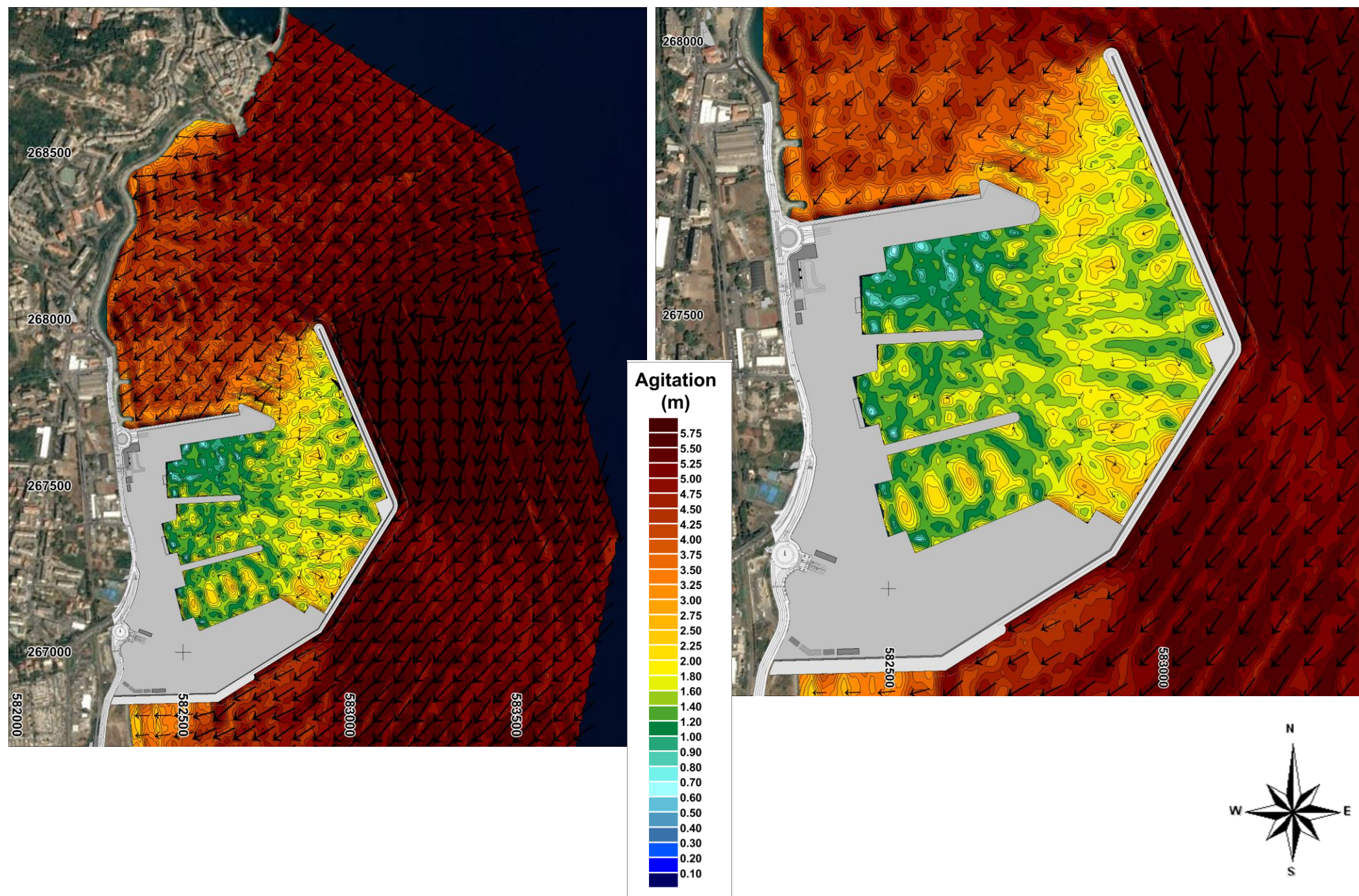




Figure 18

Config V02 - Houle de 090°N, Hm0 = 1.40 m, Tp = 06.0 s - Période de retour 1%

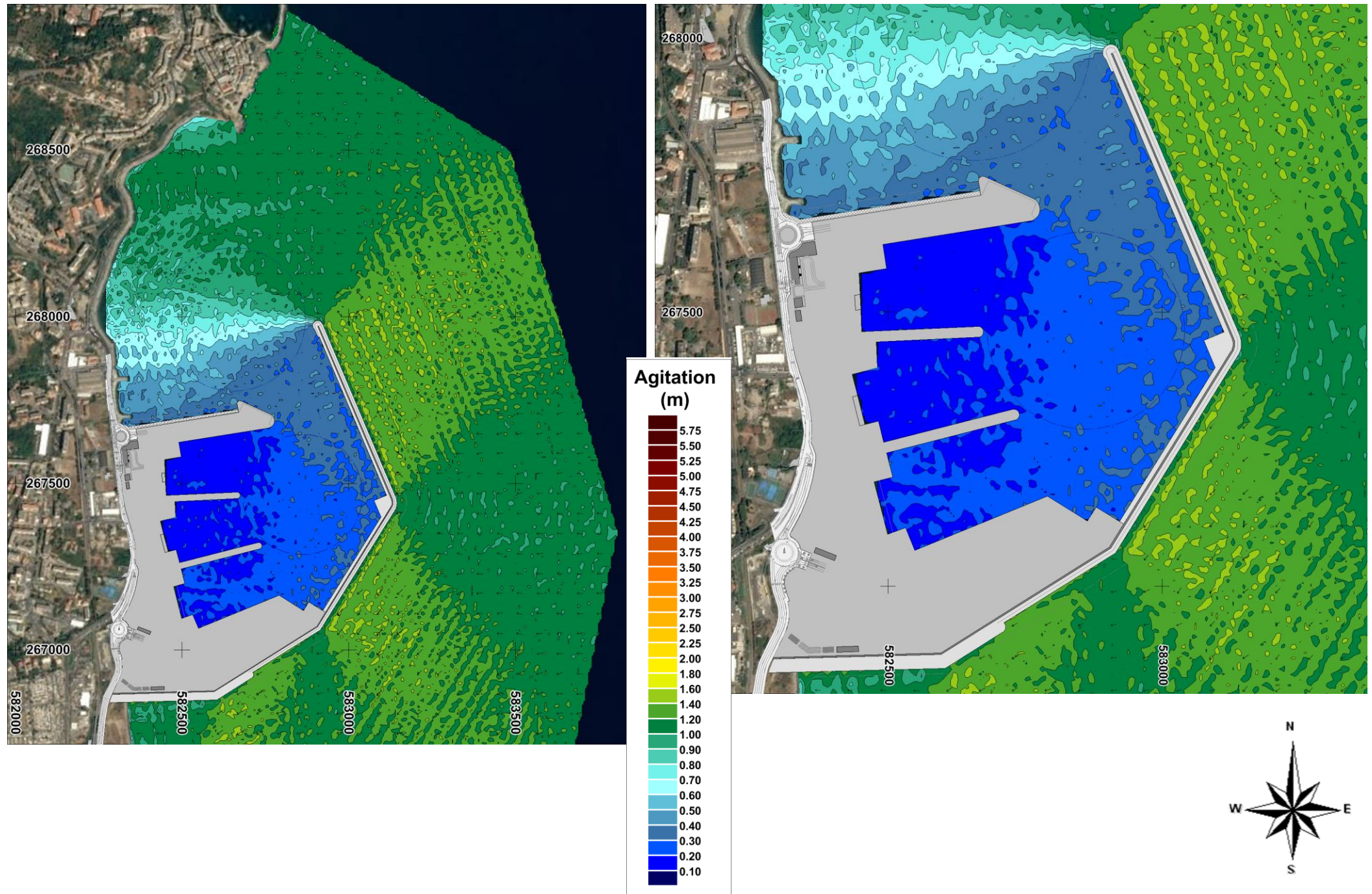




Figure 19

Config V02 - Houle de 090°N, Hm0 = 2.10 m, Tp = 07.0 s - Période de retour 1 an

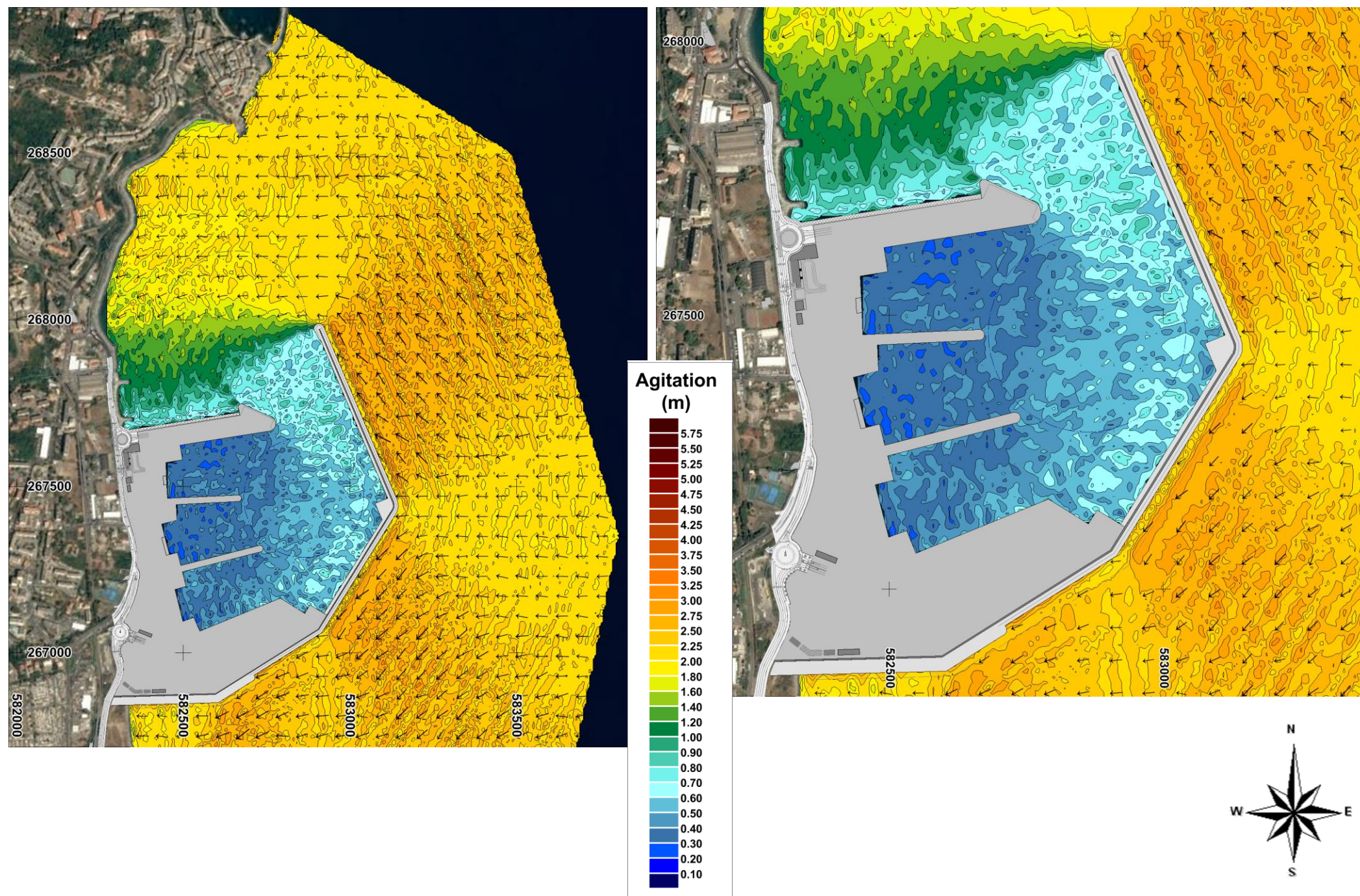




Figure 20

Config V02 - Houle de 105°N, Hm0 = 3.30 m, Tp = 08.0 s - Période de retour 10 ans

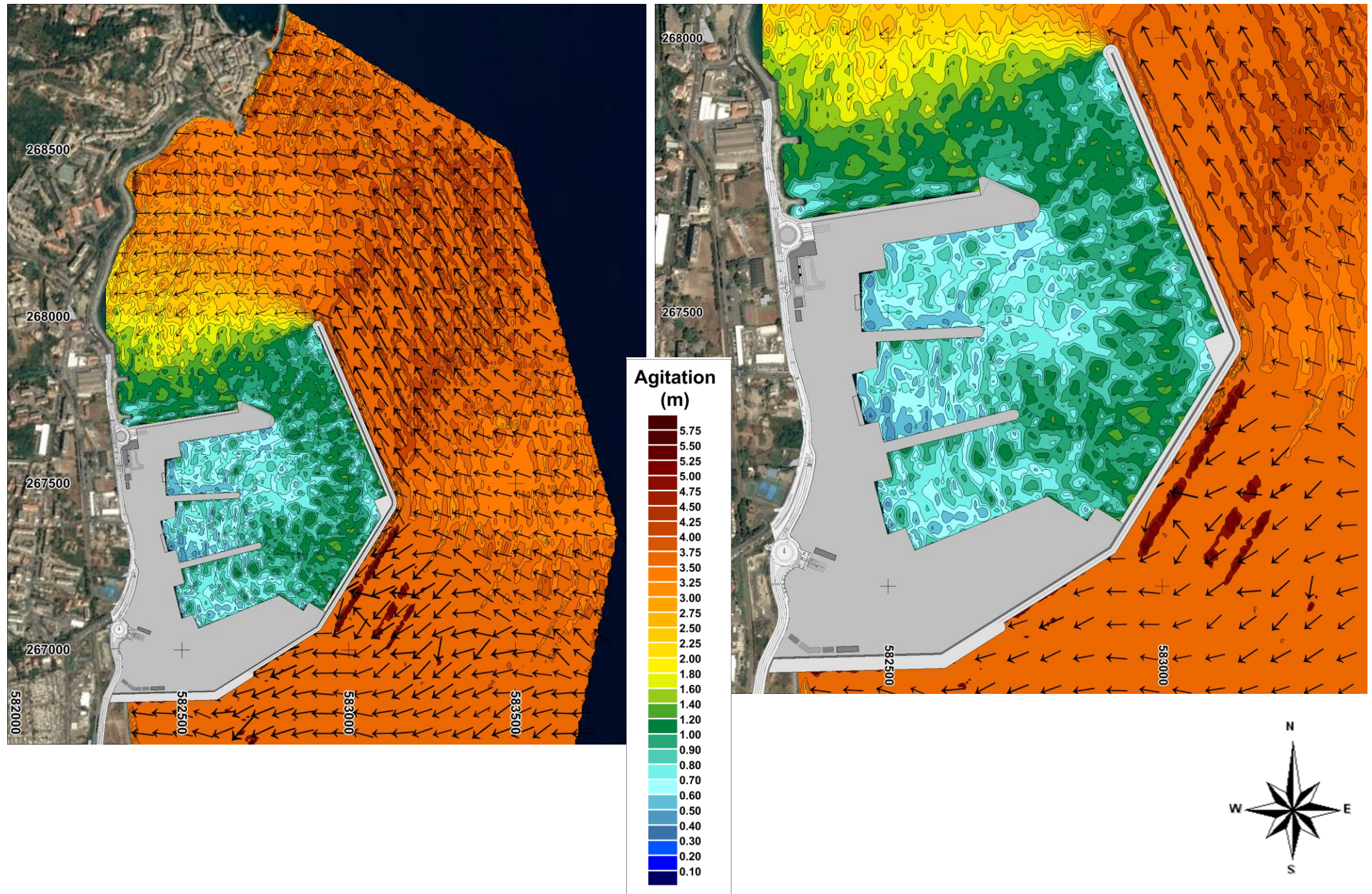




Figure 21

Config V02 - Houle de 110°N, Hm0 = 4.20 m, Tp = 08.5 s - Période de retour 50 ans

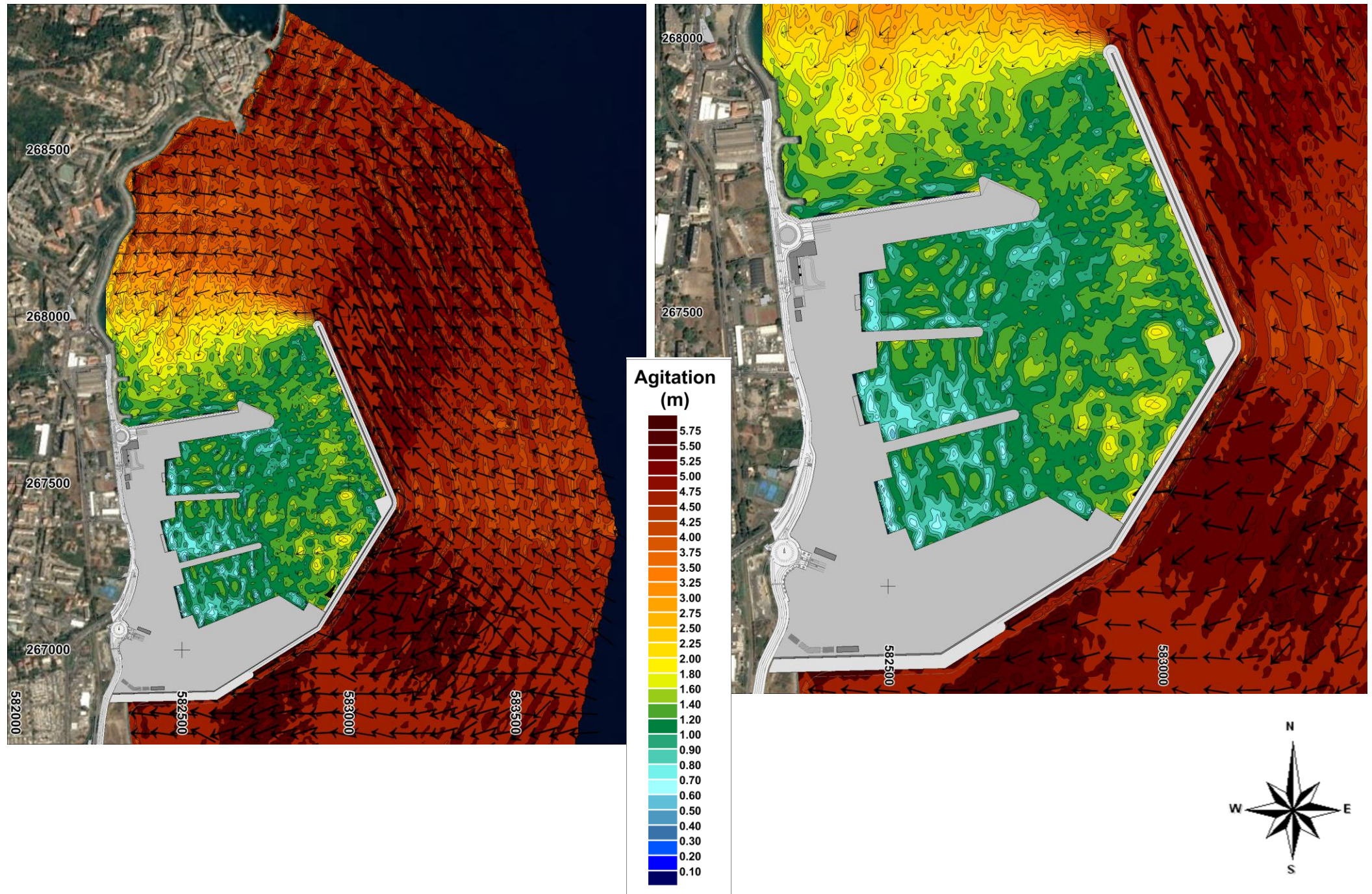
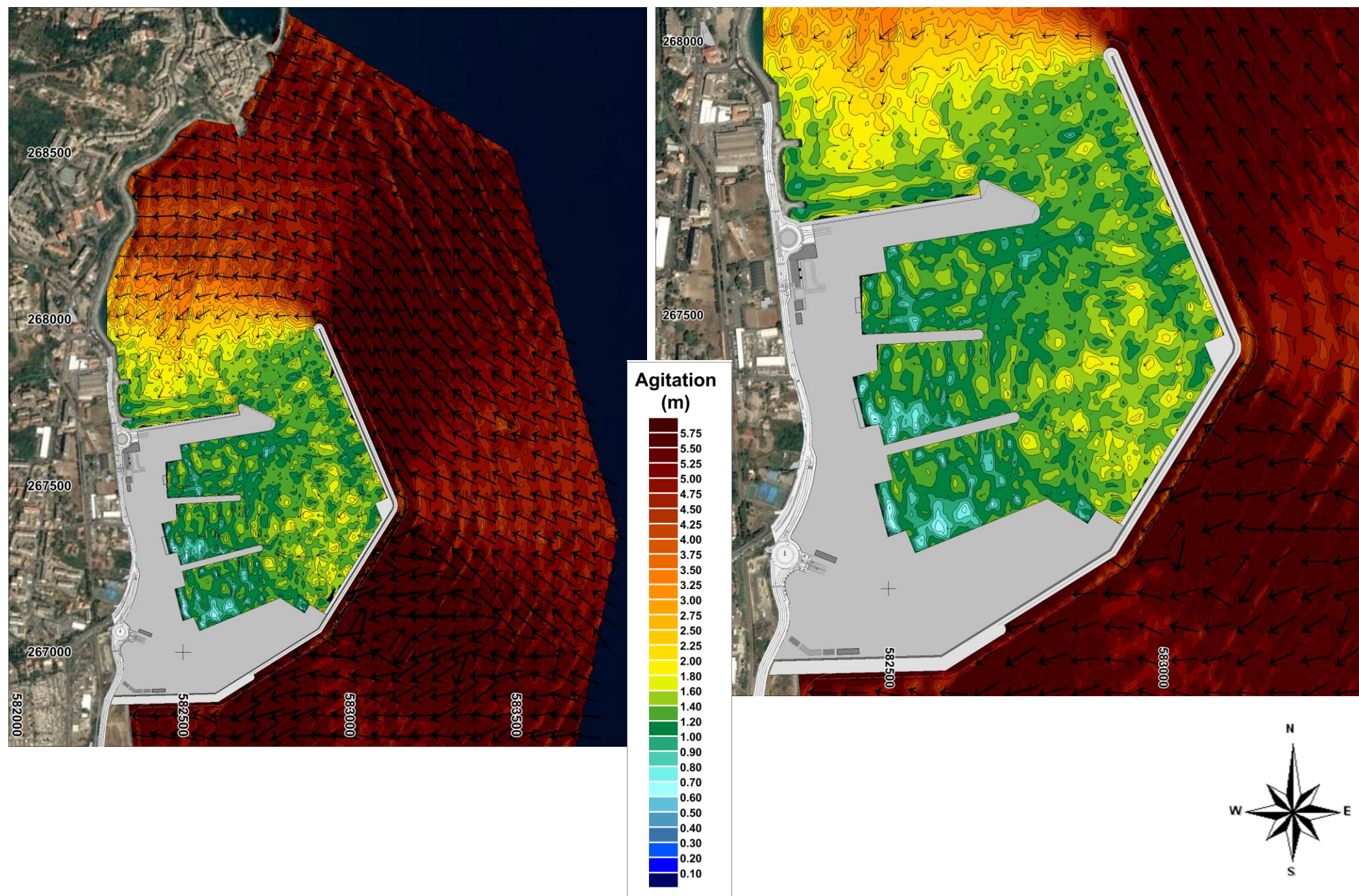




Figure 22

Config V02 - Houle de 110°N, Hm0 = 4.60 m, Tp = 09.0 s - Période de retour 100 ans





# Bastia – projet Portu Novu

- Etude des carrefours d'entrée au port – variante port déplacé



# Préambule

L'objet de cet élément de mission consiste à implanter et à dimensionner les giratoires d'accès au port dans sa variante déplacée au sud de la Ville.

La mission est composée des étapes suivantes :

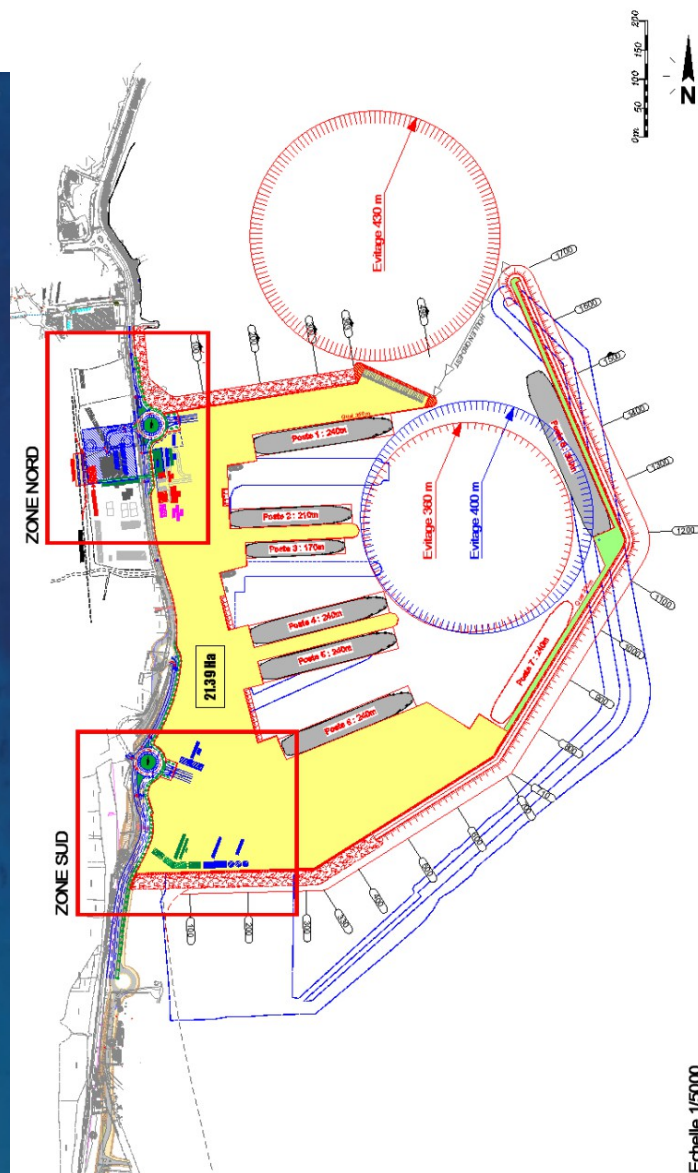
## 1. Fonctionnement des carrefours

Sur la base des extractions de trafic issues du modèle statique, réalisation des calculs de capacité sur la base de schémas d'aménagement :

- Horizon 2030 et 2040 (scenario avec déplacement du port)
- HPM et HPS

## 2. Dessin des carrefours

Dessin des giratoires pour prendre en compte toutes les contraintes de capacité et de géométrie routière



# Sommaire

1. Hypothèses
  - a. Valeurs de trafic au niveau du port
  - b. Hypothèses de répartition entre points d'accès nord et sud
  - c. Scénario 1 d'implantation des giratoires
  - d. Scénario 2 d'implantation des giratoires
2. Résultats des calculs de capacité des carrefours
  - a. Carrefour nord
  - b. Carrefour sud
3. Géométrie des giratoires

# 1. Hypothèses

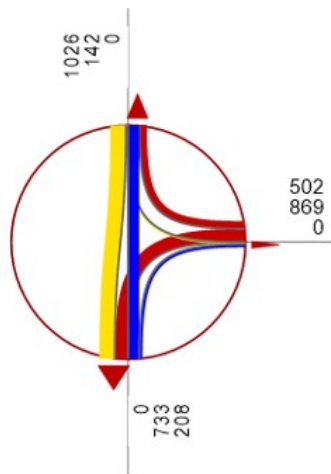
## 1.a Valeurs de trafic au niveau du port horizon 2030

Ces valeurs sont issues du modèle statique dans sa version « port déplacé ».

Les valeurs entourée en rouge sont particulièrement importantes et prépondérantes pour le dimensionnement des carrefours

HPM

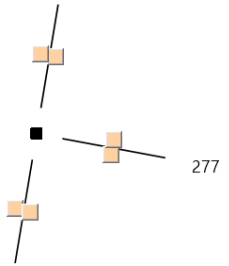
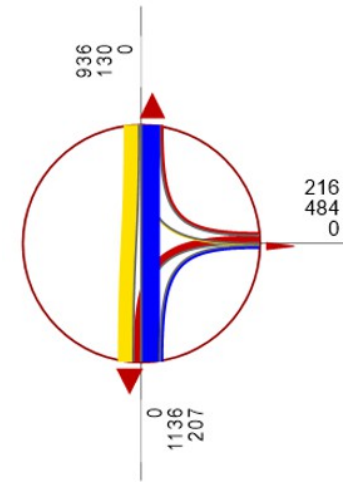
| Mouvements au nœud : 9               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                      | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
| DE : NumNoeudO                       | 94    | 94    | 94    | 140   | 140   | 140   | 150   | 150   | 150   |
| DE : NumTronO                        | 245   | 245   | 245   | 254   | 254   | 254   | 277   | 277   | 277   |
| VERS : TronçonOrig\OrientationNoeudD | N     | N     | N     | S     | S     | S     | E     | E     | E     |
| VERS : NumTronD                      | 254   | 277   | 245   | 277   | 245   | 254   | 245   | 254   | 277   |
| VERS : TronçonDest\OrientationNoeudO | S     | E     | N     | E     | N     | S     | N     | S     | E     |
| NumNoeudD                            | 140   | 150   | 94    | 150   | 94    | 140   | 94    | 140   | 150   |
| NumType                              | 2     | 3     | 4     | 1     | 2     | 4     | 1     | 3     | 4     |
| EnsSysTr                             | B,V   | B,V   | B,V   | B,V   | B,V   | B,V   | B,V   | B,V   | B,V   |
| CapaTI                               | 99999 | 99999 | 99999 | 99999 | 99999 | 99999 | 99999 | 99999 | 99999 |
| t0TI                                 | 0min  | 0min  | 0min  | 0min  | 0min  | 0min  | 0min  | 0min  | 0min  |
| QUANTITE : ChgUVPTI(PA)              | 1026  | 142   | 0     | 208   | 733   | 0     | 502   | 869   | 0     |



2030

HPS

| Mouvements au nœud : 9               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                      | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
| DE : NumNoeudO                       | 94    | 94    | 94    | 140   | 140   | 140   | 150   | 150   | 150   |
| DE : NumTronO                        | 245   | 245   | 245   | 254   | 254   | 254   | 277   | 277   | 277   |
| VERS : TronçonOrig\OrientationNoeudD | N     | N     | N     | S     | S     | S     | E     | E     | E     |
| VERS : NumTronD                      | 254   | 277   | 245   | 277   | 245   | 254   | 245   | 254   | 277   |
| VERS : TronçonDest\OrientationNoeudO | S     | E     | N     | E     | N     | S     | N     | S     | E     |
| NumNoeudD                            | 140   | 150   | 94    | 150   | 94    | 140   | 94    | 140   | 150   |
| NumType                              | 2     | 3     | 4     | 1     | 2     | 4     | 1     | 3     | 4     |
| EnsSysTr                             | B,V   | B,V   | B,V   | B,V   | B,V   | B,V   | B,V   | B,V   | B,V   |
| CapaTI                               | 99999 | 99999 | 99999 | 99999 | 99999 | 99999 | 99999 | 99999 | 99999 |
| t0TI                                 | 0min  | 0min  | 0min  | 0min  | 0min  | 0min  | 0min  | 0min  | 0min  |
| QUANTITE : ChgUVPTI(PA)              | 936   | 130   | 0     | 207   | 1136  | 0     | 216   | 484   | 0     |



# 1. Hypothèses

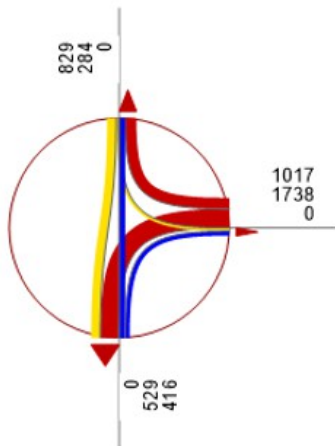
## 1.a Valeurs de trafic au niveau du port horizon 2040

Ces valeurs sont issues du modèle statique dans sa version « port déplacé ».

Les valeurs entourée en rouge sont particulièrement importantes et prépondérantes pour le dimensionnement des carrefours

HPM

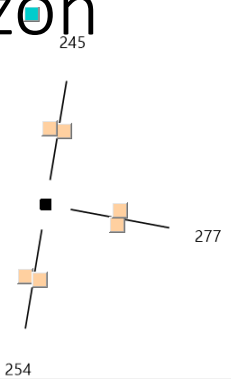
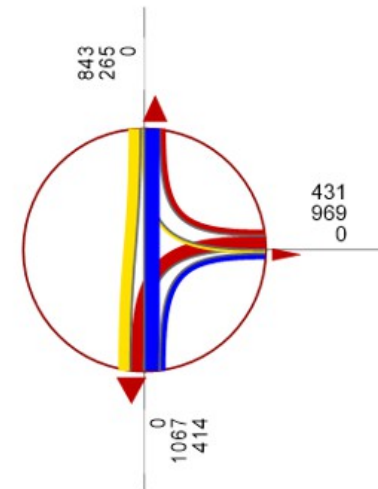
|                               |                        |       |       |       |       |       |       |       |       |  |
|-------------------------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| DE :                          | Mouvements au nœud : 9 |       |       |       |       |       |       |       |       |  |
| VERS :                        | 1                      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |  |
| NumNoeudO                     | 94                     | 94    | 94    | 140   | 140   | 140   | 150   | 150   | 150   |  |
| NumTronO                      | 245                    | 245   | 245   | 254   | 254   | 254   | 277   | 277   | 277   |  |
| TronçonOrig\OrientationNoeudD | N                      | N     | N     | S     | S     | S     | E     | E     | E     |  |
| NumTronD                      | 254                    | 277   | 245   | 277   | 245   | 254   | 245   | 254   | 277   |  |
| TronçonDest\OrientationNoeudO | S                      | E     | N     | E     | N     | S     | N     | S     | E     |  |
| NumNoeudD                     | 140                    | 150   | 94    | 150   | 94    | 140   | 94    | 140   | 150   |  |
| NumType                       | 2                      | 3     | 4     | 1     | 2     | 4     | 1     | 3     | 4     |  |
| EnsSysTr                      | B,V                    | B,V   | B,V   | B,V   | B,V   | B,V   | B,V   | B,V   | B,V   |  |
| CapaTI                        | 99999                  | 99999 | 99999 | 99999 | 99999 | 99999 | 99999 | 99999 | 99999 |  |
| t0TI                          | 0min                   | 0min  | 0min  | 0min  | 0min  | 0min  | 0min  | 0min  | 0min  |  |
| QUANTITE : ChgUVPTI(PA)       | 829                    | 284   | 0     | 416   | 529   | 0     | 1017  | 1738  | 0     |  |



2040

HPS

|                               |                        |       |       |       |       |       |       |       |       |  |
|-------------------------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| DE :                          | Mouvements au nœud : 9 |       |       |       |       |       |       |       |       |  |
| VERS :                        | 1                      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |  |
| NumNoeudO                     | 94                     | 94    | 94    | 140   | 140   | 140   | 150   | 150   | 150   |  |
| NumTronO                      | 245                    | 245   | 245   | 254   | 254   | 254   | 277   | 277   | 277   |  |
| TronçonOrig\OrientationNoeudD | N                      | N     | N     | S     | S     | S     | E     | E     | E     |  |
| NumTronD                      | 254                    | 277   | 245   | 277   | 245   | 254   | 245   | 254   | 277   |  |
| TronçonDest\OrientationNoeudO | S                      | E     | N     | E     | N     | S     | N     | S     | E     |  |
| NumNoeudD                     | 140                    | 150   | 94    | 150   | 94    | 140   | 94    | 140   | 150   |  |
| NumType                       | 2                      | 3     | 4     | 1     | 2     | 4     | 1     | 3     | 4     |  |
| EnsSysTr                      | B,V                    | B,V   | B,V   | B,V   | B,V   | B,V   | B,V   | B,V   | B,V   |  |
| CapaTI                        | 99999                  | 99999 | 99999 | 99999 | 99999 | 99999 | 99999 | 99999 | 99999 |  |
| t0TI                          | 0min                   | 0min  | 0min  | 0min  | 0min  | 0min  | 0min  | 0min  | 0min  |  |
| QUANTITE : ChgUVPTI(PA)       | 843                    | 265   | 0     | 414   | 1067  | 0     | 431   | 969   | 0     |  |





# 1. Hypothèses

## 1.b Hypothèses de répartition des flux entre accès

La répartition des trafics entre nord et sud est faite de manière relativement symétrique entre les deux accès.

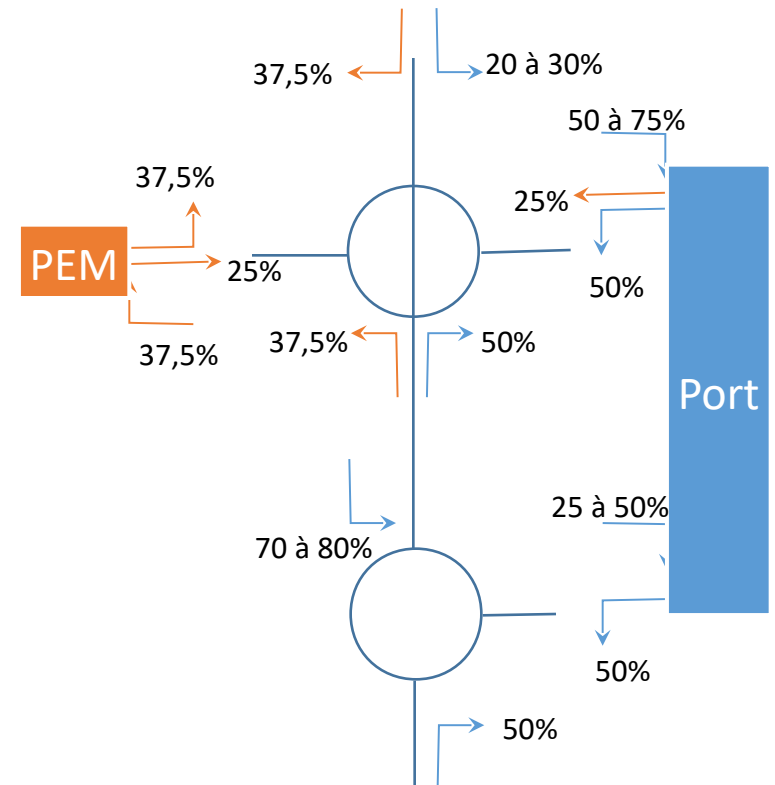
Les mouvements de tourne-à-droite depuis le port vers la RT11 nord sont affectés de manière préférentielle au carrefour nord, car c'est dans cette configuration qu'ils sont le moins gênants pour les carrefours.

Les mouvements de tourne-à-gauche depuis la RT11 nord vers le port sont quant à eux reportés sur le passage dénivelé vers la déchetterie (donc accès direct sur la route de l'arinella), afin qu'ils soient moins pénalisants pour le trafic général.

Les mouvements Nord ↔ Sud sur la RT11 sont dénivelés sur le giratoire nord.

Cette hypothèse est cependant à valider selon le mode de fonctionnement envisagé pour le port.

Enfin, pour le PEM, il est pris avec une capacité de 600 places, ce qui est traduit par un échange de 400 véh/h/ sens avec le réseau aux heures de pointe.



Répartition en % des flux depuis ou en direction du port (en bleu) et du PEM (en orange)

# 1. Hypothèses

## 1.c Scénario 1 d'implantation des accès

Le scénario 1 positionne les giratoires d'accès de la manière suivante :

- Le giratoire nord : tout au nord du port, au droit des accès du PEM.
- Le giratoire Sud : au niveau de la jonction entre la bretelle dénivelée sortant de la RT11 et la route de l'Arinella.

Cette disposition pose plusieurs problèmes :

Afin de pouvoir répartir correctement les différents mouvements sortant du port, il faut pouvoir utiliser la bretelle dénivelée dans le sens Port => RT11. Or le débouché de cette bretelle sur la RT11 est gérée par un cédez-le-passage, ce qui est très peu capacitaire compte tenu des flux très importants sur la RT11 (de l'ordre de 200 véh/h, quand le flux de tourne-à-gauche à gérer serait de l'ordre de 400 veh/h en HPM 2030 voire 850 veh/h en HPM 2040).

De plus, il est situé en côte, avec peu de visibilité, au niveau du début de la sélection entre les voies restant en surface et celle plongeant sous le giratoire immédiatement au sud, ce qui en fait une sortie dangereuse. La configuration du lieu laisse peu de possibilité de réaménagement.

Le report de la totalité des flux sur le giratoire nord est impossible compte tenu de leur importance.

Enfin, renvoyer tous les trafics sortants par le giratoire sud vers le nord, avec répartition entre le nord et le sud de la RT11 au niveau de la jonction entre route de l'Arinella et RT11 est impossible dans la configuration actuelle de ce dernier carrefour (en « T » géré par Cédez le passage).



# 1. Hypothèses

## 1.d Scénario 2 d'implantation des accès

Le scénario 2 positionne les giratoires d'accès de la manière suivante :

- Le giratoire nord : tout au nord du port, au droit des accès du PEM. Idem sc 1.
- Le giratoire Sud : au niveau de la jonction entre la RT11 et la route de l'Arinella.

Cette disposition permet de gérer plus facilement l'ensemble des mouvements en sortie du giratoire sud en direction de la RT11.

Les mouvements provenant de la RT11 en direction du port sont préférentiellement envoyés vers la bretelle dénivelée afin qu'ils soient gérés dans le giratoire sud comme des mouvements de tourne-à-droite bien moins pénalisants pour le fonctionnement du carrefour.



# 2. Résultats des calculs de capacité des carrefours

## 2.a Carrefour nord

Test girabase :

Le carrefour est testé avec 2x2 voies ainsi qu’une voie de tourne à droite en direction de la RT11 nord sur l’accès au port, et une trémie permettant le transit Nord ↔ Sud en direct.

Nom du Carrefour :

Giratoire Nord V2

Localisation :

Nord Carbonite

Environnement :

Urbain

Variante :

Date :

28/05/2020

Anneau

Rayon de l'îlot infranchissable :

8,00 m

Largeur de la bande franchissable :

2,00 m

Largeur de l'anneau :

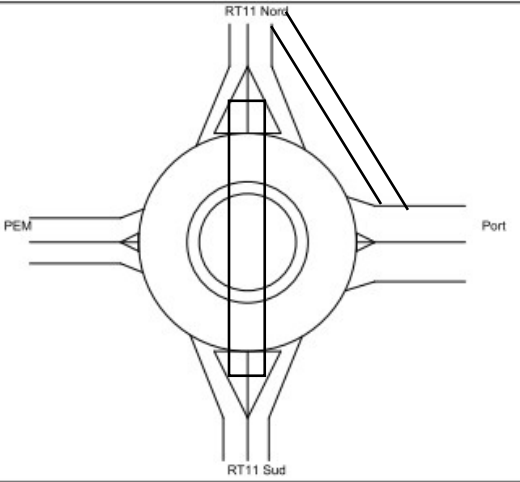
8,00 m

Rayon extérieur du giratoire :

18,00 m

Branches

| Nom       | Angle<br>(degrés) | Rampe<br>><br>3% | Tourne<br>à<br>droite | Largeurs (en m) |        |       |        |
|-----------|-------------------|------------------|-----------------------|-----------------|--------|-------|--------|
|           |                   |                  |                       | Entrée          |        | Îlot  | Sortie |
|           |                   |                  |                       | à 4 m           | à 15 m |       |        |
| Port      | 0                 |                  | OUI                   | 6,00            |        | 3,00  | 6,50   |
| RT11 Nord | 90                |                  |                       | 3,00            |        | 11,00 | 4,00   |
| PEM       | 180               |                  |                       | 3,50            |        | 3,00  | 4,00   |
| RT11 Sud  | 270               |                  |                       | 3,50            |        | 11,00 | 4,00   |



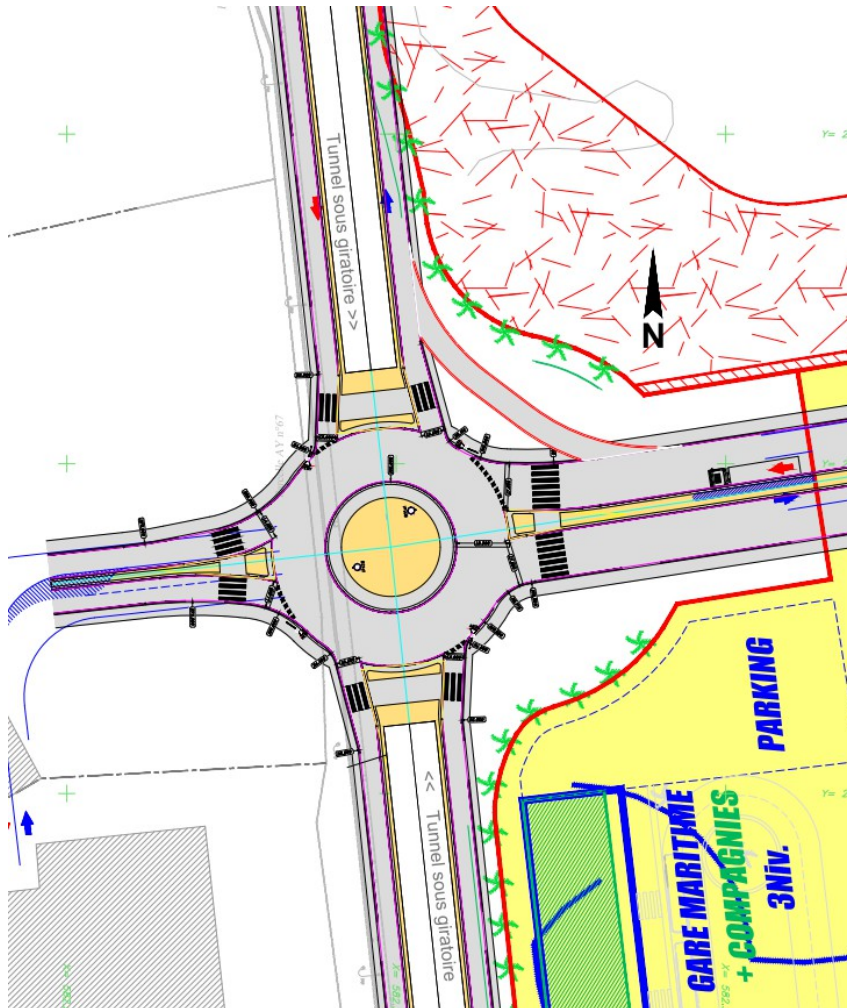
|           | 2030 |     |                             | 2040 |     |                             |
|-----------|------|-----|-----------------------------|------|-----|-----------------------------|
| Branche   | HPM  | HPS | file d'attente max observée | HPM  | HPS | file d'attente max observée |
| Port      | 69%  | 79% | 2 véh                       | 40%  | 63% | 3 véh                       |
| RT11 nord | 60%  | 65% | 3 véh                       | 35%  | 56% | 6 véh                       |
| PEM       | 58%  | 67% | 3 véh                       | 31%  | 53% | 7 véh                       |
| RT11 sud  | 71%  | 72% | 2 véh                       | 64%  | 64% | 3 véh                       |

Cette configuration permet d’obtenir un bon fonctionnement du carrefour (réserves de capacité toujours >30%) même dans la période la plus contrainte qu’est l’HPM 2040. La voie de tourne-à-droite n’est rendue obligatoire qu’avec les flux d’HPM 2040.



# 3. Géométrie

## 3.a Carrefour nord



La trémie s'étend sur une quarantaine de mètres de part et d'autre du giratoire.  
Compte tenu des trafics, la RT11 doit être passée à 2x2 voies de part et d'autre du carrefour.



# 2. Résultats des calculs de capacité des carrefours

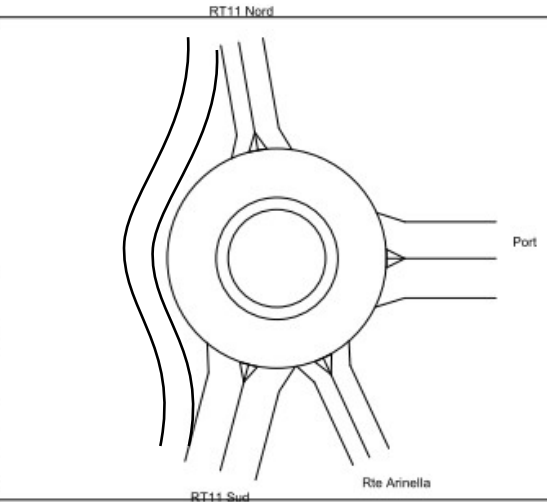
## 2.b Carrefour sud

Test girabase :

Le carrefour est testé avec 2x2 voies sur l'accès au port, et une voie de by-pass permettant le transit Nord ↔ Sud en direct.

|                                     |                    |
|-------------------------------------|--------------------|
| Nom du Carrefour :                  | Giratoire Sud      |
| Localisation :                      | Sud Port Carbonite |
| Environnement :                     | Urbain             |
| Variante :                          |                    |
| Date :                              | 28/05/2020         |
| <b>Anneau</b>                       |                    |
| Rayon de l'îlot infranchissable :   | 8,00 m             |
| Largeur de la bande franchissable : | 2,00 m             |
| Largeur de l'anneau :               | 8,00 m             |
| Rayon extérieur du giratoire :      | 18,00 m            |

|                 |                   |                  |                       |                 |        |      |        |
|-----------------|-------------------|------------------|-----------------------|-----------------|--------|------|--------|
| <b>Branches</b> |                   |                  |                       |                 |        |      |        |
| Nom             | Angle<br>(degrés) | Rampe<br>><br>3% | Tourne<br>à<br>droite | Largeurs (en m) |        | Ilôt | Sortie |
|                 |                   |                  |                       | Entrée          |        |      |        |
|                 |                   |                  |                       | à 4 m           | à 15 m |      |        |
| Port            | 0                 |                  |                       | 6,00            |        | 3,00 | 6,50   |
| RT11 Nord       | 100               |                  | OUI                   | 3,00            |        | 3,00 | 4,00   |
| RT11 Sud        | 255               |                  |                       | 6,00            |        | 3,00 | 6,00   |
| Rte Arinella    | 295               |                  |                       | 3,50            |        | 3,00 | 3,00   |



|              | 2030 |     |                             | 2040 |     |                             |
|--------------|------|-----|-----------------------------|------|-----|-----------------------------|
| Branche      | HPM  | HPS | file d'attente max observée | HPM  | HPS | file d'attente max observée |
| Port         | 59%  | 62% | 3 véh                       | 20%  | 23% | 8 véh                       |
| RT11 nord    | 90%  | 92% | 2 véh                       | 79%  | 85% | 3 véh                       |
| RT11 sud     | 64%  | 49% | 2 véh                       | 61%  | 41% | 2 véh                       |
| Rte Arinella | 78%  | 68% | 3 véh                       | 65%  | 48% | 5 véh                       |

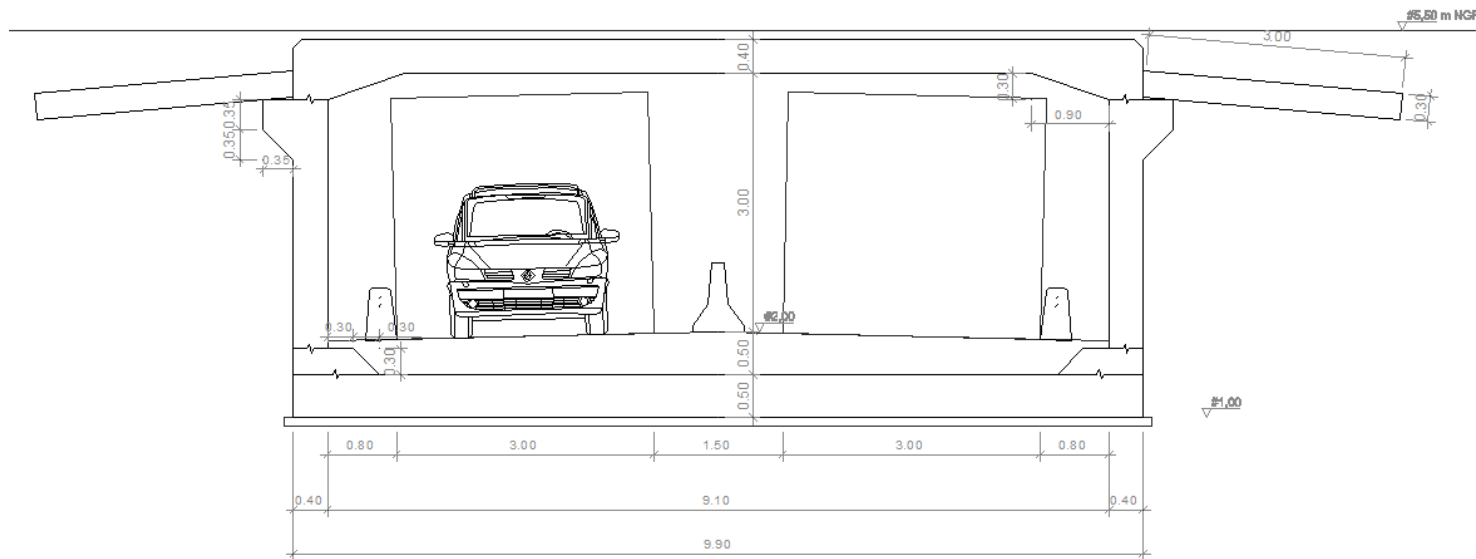
Cette configuration permet d'obtenir un bon fonctionnement du carrefour (réserves de capacité toujours >20%) même dans la période la plus contrainte qu'est l'HPM 2040.

# 3. Géométrie

## 3.a Carrefour nord – géométrie de la trémie

A ce stade nous considérons que seuls VL seront autorisés à utiliser la trémie. Nous retenons un gabarit routier d'environ  $3,00 \times 2,80$  m HT pour chaque voie, avec une TPC de 1,5 m et une bande dérasé d'environ 80 cm de chaque côté.

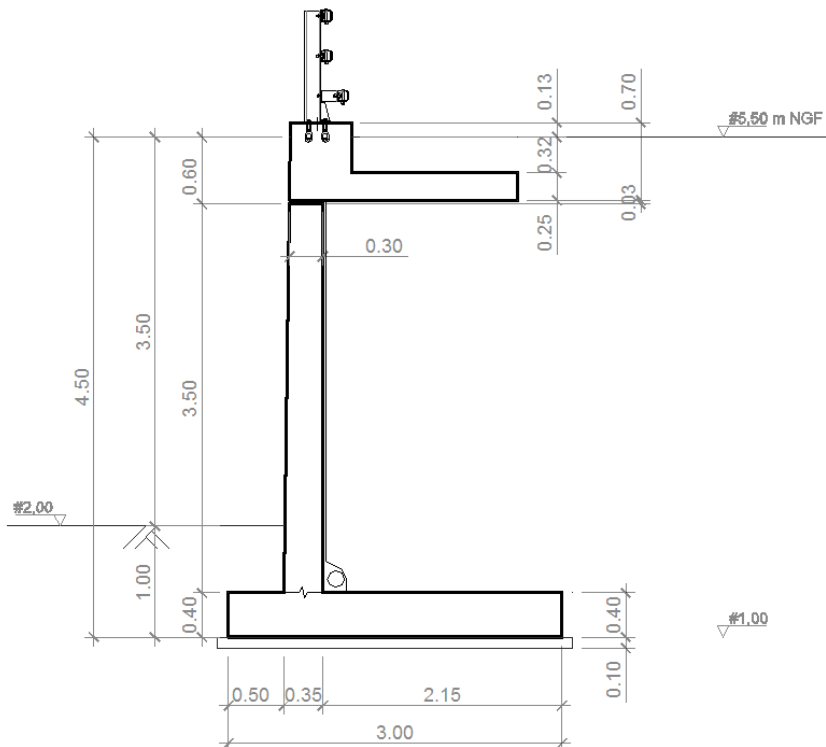
Les dimensions intérieures de la trémie sont donc de 9,1 de large et d'environ 3,0 m de haut (entre le niveau fini de la chaussée et l'intrados de l'ouvrage).



# 3. Géométrie

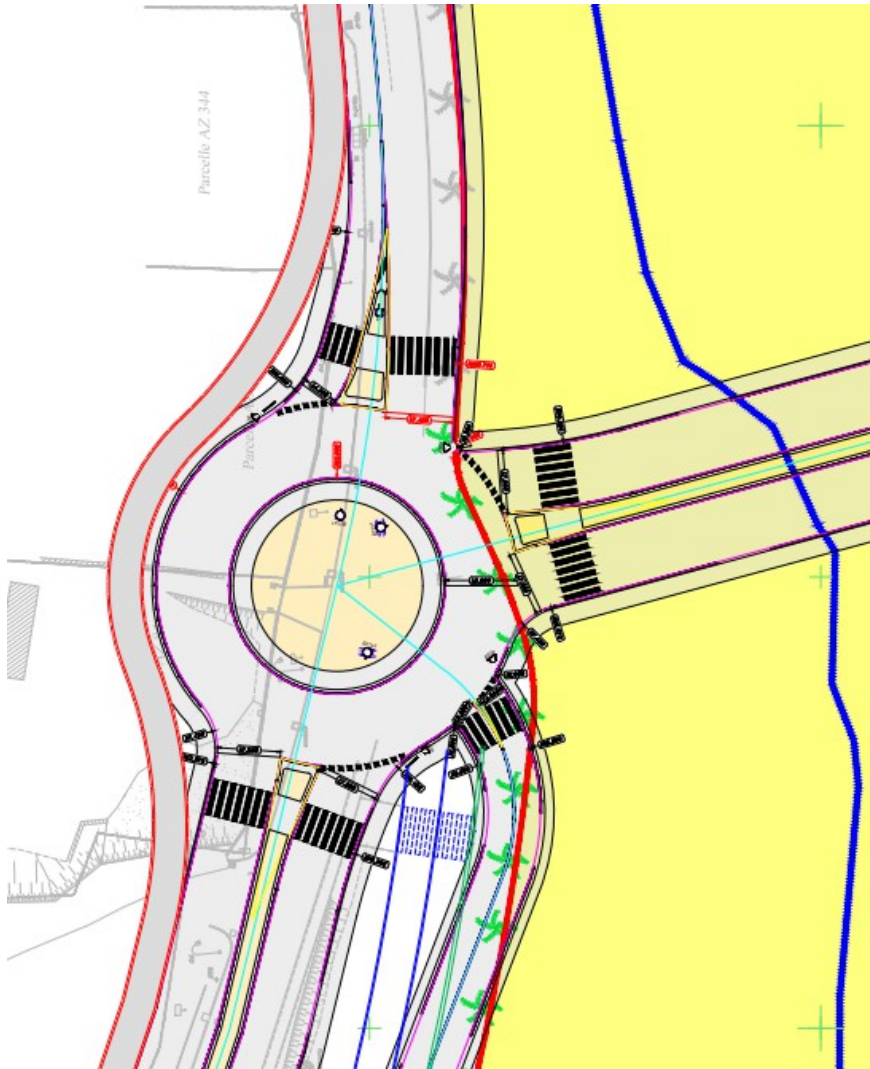
## 3.a Carrefour nord – géométrie du soutènement en entrée / sortie de la trémie

Les voies des bretelles d'entrée et de sortie du giratoire devront être équipé dispositif de retenue adaptés aux poids-lourds. Pour ne pas surdimensionner les murs de soutènement, il est nécessaire de mettre en place des dalles de frottement.



# 3. Géométrie

## 3.b Carrefour sud



Une voie de by-pass est nécessaire pour faciliter les mouvements nord=>sud sur la RT11.  
Une attention particulière devra être portée à sa réinsertion avant le début de la bretelle dénivelée et la voie de sélection pour la trémie plus au sud



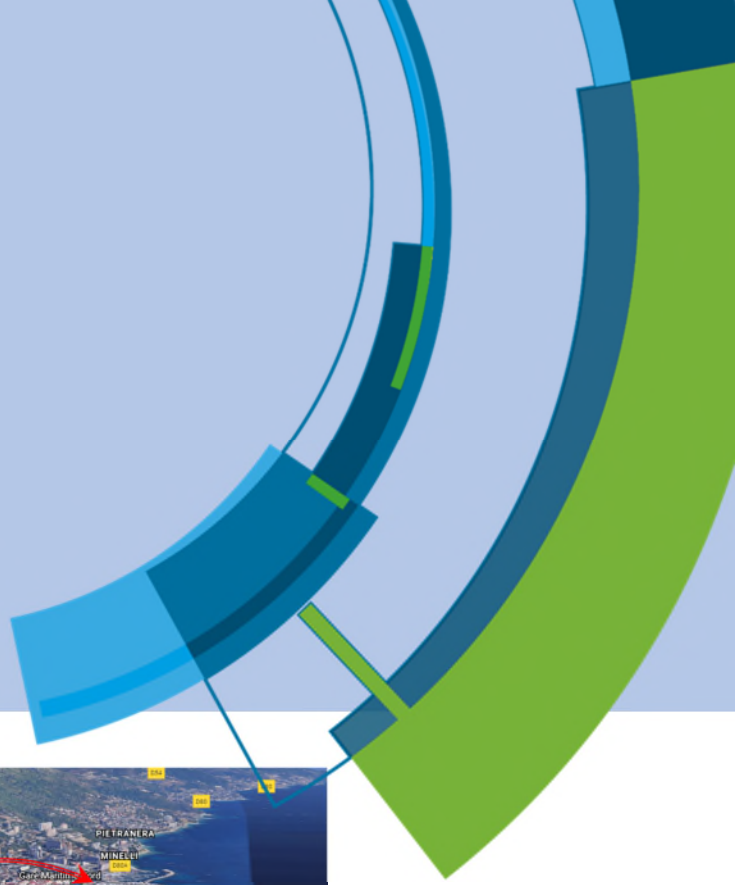
# 3. Géométrie

## 3.b Carrefour sud – enchaînement avec l’aval



Les deux voies en sortie RT11 sud doivent se rabattre tôt en une voie afin que la voie de by-pass se rapproche rapidement pour ne pas prendre trop de surlargeur. Les mouvements vers le port passant par la bretelle dénivelée devront obligatoirement emprunter la voirie de by-pass.





# Tunnel Porto Novu Bastia

## Mission de maîtrise d'œuvre technique – Etudes de faisabilité

## MEMOIRE TECHNIQUE

Collectivité de Corse

## Tunnel Porto Novu Bastia

Mission de maîtrise d'œuvre technique – Etudes de faisabilité

Collectivité de Corse

mémoire technique

| VERSION | DESCRIPTION       | ÉTABLI(E) PAR | CONTROLÉ(E)<br>PAR | APPROUVÉ(E)<br>PAR | DATE       |
|---------|-------------------|---------------|--------------------|--------------------|------------|
| A       | Première émission | D.Haouriqui   | J.Gautherie        | A.Fromont          | 31/03/2020 |
|         |                   |               |                    |                    |            |
|         |                   |               |                    |                    |            |
|         |                   |               |                    |                    |            |
|         |                   |               |                    |                    |            |

Artelia Mobilités & Infrastructures  
47, Avenue de Lugo, 94600, Choisy-le-Roi – TEL : +33 (0)1 77 93 78 99

# SOMMAIRE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>CONTEXTE DE L'ÉTUDE .....</b>                    | <b>6</b>  |
| <b>1. CONTEXTE DU PROJET .....</b>                  | <b>7</b>  |
| 1.1. Description du projet.....                     | 7         |
| 1.2. Description du tracé .....                     | 7         |
| 1.2.1. Tunnel Nord .....                            | 7         |
| 1.2.2. Giratoire de la Gare .....                   | 9         |
| 1.2.3. Tunnel Sud .....                             | 10        |
| 1.3. Contexte géologique .....                      | 12        |
| 1.4. Aléas et risques .....                         | 14        |
| 1.4.1. Aléa gonflement des argiles.....             | 14        |
| 1.4.2. Zones sensibles aux remontées de nappes..... | 15        |
| 1.4.3. Aléa amiante environnemental .....           | 16        |
| 1.4.4. Aléa sismique .....                          | 16        |
| <b>2. DONNÉES D'ENTRÉE DE L'ÉTUDE .....</b>         | <b>17</b> |
| 2.1. Etudes précédentes .....                       | 17        |
| 2.2. Sécurité .....                                 | 18        |
| 2.3. Géologie .....                                 | 18        |
| 2.4. Données d'entrée manquantes .....              | 18        |
| <b>3. SYNTHÈSE GÉOLOGIQUE.....</b>                  | <b>19</b> |
| 3.1. Reconnaissances disponibles.....               | 19        |
| 3.2. Synthèse géologique .....                      | 21        |
| <b>4. CONSIDÉRATIONS TECHNIQUES GÉNÉRALES .....</b> | <b>21</b> |
| 4.1. Modes de réalisation.....                      | 21        |
| 4.1.1. Méthode traditionnelle avec minage .....     | 21        |
| 4.1.2. Méthode avec tunnelier .....                 | 22        |
| 4.2. Accès intermédiaires .....                     | 22        |
| <b>5. PRÉDIMENSIONNEMENT DES TUNNELS .....</b>      | <b>22</b> |
| 5.1. Définition des sections des tunnels .....      | 22        |
| 5.1.1. Besoins en ventilation .....                 | 22        |

|  |    |
|--|----|
| 5.1.2. Largeur.....  | 22 |
| 5.1.3. Description de la coupe type .....                                    | 23 |
| 5.1.3.1. Tunnel Nord .....   | 23 |
| 5.1.3.2. Tunnel Sud .....  | 24 |
| 5.2. Présentation du génie civil de l'ouvrage .....                          | 24 |
| 5.2.1. Récapitulatif des dispositifs – Schéma fonctionnel .....              | 24 |
| 5.2.2. Génie civil en souterrain .....                                       | 25 |
| 5.2.2.1. Analyse géologique et géotechnique .....                            | 25 |
| 5.2.2.2. Soutènements .....  | 25 |
| 5.2.2.3. Stabilité du front .....  | 27 |
| 5.2.2.4. Etanchéité et drainage des terrains .....                           | 27 |
| 5.2.2.5. Revêtement.....   | 28 |
| 5.2.2.6. Chaussées et trottoirs .....  | 28 |
| 5.2.3. Génie civil des ouvrages liés à la sécurité et à l'exploitation ..... | 28 |
| 5.2.3.1. Niches .....  | 28 |
| 5.2.3.2. Rameaux intertube (Tunnel Sud).....                                 | 29 |
| 5.2.3.3. Garages (Tunnel Sud).....   | 29 |
| 5.3. Equipements d'exploitation et de sécurité .....                         | 29 |
| 6. ESTIMATION .....  | 30 |
| 6.1. Tunnel Nord monotube .....  | 30 |
| 6.2. Tunnel Sud bitube .....   | 31 |
| 7. DÉLAIS DES TRAVAUX.....   | 31 |
| ANNEXES .....  | 32 |
| Annexe 1 – Pièces graphiques.....  | 33 |

## TABLEAUX

|  |    |
|--|----|
| Tableau 1- Tableau récapitulatif des sondages disponibles à proximité du tracé ..... | 19 |
| Tableau 2: Caractéristiques des tunnels.....   | 25 |
| Tableau 3: Linéaires des profils de soutènement.....                                 | 27 |

## FIGURES

|   |   |
|---|---|
| Figure 1: Localisation du projet (Google Maps) .....        | 7 |
| Figure 2: Localisation de la tête Nord du Tunnel Nord ..... | 8 |
| Figure 3: Tracé du Tunnel Nord.....                         | 8 |
| Figure 4: Profil en long du tunnel Nord .....               | 9 |

|   |    |
|---|----|
| Figure 5: Localisation de la tête Sud du Tunnel Nord .....  | 9  |
| Figure 6: Représentation schématique du giratoire de la Gare.....   | 10 |
| Figure 7: Localisation de la tête Nord du Tunnel Sud .....  | 10 |
| Figure 8: Tracé du Tunnel Sud (en 2 traits Bleu foncé) et du tunnel ferroviaire existant (en Tirets Bleu clair) ..... | 11 |
| Figure 9: Profil en long du Tunnel Sud.....   | 11 |
| Figure 10: Localisation de la tête Sud du Tunnel Sud .....  | 12 |
| Figure 11: Carte géologique, BRGM .....   | 13 |
| Figure 12: Carte Aléa retrait - gonflement des argiles, BRGM.....   | 15 |
| Figure 13: Carte Zones sensibles aux remontées de nappes, BRGM .....  | 16 |
| Figure 14: Carte Aléa amiante environnemental, BRGM .....   | 16 |
| Figure 15 : Carte de l'aléa sismique.....   | 17 |
| Figure 16: Tunnel Nord (rose), Tunnel Sud (bleu) et tunnel ferroviaire existant (violet) .....                        | 20 |
| Figure 17: Cote de base des formations en fonction de la distance sur le linéaire de projet .....                     | 21 |
| Figure 18: Coupe du Monotube tunnel Nord .....  | 23 |
| Figure 19: Coupe du bitube tunnel Sud avec rameau de jonction pour véhicules de service.....                          | 24 |
| Figure 20: Planning de réalisation des tunnels .....  | 31 |



## CONTEXTE DE L'ETUDE

Topologiquement, la ville de Bastia se trouve enserrée entre la montagne et la mer, une des conséquences de ce paysage accidenté sont les voies d'accès au centre-ville et du bord de mer actuellement saturées. La collectivité de Corse souhaite délester le trafic présent sur la RT 11 en créant un accès rapide entre l'accès sud du centre-ville (quartier du Lupino), le centre-ville et le port.

Ceci pour permettre également d'assurer des liaisons rapides avec le port de commerce et de créer une pénétrante vers le centre-ville. Cet itinéraire serait branché sur la Viale Pascal Lota, au niveau de l'Hôpital, et desservirait au passage le quartier du Fango et la Route du Front de Mer, moyennant le creusement de deux tunnels (dits Sud et Nord).

Artelia a été missionné par la collectivité de Corse pour étudier la faisabilité technique de ces tunnels du point de vue géotechnique et génie civil.

Précédemment, une étude de faisabilité a été réalisé en Juin 2005 et a permis de :

- Définir un budget,
- Comparer différentes options du projet de Rocade Centre-Ville (Tunnel mixte VL + PL, Tunnel réservé aux VL) et de le comparer également avec le projet de Contournement Ouest.

Dans le cadre de cette nouvelle étude de faisabilité, il a été convenu d'étudier un tracé se subdivisant en deux tunnels :

- Le Tunnel Nord rentrant au niveau du port de Toga avec une sortie au droit de la vallée du Fango pour ensuite traverser cette dernière grâce à un giratoire au croisement de l'Avenue Jean Zuccarelli et de la rue Marcel Paul.
- Le tunnel Sud rentrant après le giratoire aménagé dans la vallée du Fango pour sortir au plus près de la RT11. Notre choix se porte sur le parking se trouvant derrière le Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et de l'Environnement en face de la Route du Front de Mer (T11). Le tracé rejoint la T11 par le biais d'un giratoire à aménager dans la surface disponible après la sortie du tunnel.

Cette note permettra de définir le tracé ainsi qu'une section type et de définir un budget pour cette section.

# 1. CONTEXTE DU PROJET

## 1.1. DESCRIPTION DU PROJET

Le projet du délaissement par la création d'une Rocade Centre-Ville est situé à Bastia dans le nord-est de la Corse, entre mer et montagne.



Figure 1: Localisation du projet (Google Maps)

Il consiste à créer une pénétrante vers le centre-ville afin d'alléger le trafic sur les voies du bord de mer. Cet itinéraire se fera moyennant le creusement de deux tunnels (nord et sud). Les tunnels seraient reliés au droit de la gare de Bastia par un aménagement en surface.

## 1.2. DESCRIPTION DU TRACE

### 1.2.1. Tunnel Nord

Le tunnel Nord s'insère au niveau de l'hôpital derrière de la rue Impératrice Eugénie. En considérant un niveau de chaussée à l'entrée de 5 m et en réalisant une tranchée couverte sur la première vingtaine de mètres, nous obtenons une hauteur de couverture satisfaisante d'une dizaine de mètres. La liaison routière entre la tête du tunnel et le carrefour de la Viale Pascal Lota sera à aménager.

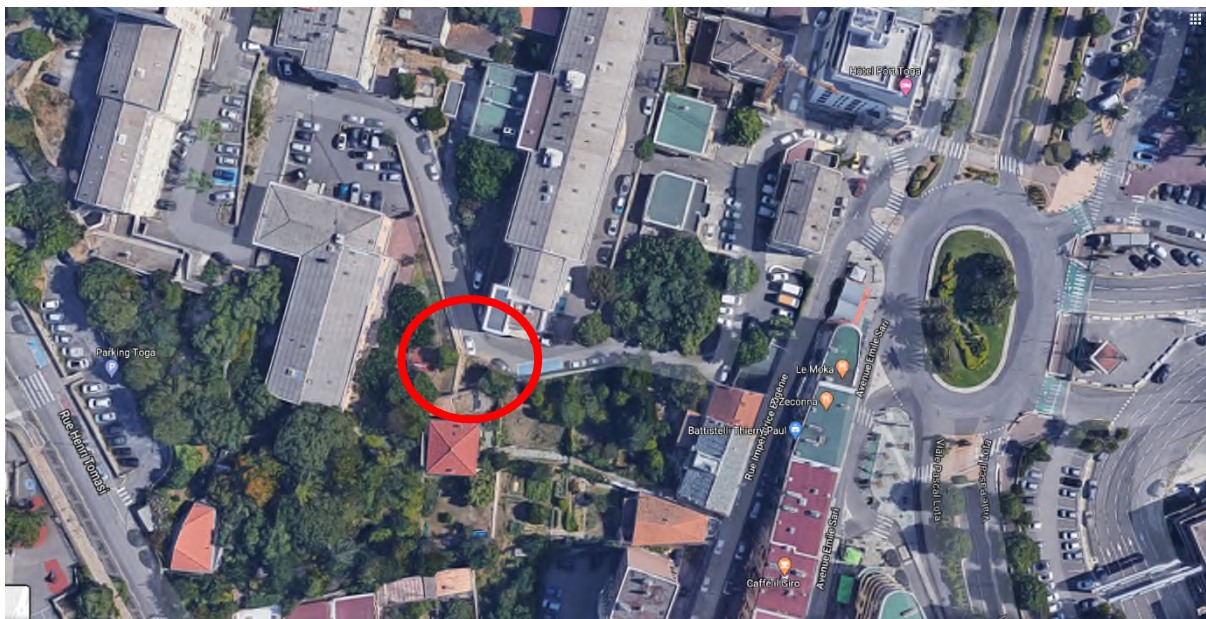


Figure 2: Localisation de la tête Nord du Tunnel Nord

Le tunnel circule par la suite sur une longueur de 300 m environ, avec une pente montante vers le sud de 2,15% et une couverture maximale d'une cinquantaine de mètres. Il chemine sous plusieurs bâtis et voies dont : la rue Henri Tomasi, la Départementale D31, l'Ecole Toga, le chemin de l'Annonciade, des maisons individuelles, des immeubles d'habitation...

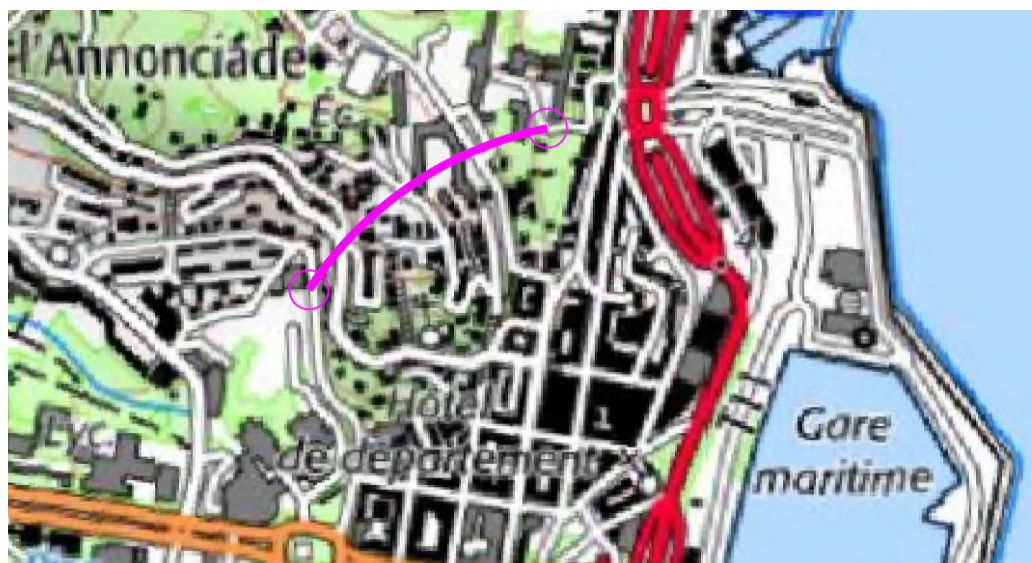


Figure 3: Tracé du Tunnel Nord



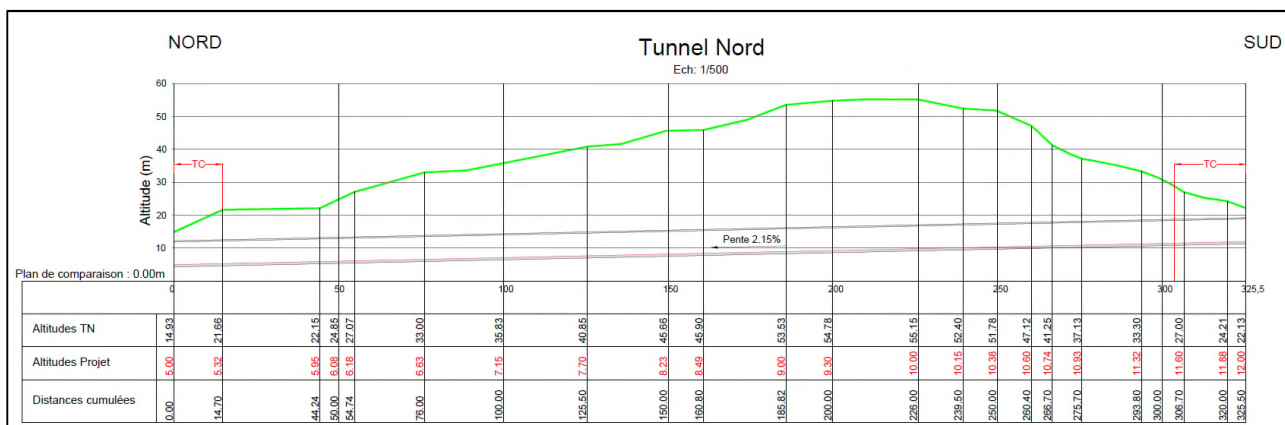


Figure 4: Profil en long du tunnel Nord

Il sort en contrebas du chemin de l'Annonciade devant un immeuble d'habitations avec un niveau de chaussée d'environ 12 m, le tracé peut continuer par la suite en étant couvert jusqu'à arriver entre le Centre des Finances Publiques de Bastia et la Préfecture de la Haute Corse.

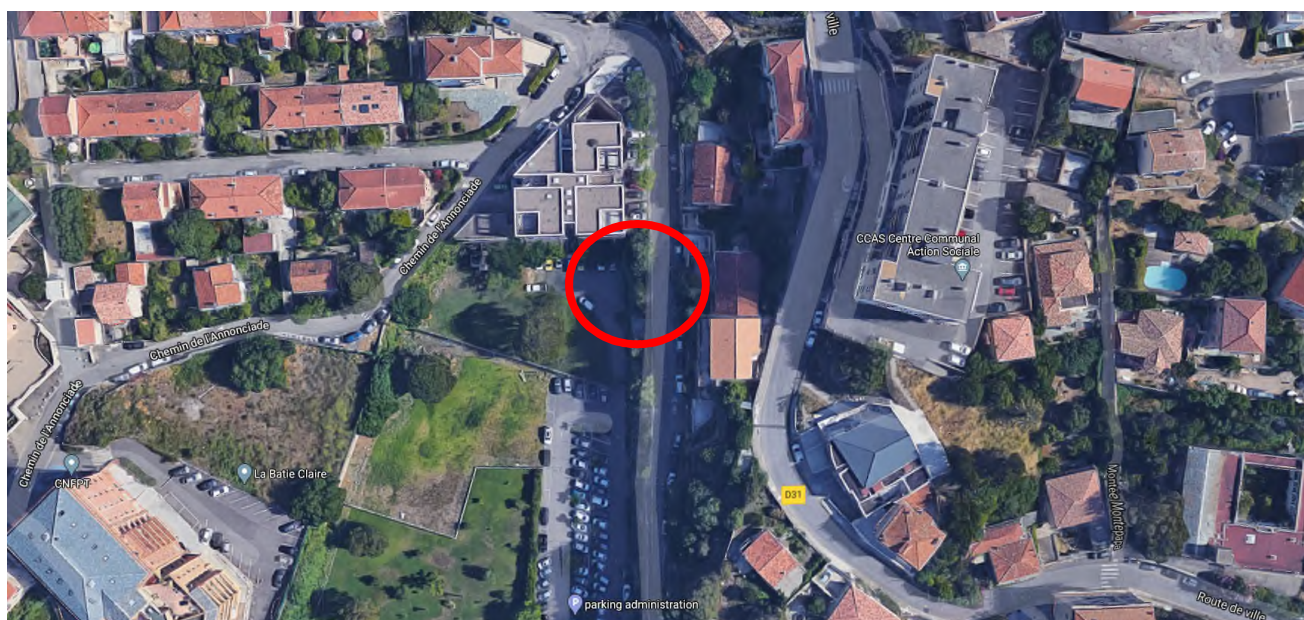


Figure 5: Localisation de la tête Sud du Tunnel Nord

### 1.2.2. Giratoire de la Gare

Le tracé s'insère par la suite dans un giratoire aménagé au croisement de l'avenue Jean Zuccarelli et de la Rue Marcel Paul et appelé Giratoire de la Gare. Cet aménagement permet entre autres de relier le tunnel Nord au tunnel Sud.



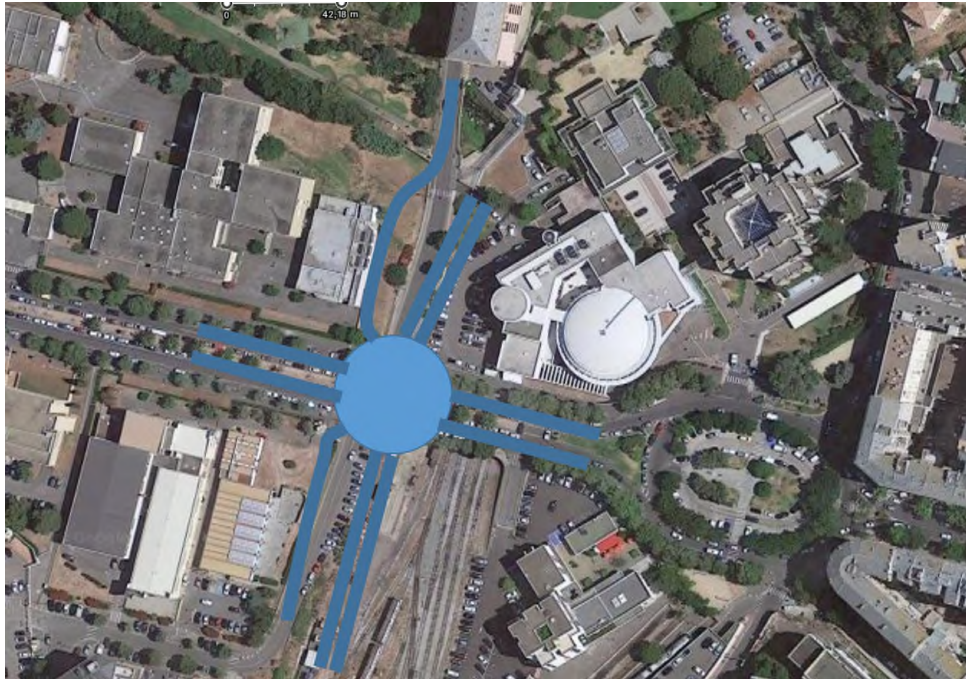


Figure 6: Représentation schématique du giratoire de la Gare

### 1.2.3. Tunnel Sud

Après avoir traversé le giratoire de la Gare, le tracé chemine parallèlement aux voies ferrées du côté ouest, pour passer en tunnel sous la rue Marcel Paul avec un niveau de chaussée à 15 m.



Figure 7: Localisation de la tête Nord du Tunnel Sud

Le tunnel chemine par la suite sur une longueur d'environ 1650 m avec une couverture maximale d'environ 100 m.



Il a une pente descendante de 1.04% vers le sud et circule parallèlement au tunnel ferroviaire existant jusqu'à son croisement avec ce dernier pour lequel nous prenons comme hypothèse un niveau de plateforme à 20 m. Notre tracé plonge donc suffisamment sous le tunnel existant pour ensuite remonter avec une pente à 0,56% vers la sortie pour un niveau de chaussée à 5 mètres environ.

Il chemine sous plusieurs bâtis et voies dont : le Boulevard Hyacinthe de Montera, le Boulevard Benoît Danesi, le collège Giraud, la rue César Vezzani, des maisons individuelles et des immeubles d'habitations ...



Figure 8: Tracé du Tunnel Sud (en 2 traits Bleu foncé) et du tunnel ferroviaire existant (en Tirets Bleu clair)

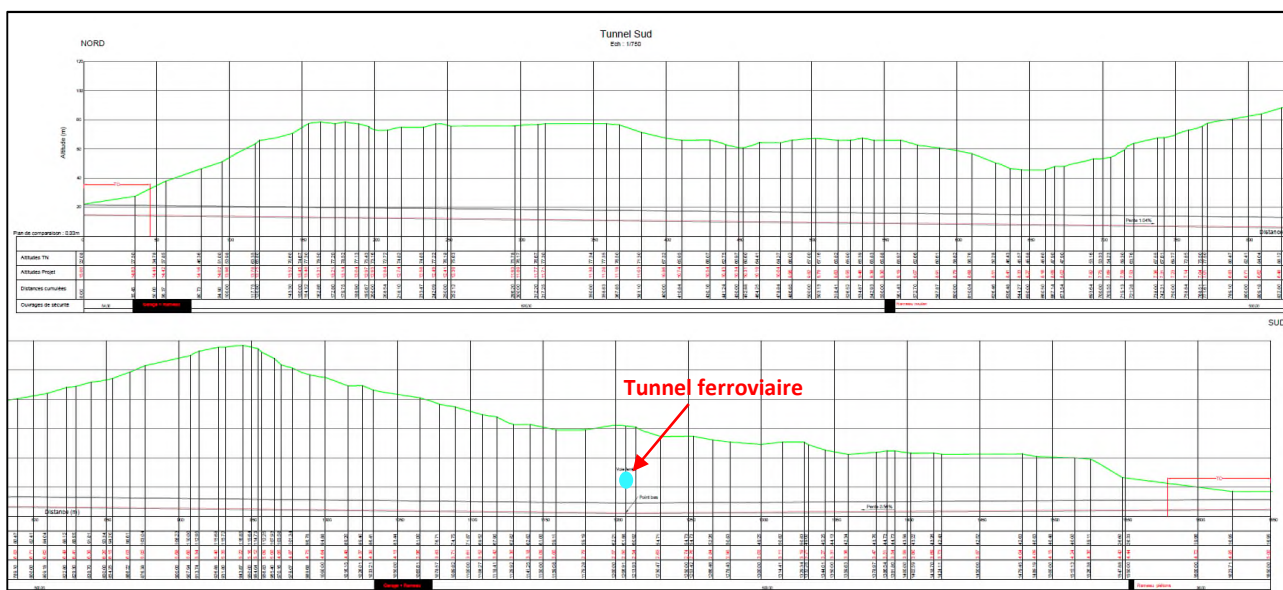


Figure 9: Profil en long du Tunnel Sud



*Figure 10: Localisation de la tête Sud du Tunnel Sud*

Il sort au droit d'un parking se trouvant en face de la Route du Front de Mer (T11) avec un niveau de chaussée d'environ 5 m, ceci permet d'aménager le parking pour permettre au tracé de se relier à la route du Front de Mer.

### 1.3. CONTEXTE GEOLOGIQUE

Au nord-est de l'île, Bastia appartient exclusivement au domaine alpin constitué principalement par les formations métamorphiques des schistes lustrés. Quelques formations sédimentaires du Nebbio et de Saint-Florent y affleurent cependant ainsi que des vastes dépôts quaternaires masquant en partie les roches sous-jacentes. La carte géologique est présentée sur la figure ci-dessous :



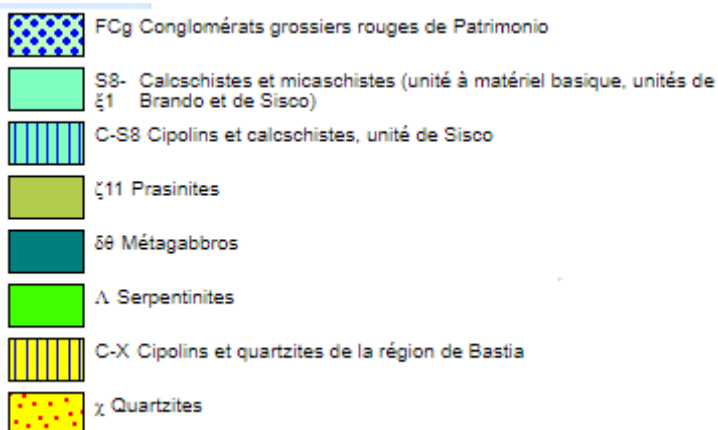


Figure 11: Carte géologique, BRGM

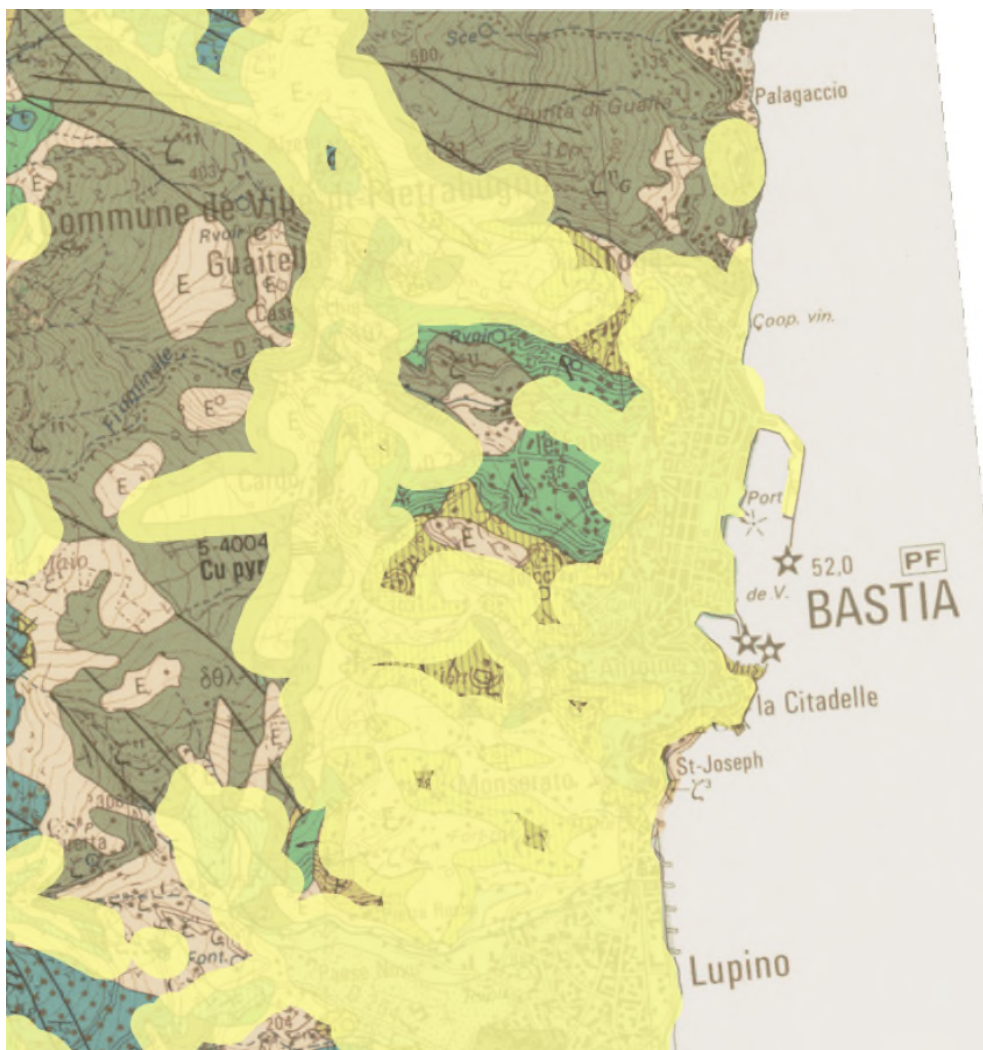
Les formations rencontrées à Bastia sont celles de l'écaille du Pigno-Olivacci. Ce massif, aussi appelé « massif cristallin de Bastia » est composé d'un socle métamorphique (pyroxénites, métagabbros, métagranites et orthogneiss) et métasédimentaire (calcschistes, cipolins, quartzites et metabasaltes associés) ainsi que d'un ensemble ultramafique de serpentinites.

- **Serpentinites** : leur comportement tectonique est de style « couche-savon » lié au remplacement de l’antigorite par du talc ou du chlorite. Il s’agit de roches dures, compactes, de teinte verte à noire, à éclat nacré avec un débit en lamelles effilées.
- **Méta-basaltes, méta-gabbros** : les metabasaltes sont d’origine soit volcanique ou volcano-sédimentaire (sills et/ou horizons de laves et de tufs), soit d’origine tectonique (intense plissement et/ou écaillage de la succession cipolins et quartzites ophiolitiques).
- **Cipolins et quartzites** : ils sont étroitement associés en fines alternances avec une foliation parfois bien marquée et des lits riches en impuretés (quartz, phyllites ou encore grains de sables et paillettes de micas) donnant des aspérités aux surfaces soumises à l’altération.
- **Quartzites** : quartzites blancs en lits pluri millimétriques, séparés par de minces lits de micas avec un débit en dalles formant une multitude de parallélipèdes de couleur rouille. Il y a également des quartzites micassés gris-vert ou bleutés.
- **Gneiss albitiques mélangés à des calcschistes** : gneiss caractérisés par une alternance de lits clairs quartzo-albitiques et de lits verts de phengite, parfois oeillés. Ils sont parfois associés à du calcschiste.
- **Métagranites et métagabbros** : ils ont une foliation importante et une texture grenue.

## 1.4. ALEAS ET RISQUES

### 1.4.1. Aléa gonflement des argiles

Le risque de gonflement des argiles est faible à nul pour ce projet. La carte de l’aléa du retrait-gonflement des argiles est présentée sur la figure ci-dessous :



## LÉGENDES

### ▼ Exposition au retrait gonflement des argiles

- Aléa fort
- Aléa moyen
- Aléa faible

Figure 12: Carte Aléa retrait - gonflement des argiles, BRGM

### 1.4.2. Zones sensibles aux remontées de nappes

Ce risque devra être pris en considération car certaines zones du projet sont potentiellement sujettes aux débordements de nappe et aux inondations de cave, notamment dans les vallées du Fango et du Lupino.





Figure 13: Carte Zones sensibles aux remontées de nappes, BRGM

### 1.4.3. Aléa amiante environnemental

Ce risque est faible à très fort sur le linéaire du projet. Il est donc à prendre en compte dans les futures études.

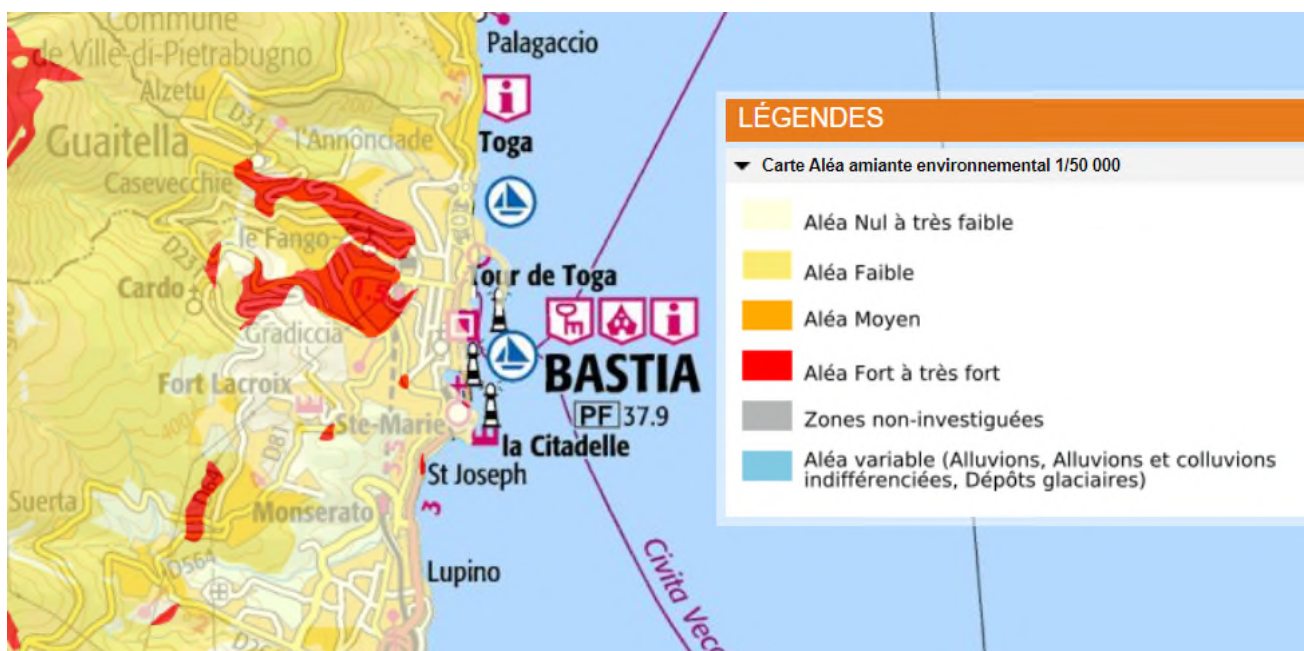


Figure 14: Carte Aléa amiante environnemental, BRGM

### 1.4.4. Aléa sismique

La zone d'étude se trouve en zone sismique d'intensité 1 (très faible). Le séisme ne sera donc pas à prendre en considération dans les méthodes de dimensionnement des ouvrages.

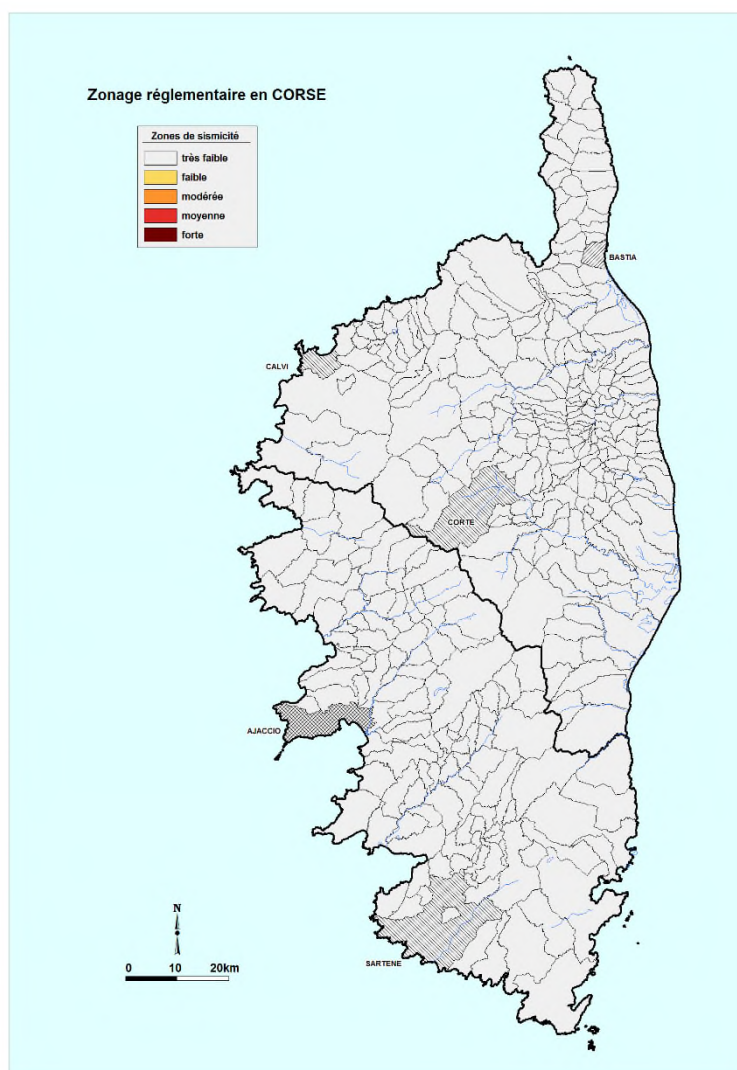


Figure 15 : Carte de l'aléa sismique

## 2. DONNEES D'ENTREE DE L'ETUDE

### 2.1. ETUDES PRECEDENTES

Les études suivantes ont été utilisées :

- Synthèse des études de faisabilité des tunnels routiers de la Rocade Centre-Ville de Bastia – ANTEA - Juin 2005.
- Dossier de Voirie d'Agglomération de Bastia – Rapport de Synthèse – CETE Méditerranée - Février 2006.

## 2.2. SECURITE

En terme de sécurité, le tunnel Porto Novu doit être conforme à la Directive Européenne 2004/54/CE du 29 avril 2004. Cette directive donne dans son annexe I les exigences minimales à respecter pour les tunnels de plus de 500 m.

Afin de compléter les données techniques de conception, il sera fait appel aux documents suivants :

- L'annexe technique de la circulaire 2000-63 du 25 août 2000 dite « **Instruction Technique** »,
- Les guides des **dossiers de sécurité des tunnels routiers** du CETu,
- Les guides pilotes du CETu.

## 2.3. GEOLOGIE

Les données géologiques sont issues des informations disponibles sur le site du BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) : <http://infoterre.brgm.fr/>

La détermination des soutènements et des méthodes de réalisation s'appuie sur les recommandations de l'AFTES.

La géologie sera à reconnaître de façon plus affinée lors des études approfondies.

## 2.4. DONNEES D'ENTREE MANQUANTES

Il est à noter que ces études de faisabilité ont été faites sans données d'entrée propres au projet. Le présent paragraphe fait une liste des données d'entrée manquantes qui peuvent modifier les solutions retenues à ce stade des études :

- Relevés topographiques de la zone étudiée,
- Plans des réseaux concessionnaires,
- Reconnaissances de sol et études de pollution le long du tracé envisagé,
- Reconnaissances et études hydrogéologique le long du tracé,
- Dimensionnement de la ventilation pour valider les coupes types,
- Etude de trafic du nouveau tracé permettant de valider les largeurs roulables retenues pour les coupes types des tunnels,
- Niveaux et type de fondations des bâtis existants interceptés,
- Profil en long et coupe en travers du tunnel ferroviaire existant et caractéristiques de l'ouvrage.

### 3. SYNTHÈSE GEOLOGIQUE

#### 3.1. RECONNAISSANCES DISPONIBLES

Les sondages situés à proximité du projet sont listés dans le tableau suivant :

Tableau 1- Tableau récapitulatif des sondages disponibles à proximité du tracé

| Sondage    | Source           | Type              | Distance à l'ouvrage | Cote tête [m NGF] | Profondeur | Niveau statique eau |
|------------|------------------|-------------------|----------------------|-------------------|------------|---------------------|
| BSS002MXNV | Infoterre (BRGM) | Forage destructif | 53 m                 | Non renseignée    | 72 m       |                     |
| BSS002MXEA | Infoterre (BRGM) | Forage            | 320 m                | 40                | 30 m       | 0 m                 |
| BSS002MXPC | Infoterre (BRGM) | Pressiomètre      | 370 m                | 41                | 10 m       |                     |
| BSS002MXDZ | Infoterre (BRGM) | Forage            | 380 m                | 50                | 40 m       | 17 m                |
| BSS002MXEG | Infoterre (BRGM) | Carottage         | 375 m                | 117               | 11,75 m    |                     |
| BSS002MXPB | Infoterre (BRGM) | Pressiomètre      | 495 m                | 41                | 10 m       |                     |
| BSS002MXMB | Infoterre (BRGM) | Carottage         | 625 m                | 33,7              | 92 m       |                     |
| BSS002MXMA | Infoterre (BRGM) | Carottage         | 615 m                | 0                 | 28,2 m     |                     |
| BSS002MXFC | Infoterre (BRGM) | Forage            | 880 m                | 195               | 51 m       | 16,1 m              |



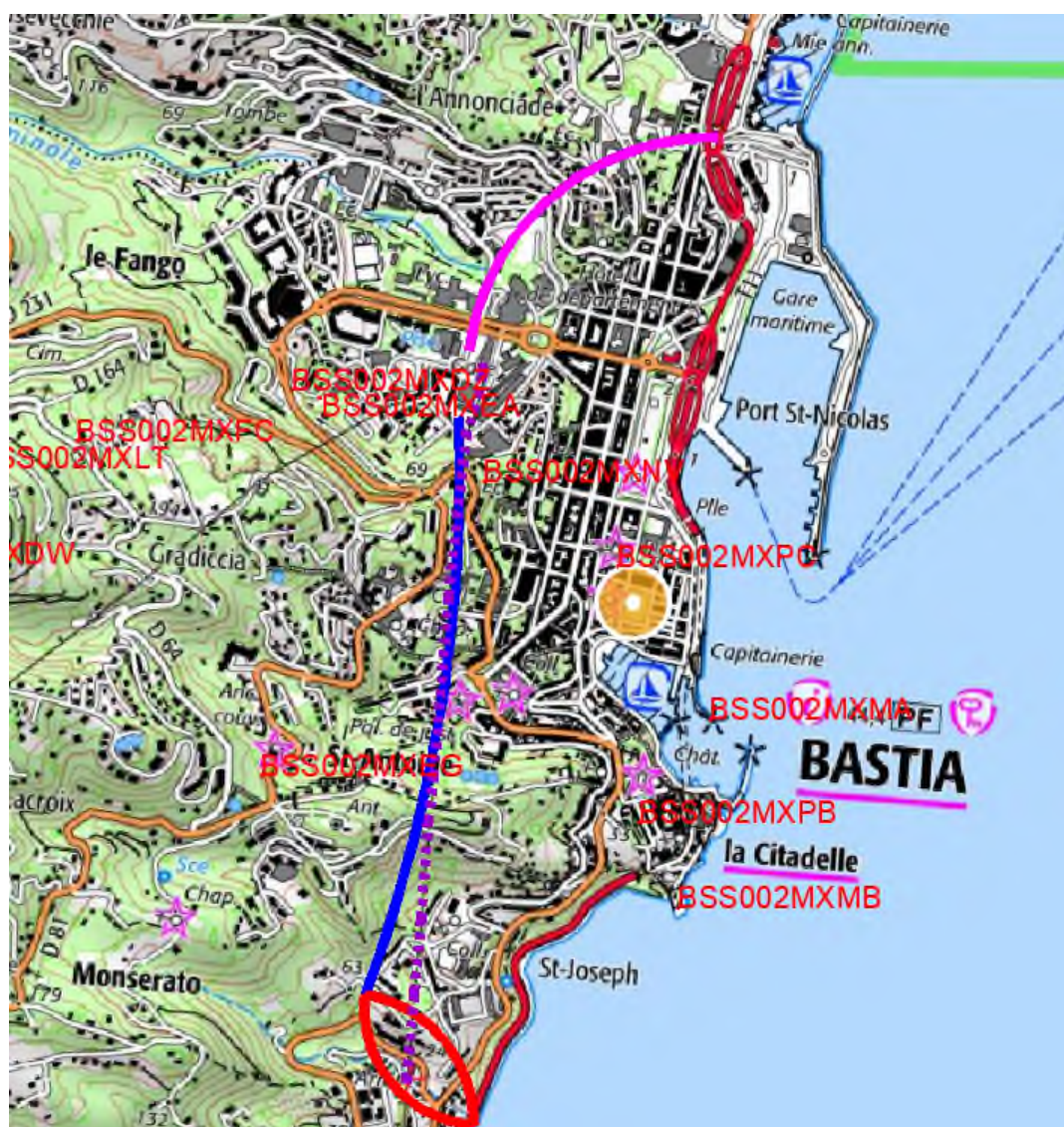


Figure 16: Tunnel Nord (rose), Tunnel Sud (bleu) et tunnel ferroviaire existant (violet)



### 3.2. SYNTHÈSE GÉOLOGIQUE

Le graphique ci-dessous est tiré des données précédentes. Il représente la cote de base de chaque formation pour chaque sondage, selon le linéaire du projet.

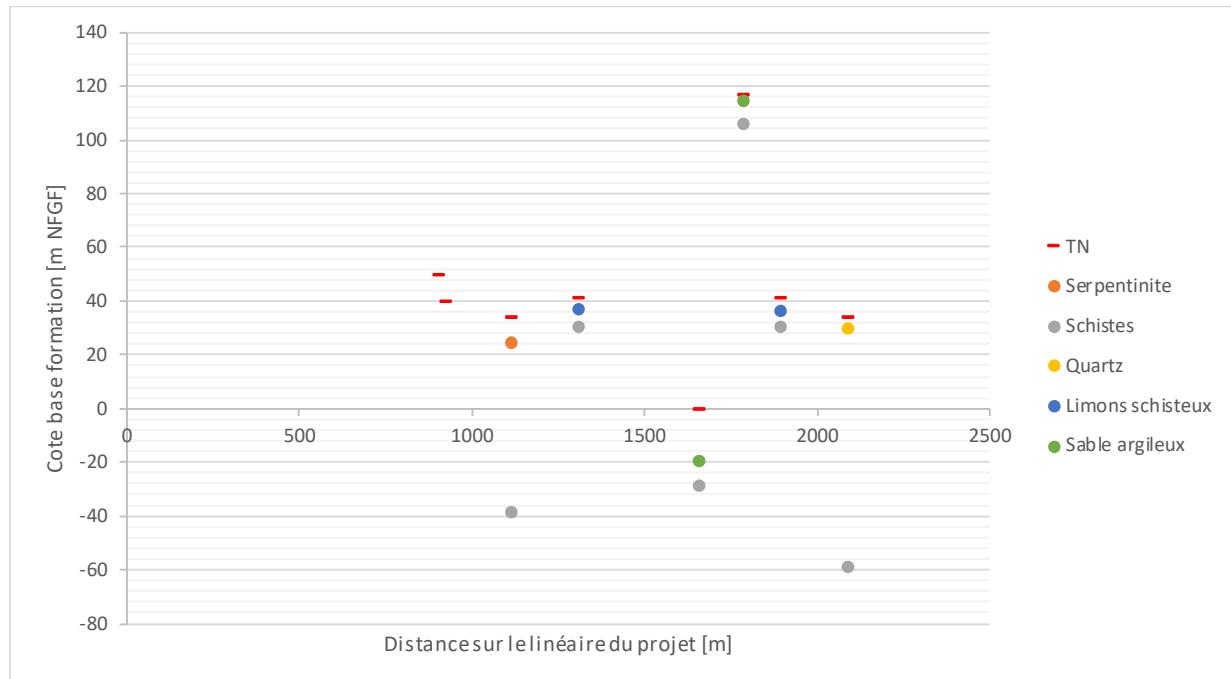


Figure 17: Cote de base des formations en fonction de la distance sur le linéaire de projet

Le schiste est la formation prédominante dans cette zone, il est présent jusqu'à l'arrêt des sondages sur des épaisseurs importantes.

Le TN est assez irrégulier sur l'ensemble du linéaire.

Il n'y a aucune reconnaissance sur plus de 700 m en partie nord du projet.

## 4. CONSIDÉRATIONS TECHNIQUES GÉNÉRALES

### 4.1. MODES DE RÉALISATION

Les tunnels traversent des roches d'origines essentiellement métamorphiques (prasinites, cipolins, quartzites, serpentinites...) de qualité bonne à moyenne. Le creusement en pleine section paraît bien adapté au terrain et la longueur importante des ouvrages et il permet d'atteindre des avancements importants.

#### 4.1.1. Méthode traditionnelle avec minage

L'abattage avec emploi des explosifs est généralement utilisé pour l'exécution de tunnels situés dans les roches pour lesquels un abattage manuel ou un terrassement mécanique ne sont plus envisageables d'un point de vue technique ou

économique. De plus, l'usage de cette méthode permet d'avoir une souplesse au niveau du profil à réaliser et permet l'adaptation aux différentes catégories de terrains rencontrés.

Pour l'emploi d'explosifs en général, il convient de se conformer aux réglementations en vigueur en ce qui concerne le stockage, le transport, l'emmagasiner et l'utilisation. De plus, des précautions particulières doivent être prises compte tenu des vibrations engendrées par les tirs. L'usage de l'explosif peut aussi avoir des effets parasites tels que la création de hors-profils d'excavation et la création d'une zone de massif fortement perturbée au pourtour de l'excavation.

#### **4.1.2. Méthode avec tunnelier**

L'étude géologique et structurale doit mettre en évidence, entre autres, la présence d'accident géologique ou de zone particulière, la continuité et l'homogénéité des terrains dans le profil en long et l'état de fracturation du massif.

La persistance d'incertitudes géologiques importantes est un désavantage de la solution tunnelier.

En effet, en cas de passage d'un banc très dur ou d'une faille, le recours à une méthode traditionnelle peut s'avérer nécessaire ce qui peut conduire à un retard très important.

Dans le cas des tunnels sous fortes couvertures, la combinaison des fortes contraintes géostatiques et tectoniques peut conduire à des états de contraintes initiales supérieurs à ceux estimés. Ceci peut poser problème à la mise en œuvre de la machine.

### **4.2. ACCES INTERMEDIAIRES**

Un accès intermédiaire au tunnel sud pourra constituer, durant la phase de réalisation du tunnel, un accès chantier qui permettra d'augmenter le nombre de fronts d'attaque, et durant la phase de l'exploitation, un puits d'extraction pour la ventilation du tunnel et éventuellement un accès pour les secours et pour l'évacuation du tunnel.

## **5. PREDIMENSIONNEMENT DES TUNNELS**

### **5.1. DEFINITION DES SECTIONS DES TUNNELS**

#### **5.1.1. Besoins en ventilation**

Le choix de la réalisation d'un puits d'extraction massive au milieu du tunnel permet de s'affranchir de l'agrandissement de la section courante pour mettre en place une gaine de ventilation. Des accélérateurs devront être implantés en sous-face de la voûte. Une garde de 50cm sous les accélérateurs est maintenue pour éviter tout endommagement par le trafic.

#### **5.1.2. Largeur**

La Directive Européenne 2004/54/CE indique au §2.1.2. : « En tout état de cause, lorsque, pour des tunnels en projet, les prévisions à quinze ans montrent que le volume de trafic dépassera 10 000 véhicules par jour et par voie de circulation, un tunnel bitube à circulation unidirectionnelle est mis en place pour la date à laquelle ce chiffre sera dépassé. »

Cette directive « s'applique à tous les tunnels du réseau routier transeuropéen d'une longueur supérieure à 500 mètres, qu'ils soient en exploitation, en construction ou en projet. »

Le Tunnel Nord ayant une longueur d'environ 330 m et donc inférieure à 500 m n'est pas concerné par cette directive, on conservera donc un tunnel monotube pour ce tronçon.

Cependant, le Tunnel Sud a une longueur d'environ 1650 m et donc la Directive Européenne s'applique à lui.

Dans notre cas, l'étude de trafic montre que ce seuil sera dépassé dès la mise en service. Nous retenons donc une solution en bitube pour le Tunnel Sud.

La solution bitube peut, en principe, se contenter d'une seule voie de circulation, comme c'est le cas du monotube. Néanmoins, pour une voie de circulation, il est indispensable de prévoir une possibilité de dépassement, à basse vitesse d'un véhicule en panne par exemple. Cette contrainte impose donc une largeur roulable minimale de : 7.5 m.

Pour la section monotube du tunnel Nord, nous retenons une largeur roulable minimale de : 8.5 m.

### 5.1.3. Description de la coupe type

#### 5.1.3.1. Tunnel Nord

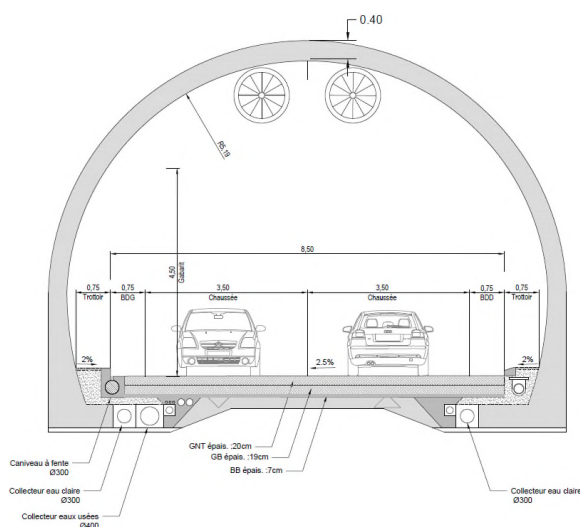


Figure 18: Coupe du Monotube tunnel Nord

Le gabarit à dégager est  $H_m = 4.50$  m. Le respect de ce gabarit est assuré par la mise en place d'un contrôle de gabarit efficace aux entrées.

Le nombre d'accélérateurs représenté reste à vérifier par une étude de ventilation et de désenfumage. La hauteur minimale à dégager sous les ventilateurs est de 5 m, prenant en compte une revanche supplémentaire compte tenu de l'importance de ces équipements.

Le profil en travers type adopté pour chaque tube est comme suit :

- 2 trottoirs de 0.75 m,
- 2 bandes dérasées de 0.75 m,

- 2 voies de 3.50 m.

La définition de la coupe transversale du projet aboutit à un ouvrage de 10 m d'ouverture (hors soutènement).

### 5.1.3.2. Tunnel Sud

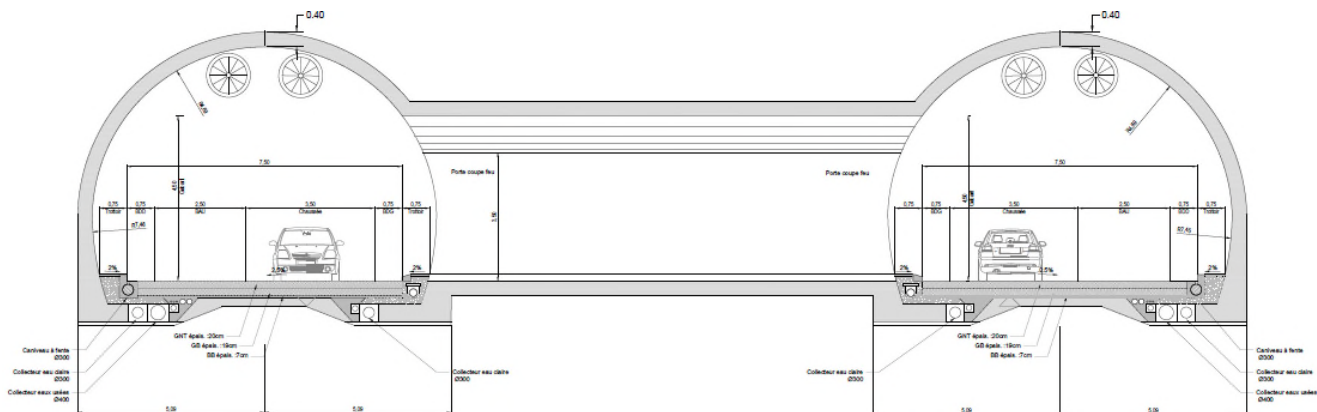


Figure 19: Coupe du bitube tunnel Sud avec rameau de jonction pour véhicules de service

Le gabarit à dégager, pour chacun des tubes, est  $H_m = 4.50$  m. Le respect de ce gabarit est assuré par la mise en place d'un contrôle de gabarit efficace aux entrées.

Le nombre d'accélérateurs représenté reste à vérifier par une étude de ventilation et de désenfumage. La hauteur minimale à dégager sous les ventilateurs est de 5 m, prenant en compte une revanche supplémentaire compte tenu de l'importance de ces équipements.

Le profil en travers type adopté pour chaque tube est comme suit :

- 2 trottoirs de 0.75 m,
- 2 bandes dérasées de 0.75 m,
- 1 voie de 3.50 m,
- 1 voie de 2.50 m (le dépassement sera interdit aux poids lourds).

La définition de la coupe transversale du projet aboutit à un ouvrage de 9 m d'ouverture (hors soutènement).

## 5.2. PRESENTATION DU GENIE CIVIL DE L'OUVRAGE

### 5.2.1. Récapitulatif des dispositifs – Schéma fonctionnel

En termes de sécurité, le tunnel Porto Novu Bastia doit être conforme à la Directive Européenne 2004/54/CE du 29 avril 2004. Les issues de secours consistent en **des rameaux** reliant les deux tubes ayant une interdistance ne dépassant pas **500 m**, des moyens appropriés, tels que des portes, seront alors mis en place pour empêcher la propagation des fumées et de la chaleur vers les voies d'évacuation.

**Des galeries de communication** entre les deux tubes doivent être mises en place pour permettre l'accès des services de secours au moins tous les **1500 m**.

**Des garages** sont aussi à prévoir tous les **1000 m**.

De plus, il faudra prévoir :

- **Des niches de sécurité** (dites Postes de secours dans la Directive Européenne) en tête et à l'intérieur à des intervalles ne dépassant pas **150 m**.
- **Des niches d'incendie** (dites Alimentation en eau dans la Directive Européenne) près des têtes et à l'intérieur des tunnels à des intervalles ne dépassant pas **250 m**.

Une unité de ventilation pour l'extraction massive sera prise en tête d'une descenderie intermédiaire.

## 5.2.2. Génie civil en souterrain

### 5.2.2.1. Analyse géologique et géotechnique

#### Contexte

Les spécificités géométriques du projet sont :

Tableau 2: Caractéristiques des tunnels

|                                 | Tunnel Nord   | Tunnel Sud         |
|---------------------------------|---------------|--------------------|
| Longueur                        | Environ 330 m | Environ 1650 m     |
| Pente                           | 1.2 %         | 1 %                |
| Recouvrement maximal            | 50 m          | 100 m              |
| Ouverture de la section excavée | 10.20 m       | 11.20 m (par tube) |

Les dispositions adoptées ci-après sont applicables aux tunnels Nord et Sud.

#### Méthode d'excavation

##### Méthode traditionnelle

La longueur du tunnel et la géologie des terrains traversés sont assez adaptés à un abattage en pleine section avec emploi des explosifs. De plus, cette méthode permet d'avoir une souplesse au niveau du profil à réaliser.

##### Tunnelier

Une solution par tunnelier serait également envisageable, mais à ce jour la connaissance limitée de la géologie au droit du tracé fait courir un risque significatif de blocage.

### 5.2.2.2. Soutènements

Les profils types de soutènement décrits ci-après sont définis pour la voûte et les piédroits de l'ouvrage concernant l'application de béton projeté fibré, l'extension des boulons en piédroit étant limitée à la radiale horizontale de l'ouvrage.



Aucune disposition particulière n'est prévue en radier.

Des profils de soutènement plus spécifiques pourront être définis pour chacune des têtes lorsque leurs implantations précises seront connues. Cependant les linéaires concernés resteront faibles.

La géométrie de l'interception topographique – ouvrage et les conditions géotechniques proches de la surface pourront imposer voûte parapluie, faux tunnel, parois clouées...

### Profils types de soutènement

Nous nous appuyons pour les classifications citées ci-après sur la recommandation de l'AFTES « GT7R1F2 – Choix d'un type de soutènement en galerie ».

#### ■ Soutènement léger P0

Ce profil est prévu dans les zones de très bon rocher à rocher moyen appartenant aux classes R1, R2 et R3, si pour cette dernière classe la contrainte lithostatique (CN) se limite à la classe CN1.

Le dispositif de soutènement comprend :

- Boulonnage à la demande (HA25 de 4 m de long). En moyenne 5 unités/ml ;
- Béton projeté fibré épaisseur 5 cm.

Soit une épaisseur de 5 cm au total (têtes de boulons noyées).

Il convient d'adapter le boulonnage en fonction de la géométrie des dièdres dégagés en voûte. Les volées seront également adaptées en fonction de la stabilité rencontrée mais seront de 4 m maximum.

#### ■ Soutènement intermédiaire P1

Ce profil est prévu dans les zones de rocher moyen et médiocre appartenant à la classe R3 dans les zones de contrainte lithostatique significative (CN2 et CN3) et systématiquement lorsqu'elles appartiennent à la classe R4.

Le dispositif de soutènement comprend :

- Béton projeté fibré épaisseur 5 cm ;
- Boulonnage systématique (HA25 de 4 m de long) selon une maille 2mx2m en quinconce ;
- Béton projeté fibré épaisseur 10 cm.

Soit une épaisseur de 15 cm au total.

Les volées seront adaptées en fonction de la stabilité rencontrée mais seront d'un maximum de 4 m.

#### ■ Soutènement lourd P2

Ce profil est prévu dans les zones de rocher très médiocre appartenant à la classe R5.

Le dispositif de soutènement comprend :

- Béton projeté fibré épaisseur 3 cm ;
- Cintre HEB 200 espacés de 1.2 m ;
- Béton projeté fibré épaisseur 20 cm.

Soit une épaisseur de 23 cm au total.

Les volées seront adaptées en fonction de la stabilité rencontrée mais seront d'un maximum de 2.4 m.

■ Soutènement lourd P2bis

Ce profil est prévu dans les contextes exceptionnels où la durée de stabilité en voûte n'offrirait pas un délai suffisant pour la mise en place du profil de soutènement de type P2 ou comporterait d'importants hors profils.

Il serait alors procédé préalablement au tir de la volée à l'enfilage de barres en voûte dans des forages divergents, dont l'espacement et l'extension vers les piédroits sont à adapter à la situation.

Les autres éléments de soutènement sont identiques au profil type P2.

### Classification préliminaire des profils types de soutènement

Dans cette phase d'étude, nous prenons en compte pour l'estimation l'hypothèse de répartition suivante :

Tableau 3: Linéaires des profils de soutènement

| Tunnel Nord |          |    | Tunnel Sud  |          |    |
|-------------|----------|----|-------------|----------|----|
| Profil type | Linéaire |    | Profil type | Linéaire |    |
|             | m        | %  |             | m        | %  |
| P0          | 81       | 25 | P0          | 412      | 25 |
| P1          | 212      | 65 | P1          | 1073     | 65 |
| P2          | 33       | 10 | P2          | 165      | 10 |
| TOTAL       | 326      |    | TOTAL       | 1650     |    |

#### 5.2.2.3. Stabilité du front

Compte tenu de la grande ouverture, la stabilité de front sera assurée par :

- Un revêtement béton projeté de 5 cm systématique,
- Un boulonnage du front (maille 4m x 4m) pour les profils de soutènement P1 et P2, soit environ 75% du linéaire.

#### 5.2.2.4. Etanchéité et drainage des terrains

Dans le contexte de l'ouvrage, nous recommandons la réalisation d'un ouvrage drainé. Le dimensionnement de l'ouvrage peut ainsi s'affranchir du développement de charges hydrauliques potentiellement fortes. Des dispositions localement différentes pourront être prises en cas de zone à fort débit difficilement assimilables par le réseau d'évacuation vers la surface.

Nous recommandons de disposer une étanchéité en voûte et piédroit et un drainage en base de piédroit.

Aucun dispositif particulier n'est prévu en radier sauf observations particulières en cours de chantier (arrivée d'eau en radier).

En vue de pérenniser l'étanchéité sujette à un percement dès la mise en place du revêtement, il faut prévoir d'adapter l'application de béton projeté fibré : il devra être prévu d'incorporer des fibres synthétiques plutôt que des fibres métalliques, une possibilité alternative consiste à ajouter une épaisseur de 3 cm de béton projeté non fibré au-dessus du béton projeté fibré.

#### 5.2.2.5. Revêtement

Le revêtement est constitué par un béton non armé en voûte et armé en base de piédroit. Son épaisseur est de 40 cm en voûte.

L'intégration des équipements en tunnel nécessitera :

- La mise en place d'ancrages pour assurer la fixation des appareils de ventilation et autres équipements d'exploitation,
- La réalisation de réservations verticales pour permettre le passage des fourreaux d'alimentation de ces équipements.

#### 5.2.2.6. Chaussées et trottoirs

Une épaisseur de 0,46 m sera réservée pour y loger la structure de la chaussée qui sera appuyée directement sur le rocher.

Afin de faciliter l'écoulement des eaux et la circulation des engins de chantier tout en évitant la dégradation des terrains en attendant la mise en place de la chaussée (après le génie civil), un béton de roulage sera mis en place.

Il sera prévu, de chaque côté de la chaussée, un drain recueillant les eaux claires de drainage sous la chaussée.

En bordure de chaussée, des collecteurs d'eau claire (des deux côtés) et d'eaux usées (du côté du point bas de la chaussée) sont prévus.

Un caniveau à fente, sur trottoir droit, récoltera des eaux de ruissellement sur la chaussée et surtout les liquides qui peuvent s'échapper des véhicules accidentés et se répandre sur la chaussée.

Ce caniveau sera relié au collecteur des eaux usées par l'intermédiaire de regards munis de siphon. Le collecteur d'eaux usées sera connecté à 2 bassins de rétention et de traitement des eaux, installés aux points bas des tunnels Nord et Sud.

### 5.2.3. Génie civil des ouvrages liés à la sécurité et à l'exploitation

Les ouvrages souterrains singuliers, rencontrés sur le linéaire étudié, sont les suivants :

- Les niches :
  - Niches de sécurité
  - Niches incendie
- Les rameaux intertubes (pour le tunnel sud)
- Les garages (pour le tunnel sud)

#### 5.2.3.1. Niches

Afin d'offrir un niveau de sécurité réglementaire, le tunnel est complété par des ouvrages souterrains dont la réalisation relèvera des mêmes principes que ceux envisagés en section courante du tunnel.

Tous les 150 m, les niches de sécurité sont placées du côté droit de chaque sens de circulation. Celles-ci devront avoir les dimensions minimales suivantes :

- Largeur : 1,5 m,

- Profondeur : 1 m,
- Hauteur : 2 m sur toute la surface.

Tous les 250 m, les niches d'incendie sont disposées côté point haut de la chaussée. Elles abritent les poteaux d'incendie.

#### 5.2.3.2. Rameaux intertube (Tunnel Sud)

##### Aménagements pour l'évacuation et la protection des usagers et l'accès des secours

Des communications entre les deux tubes sont à réaliser tous les 500 m environ pour l'évacuation des usagers. Des sas d'une surface d'au moins 15 m<sup>2</sup> seront aménagés entre les deux tubes et les communications destinées aux piétons auront au moins une largeur de passage de 1,8 m et une hauteur de 2,2 m.

##### Aménagements destinés aux véhicules de secours

Tous les 1500 m, les rameaux intertube doivent être élargis à 5 m entre piédroits avec une largeur roulable minimale de 3,5 m et une hauteur de 4,5 m sur cette largeur pour permettre l'accès des véhicules de secours.

#### 5.2.3.3. Garages (Tunnel Sud)

Des garages latéraux sont à prévoir tous les 1000 m. Cette disposition nécessite une surlargeur de 3 m sur une longueur d'environ 40 m.

### 5.3. EQUIPEMENTS D'EXPLOITATION ET DE SECURITE

D'une manière générale, c'est-à-dire dans la configuration monotube ou bitube, des équipements de sécurité sont à prévoir pour le tunnel. Il s'agit des équipements suivants :

- Alimentation électrique HT et distribution électrique, avec sécurisation,
- Alimentation électrique secourue sans interruption pour les systèmes et équipements qui ne peuvent accepter techniquement, sans risque de détérioration, une coupure, ou encore les systèmes indispensables à l'évacuation et à la mise en sécurité de l'ouvrage (p.ex. éclairage de sécurité...),
- Eclairage avec un éclairage normal, un éclairage de renforcement aux têtes pour éviter l'«effet trou noir » pour les usagers lorsqu'ils rentrent dans le tunnel, et l'éclairage de sécurité assurant un niveau minimal d'éclairement sur la chaussée et les trottoirs pour permettre aux usagers d'évacuer le tunnel en cas de panne de l'alimentation électrique,
- Les moyens de lutte incendie avec des extincteurs portatifs placés dans les niches de sécurité et avec une conduite incendie,
- Les postes d'appels d'urgence pour permettre aux usagers de contacter le PC du tunnel,
- Les moyens de surveillance du tunnel avec la vidéosurveillance, la détection automatique d'incident, ainsi que les capteur d'ambiance (analyseurs CO, NO<sub>x</sub>, opacimètres,...),
- La signalisation et la signalétique de sécurité,
- La fermeture physique des tunnels et les dispositifs d'arrêt du trafic,
- Les gabarits de vérification notamment de la hauteur des véhicules avant leur entrée en tunnel,

- ## 6. ESTIMATION

Il est tenu compte d'une somme à valoir de 20% et d'une provision pour risques de 10% du montant des travaux.

## 6.1. TUNNEL NORD MONOTUBE

| Tunnel Porto Novu Nord                           |    |             |          |              |
|--|----|-------------|----------|--------------|
| Poste  | U  | P.U. €      | Quantité | COÛT €       |
| <b>Installations de chantier et études (10%)</b> | ft | 308 214 €   | 1        | 308 214 €    |
| <b>Génie civil souterrain</b>                    |    |             |          |              |
| Linéaire   |    |             |          |              |
| Soutènement P0                                   | ml | 23 214 €    | 82       | 1 903 547 €  |
| Soutènement P1                                   | ml | 24 874 €    | 210      | 5 223 513 €  |
| Soutènement P2 (80%)                             | ml | 27 962 €    | 26,4     | 738 209 €    |
| Soutènement P2bis (20%)                          | ml | 28 295 €    | 6,6      | 186 744 €    |
| Niches sécurité                                  | u  | 1 400 €     | 5        | 7 000 €      |
| Niches incendie                                  | u  | 1 400 €     | 3        | 4 200 €      |
| <b>Génie civil têtes</b>                         |    |             |          |              |
| Tête Nord - Soutènements                         | u  | 1 000 000 € | 1        | 1 000 000 €  |
| Tête Sud - Soutènements                          | u  | 1 000 000 € | 1        | 1 000 000 €  |
| <b>Equipements</b>                               | u  | 975 000 €   | 1        | 975 000 €    |
| <b>TOTAL</b>                                     |    |             |          | 11 346 427 € |
| <b>TOTAL Y COMPRIS SAV 20% + PRI 10%</b>         |    |             |          | 14 750 355 € |



## 6.2. TUNNEL SUD BITUBE

| Tunnel Porto Novu Sud                            |    |             |          |               |
|--|----|-------------|----------|---------------|
| Poste  | U  | P.U. €      | Quantité | COUT €        |
| <b>Installations de chantier et études (10%)</b> | ft | 1 508 892 € | 1        | 1 508 892 €   |
| <b>Génie civil souterrain</b>                    |    |             |          |               |
| Linéaire   |    |             |          |               |
| Soutènement P0                                   | ml | 46 784 €    | 412      | 19 275 141 €  |
| Soutènement P1                                   | ml | 50 108 €    | 1073     | 53 765 680 €  |
| Soutènement P2 (80%)                             | ml | 56 781 €    | 132      | 7 495 154 €   |
| Soutènement P2bis (20%)                          | ml | 57 446 €    | 33       | 1 895 705 €   |
| Rameaux  | u  | 100 000 €   | 2        | 200 000 €     |
| Garages  | u  | 1 525 000 € | 2        | 3 050 000 €   |
| Niches sécurité                                  | u  | 1 400 €     | 24       | 33 600 €      |
| Niches incendie                                  | u  | 1 400 €     | 7        | 9 800 €       |
| <b>Génie civil têtes</b>                         |    |             |          |               |
| Tête Nord - Soutènements                         | u  | 2 500 000 € | 1        | 2 500 000 €   |
| Tête Sud - Soutènements                          | u  | 2 500 000 € | 1        | 2 500 000 €   |
| <b>Equipements</b>                               | u  | 8 250 000 € | 1        | 8 250 000 €   |
| <b>TOTAL</b>                                     |    |             |          | 100 483 972 € |
| <b>TOTAL Y COMPRIS SAV 20% + PRI 10%</b>         |    |             |          | 130 629 163 € |

## 7. DELAIS DES TRAVAUX

Nous prenons comme hypothèses une cadence de 3 m/j pour la réalisation du tunnel Nord augmentée à 4 m/j pour le tunnel Sud qui pourrait bénéficier d'une connaissance améliorée du terrain en réalisant un des tubes un peu plus en avance et qui pourra ainsi servir de galerie de reconnaissance.

Il est à noter que le planning suivant ne prend pas en compte le risque d'arrêt de chantier suite à la présence d'amiante dans les terrains rencontrés.

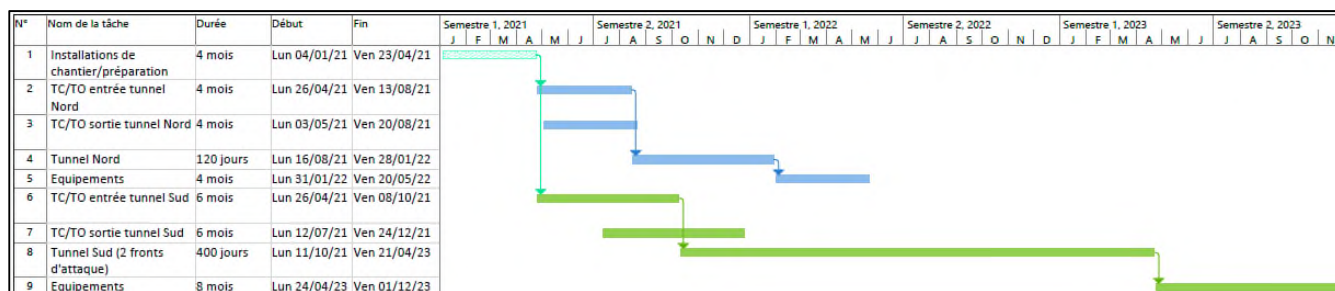


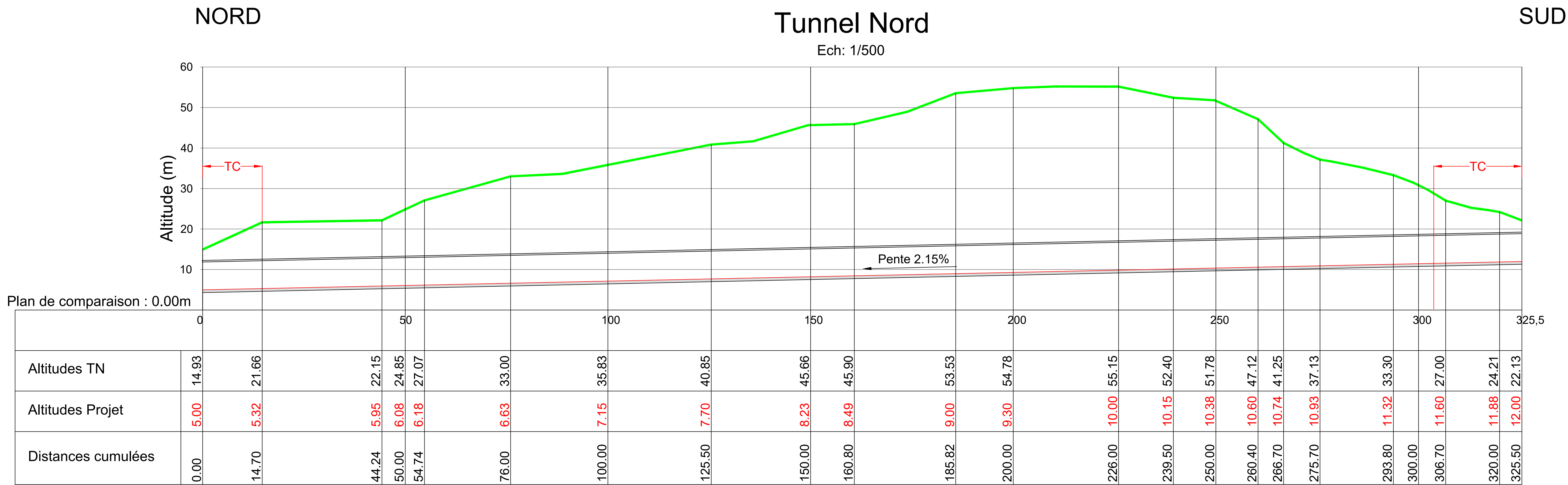
Figure 20: Planning de réalisation des tunnels



# ANNEXES

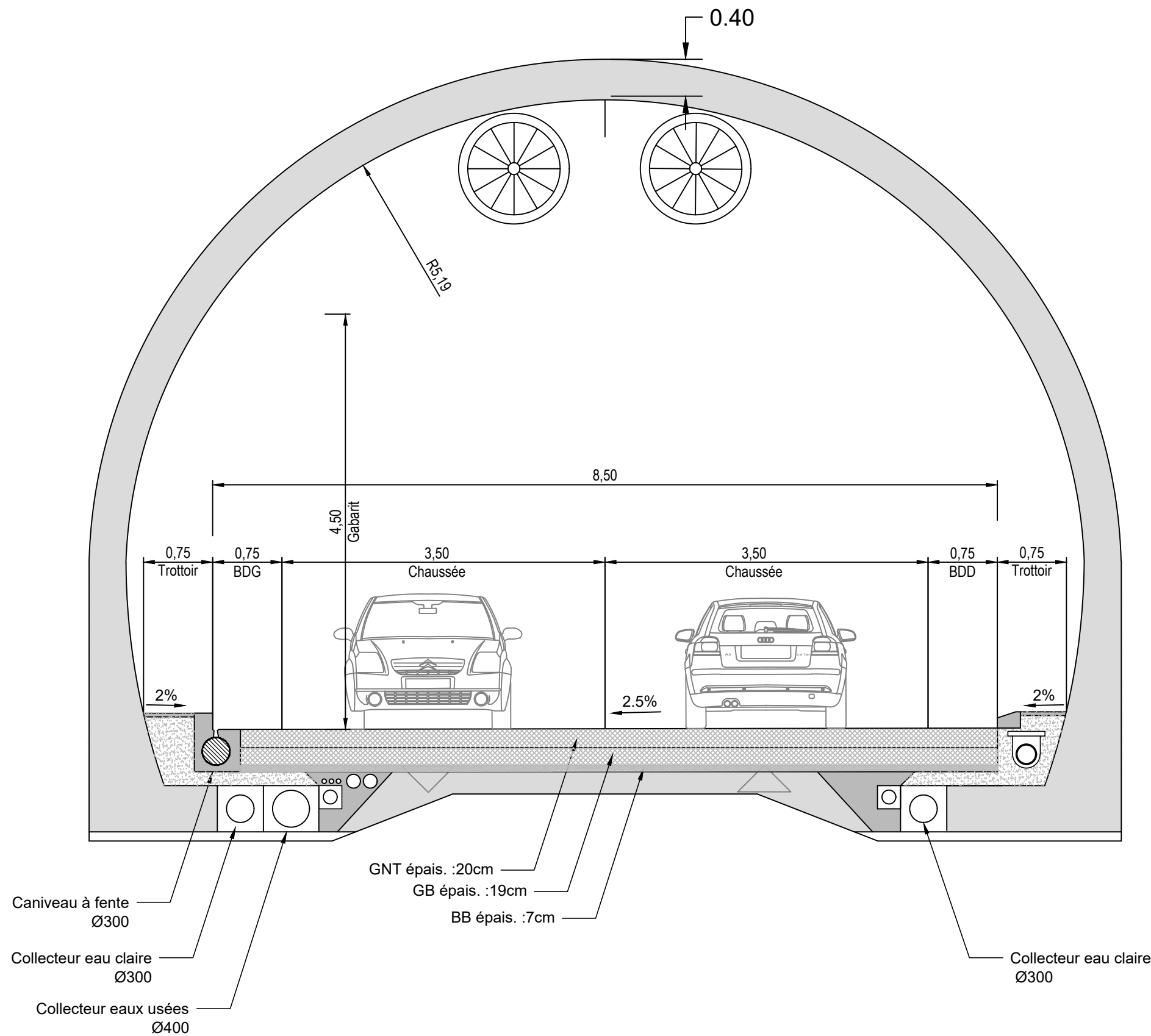


## ANNEXE 1 – Pièces graphiques



Monotube Nord

Ech:1/50



Maitre d'ouvrage:

Emetteur :

Projet :

Tunnel Porto Novu Bastia

Etudes de faisabilité

Profil en long Tunnel Nord - Coupe type

-

Nom du Fichier :

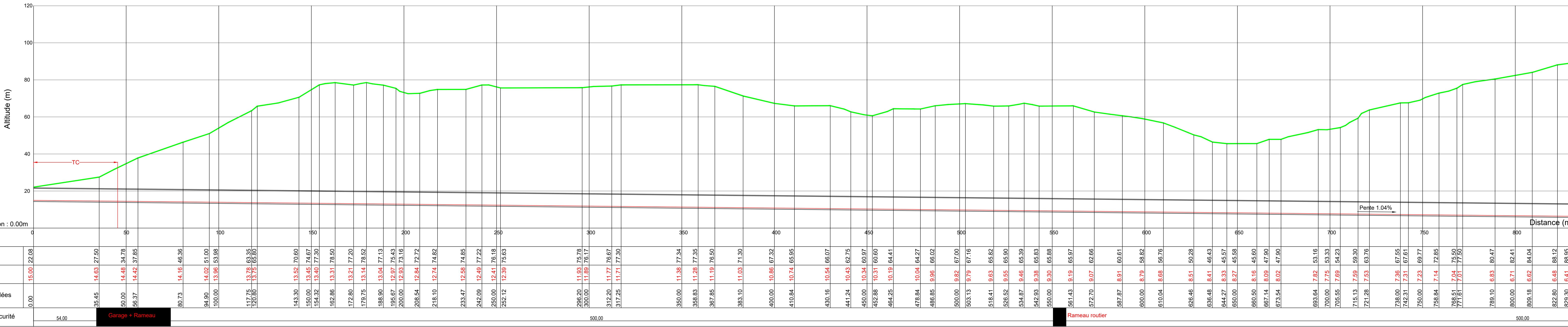
-

|                  |            |                 |              |                |          |      |        |         |          |
|------------------|------------|-----------------|--------------|----------------|----------|------|--------|---------|----------|
| X                | XXX        | XXX             | XXX          | XXX            | ART      | PL   | 01     | A       | -        |
| PROJET           | VOLET      | DOSSIER         | SOUS DOSSIER | LOCALI- SATION | EMETTEUR | TYPE | NUMERO | INDICE  | STATUT   |
| Ech. : 1:500 H/V | Format: A0 |                 |              |                |          |      |        | Page :  | -        |
| MODIFICATIONS    |            |                 |              |                |          |      |        |         |          |
|                  |            |                 |              |                |          |      |        |         |          |
|                  |            |                 |              |                |          |      |        |         |          |
|                  |            |                 |              |                |          |      |        |         |          |
|                  |            |                 |              |                |          |      |        |         |          |
| A                | 25/03/2020 | Première dessin |              |                |          |      | REN    | DH      | JOC      |
| Indice           | Date       | Libellé         |              |                |          |      | Etabli | Vérifié | Approuvé |

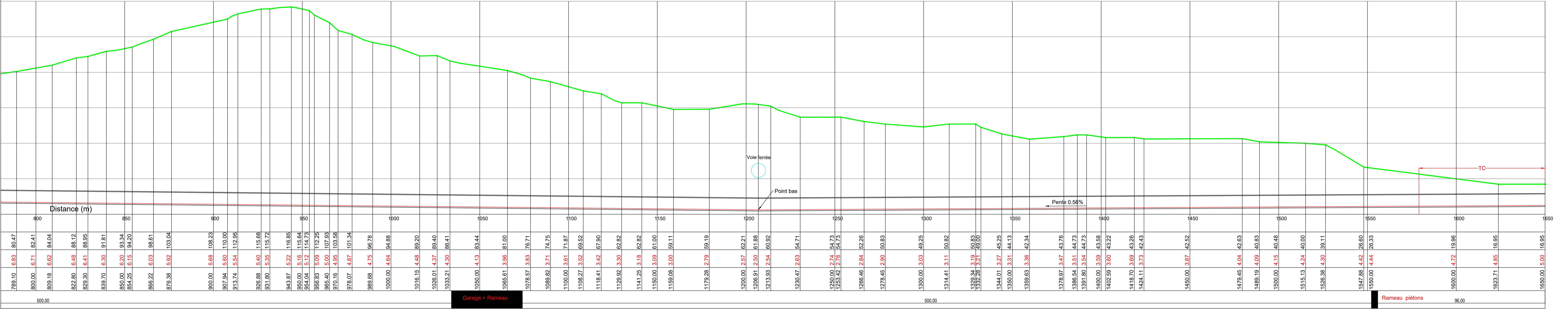


Tunnel Sud  
Ech : 1/750

NORD

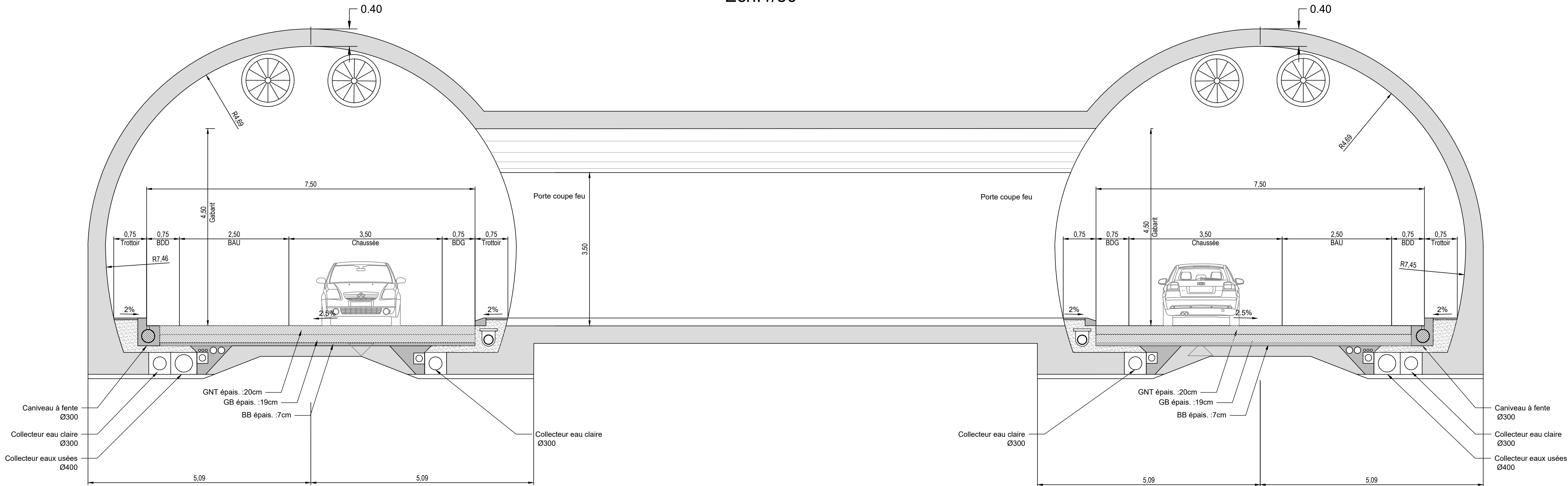


SUD



Bitube Sud

Ech:1/50



|  |            |                  |              |
|--|------------|------------------|--------------|
| Maitre d'ouvrage:                      |            | Emetteur :       |              |
|  |            |                  |              |
| Projet :                               |            |                  |              |
| Tunnel Porto Novu Bastia               |            |                  |              |
| Etudes de faisabilité                  |            |                  |              |
| Profil en long Tunnel Sud - Coupe type |            |                  |              |
| -                                      |            |                  |              |
| Nom du Fichier :                       |            |                  |              |
| X                                      | XXX        | XXX              | XXX          |
| PROJET                                 | VOLET      | DOSSIER          | SOUS DOSSIER |
| Ech. : 1:500 HV                        | Format: A0 | LOCALI- SATION   | EMETTEUR     |
| Page :                                 |            | Page :           |              |
| MODIFICATIONS                          |            |                  |              |
| A                                      | 25/03/2020 | Projet de dessin | REV          |
| Indice                                 | Date       | Libellé          | Etabli       |
|  |            |                  | Vérifié      |
|  |            |                  | Approuvé     |



# DESSERTE ROUTIERE DU PROJET DE NOUVEAU PORT DE BASTIA

Etude de trafic – compléments sur le modèle statique de trafic

## RAPPORT D'ETUDE

Collectivité de Corse



## DESSERTE ROUTIERE DU PROJET DE NOUVEAU PORT DE BASTIA

Etude de trafic – compléments sur le modèle statique de trafic

Rapport d'étude

| VERSION | DESCRIPTION   | ÉTABLI(E) PAR | CONTROLÉ(E)<br>PAR | APPROUVÉ(E)<br>PAR | DATE       |
|---------|---|---------------|--------------------|--------------------|------------|
| V0      | Note de présentation des résultats de la mise à jour du modèle statique | ENG           |                    |                    | 17/02/2020 |
| V1      | Mise à jour de la note (rapport d'étude)                                | ENG           | AFT                | AFT                | 19/03/2020 |
|         |   |               |                    |                    |            |
|         |   |               |                    |                    |            |
|         |   |               |                    |                    |            |

ARTELIA - MOBILITE et INFRASTRUCTURE  
47, avenue de Lugo · 94600 Choisy-le-Roi · France

Contact responsable de mission :  
Emilie NGUYEN VAN SANG  
E-mail : emilie.nguyen-van-sang@arteliagroup.com  
Mob. : +33 (0) 6 11 37 92 52

ARTELIA - MOBILITES & INFRASTRUCTURES Stratégie et Management des Territoires · Pôle Etudes de Transport et Mobilité

Mentions légales

Rapport d'étude

DESSERTE ROUTIERE DU PROJET DE NOUVEAU PORT DE BASTIA

ARTELIA / FEVRIER 2020 / REFERENCE ARTELIA

PAGE 2 / 29

# SOMMAIRE

|                 |   |
|-----------------|---|
| PRÉAMBULE ..... | 4 |
|-----------------|---|

|  |   |
|--|---|
| 1. RAPPEL DES RÉSULTATS DE CALAGE (2015) ..... | 5 |
|--|---|

|  |   |
|--|---|
| 2. HYPOTHÈSES AUX HORIZONS 2024, 2030 ET 2040..... | 7 |
|--|---|

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| 2.1. Evolution du réseau routier..... | 7 |
|---------------------------------------|---|

|   |   |
|---|---|
| 2.2. Capacité des voies modélisées (en UVPh)..... | 8 |
|---|---|

|  |   |
|--|---|
| 2.3. Vitesses maximales sur les voies modélisées ..... | 9 |
|--|---|

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 2.4. Déplacement du port ..... | 10 |
|--------------------------------|----|

|   |    |
|---|----|
| 2.5. Evolution du réseau TC et hypothèses de report modal ..... | 10 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| 2.6. Hypothèses d'évolution des flux ..... | 12 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| 3. RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION DE TRAFIC ..... | 13 |
|---|----|

|   |    |
|---|----|
| 3.1. Simulations à l'horizon 2024 ..... | 13 |
|---|----|

|   |    |
|---|----|
| 3.2. Simulations à l'horizon 2030 ..... | 16 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| 3.2.1. Scénario 1 : extension du port de commerce actuel ..... | 16 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| 3.2.2. Scénario 2 : création d'un nouveau port de commerce (et requalification du port actuel) ..... | 19 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| 3.3. Simulations à l'horizon 2040..... | 22 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| 3.3.1. Scénario 1 : extension du port de commerce actuel ..... | 22 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| 3.3.2. Scénario 2 : création d'un nouveau port de commerce (et requalification du port actuel) ..... | 25 |
|--|----|

|                      |    |
|----------------------|----|
| 4. CONCLUSIONS ..... | 29 |
|----------------------|----|

# PREAMBULE

## Objet de la mission

L'objet de la mission est de mettre à jour le modèle de trafic réalisé par ARTELIA dans le cadre du projet d'extension du Port de commerce de Bastia. En effet, à la demande de la collectivité territoriale de Corse, nous avons mis à jour plusieurs aspects des simulations aux horizons 2030 et 2040, notamment :

- Nouvelles hypothèses de trafic à prendre en compte pour le nouveau port (ou l'extension de ce dernier),
- Modification des caractéristiques de la voie Bastia-Furiani (voie rapide urbaine à 70km/h, de type AU70),
- Tests sans la voie nouvelle « Carbonite ».

Ces hypothèses seront présentées en détail dans le rapport.

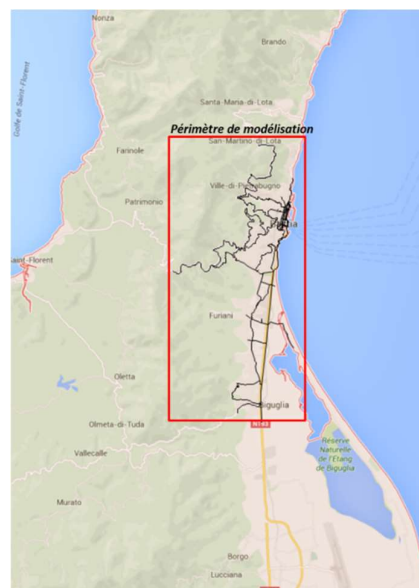
Les simulations statiques de trafic ont été réalisées, aux heures de pointe du matin et du soir, pour les scénarios suivants :

- Horizon 2024 avec requalification de la liaison Bastia-Furiani, sans modification de la localisation du port,
- Horizon 2030 :
  - Scénario 1 : extension du port de commerce actuel,
  - Scénario 2 : création d'un nouveau port et port actuel requalifié,
- Horizon 2040 :
  - Scénario 1 : extension du port de commerce actuel,
  - Scénario 2 : création d'un nouveau port et port actuel requalifié.

## Etude antérieure

L'entreprise ARTELIA a été missionnée en 2016 pour la réalisation d'un modèle de trafic dans le cadre du projet d'extension du port de commerce de Bastia. Le travail avait consisté en :

- La création d'un modèle et son calage avec les données de trafic de 2015.
- La réalisation de tests aux horizons 2030 et 2040 pour les scénarios suivants :
  - Scénario fil de l'eau,
  - Scénario « voie nouvelle Carbonite » complète + port existant,
  - Scénario « voie nouvelle Carbonite » complète + port déplacé et requalification du port existant.



*Périmètre de modélisation*

## Rapport d'étude

DESSERTE ROUTIERE DU PROJET DE NOUVEAU PORT DE BASTIA

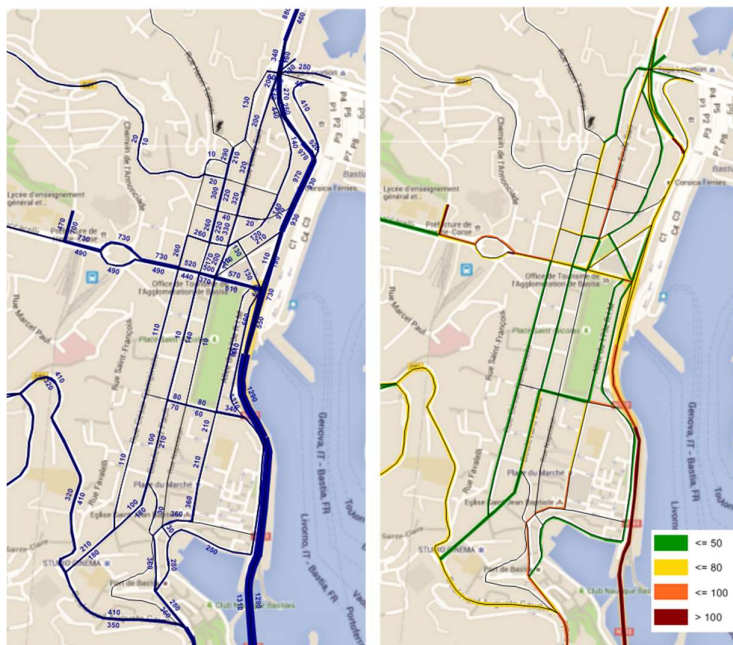
## 1. RAPPEL DES RESULTATS DE CALAGE (2015)

Les cartes ci-après présentent le modèle calé lors de l'étude initiale en terme de :

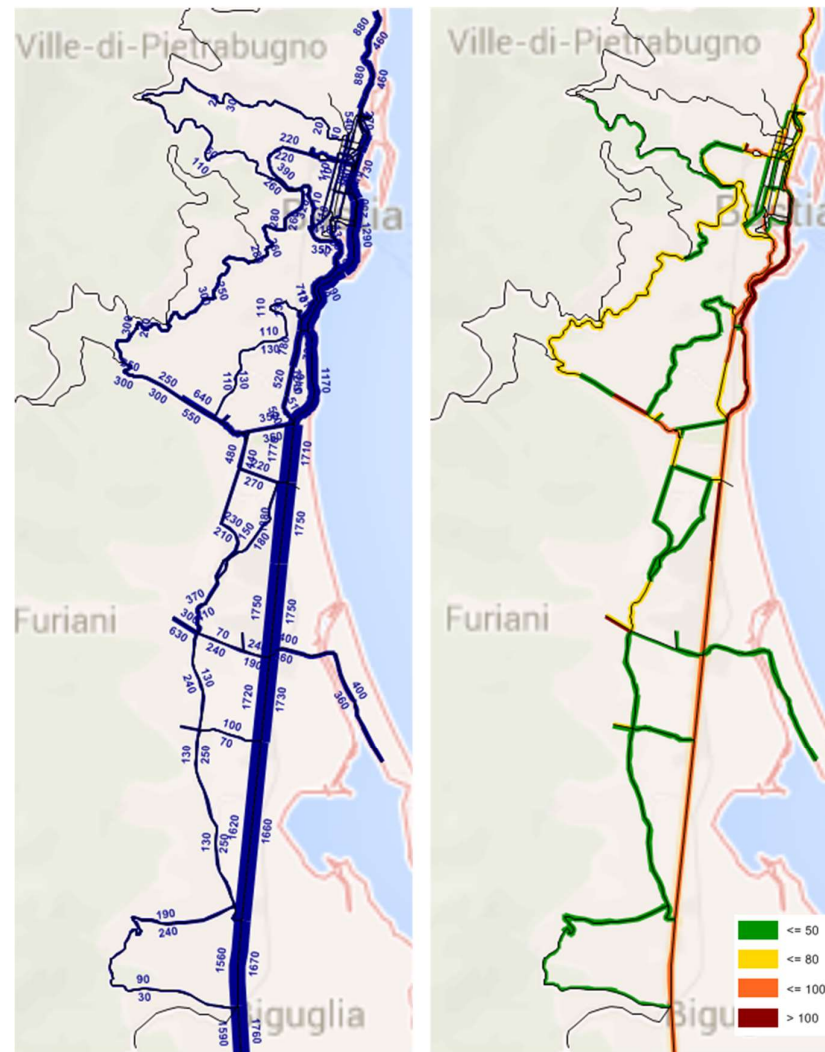
- Trafic affecté en heure de pointe du matin et du soir (en UVP),
- Taux d'occupation en heure de pointe du matin et du soir.

Il s'agit des résultats du calibrage sur des comptages de l'année 2015.

En HPM, le niveau de trafic sur la RN193 atteint près de 1800 UVP par sens de circulation. Le trafic est ainsi saturé ou en limite de saturation. Dans le tunnel sous le vieux Port, le trafic est également saturé. De fortes difficultés d'écoulement sont aussi présentes au niveau des carrefours du centre-ville.



Zoom - Trafic modélisé et Taux d'occupation HPM



Trafic modélisé et Taux d'occupation HPM

Rapport d'étude

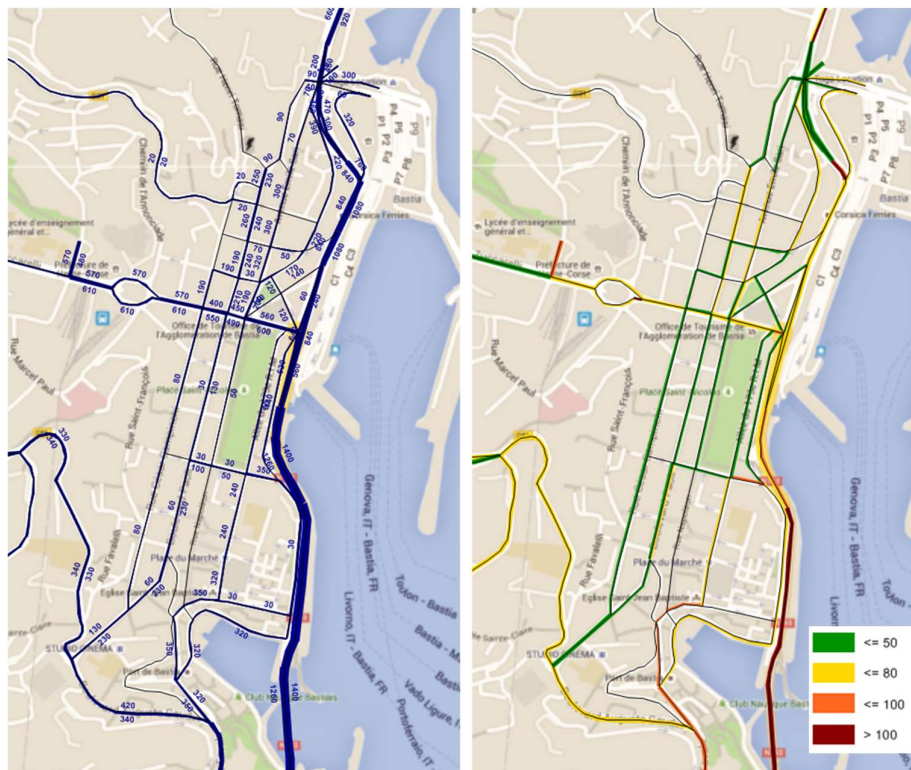
DESSERTE ROUTIERE DU PROJET DE NOUVEAU PORT DE BASTIA

ARTELIA / FEVRIER 2020 / REFERENCE ARTELIA

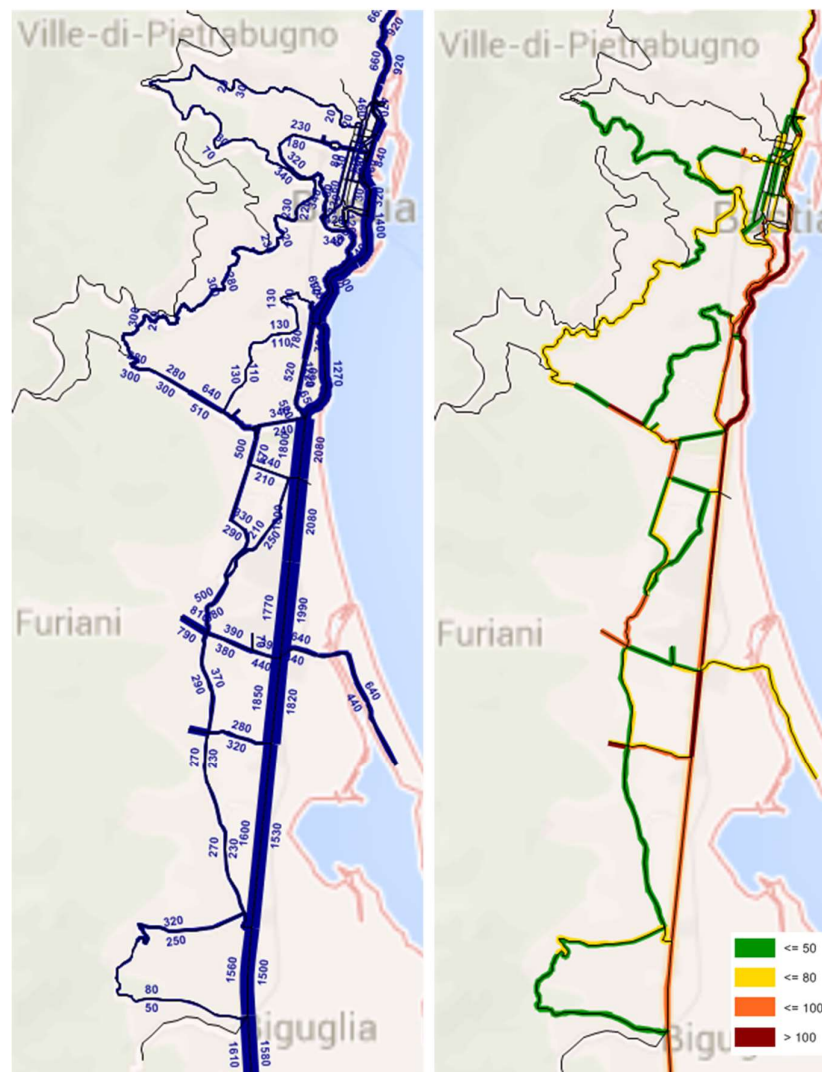
PAGE 5 / 29



En HPS, le trafic est également saturé ou en limite de saturation sur la RT11. On note un trafic plus élevé en sortie de Bastia qu'en entrée contrairement à l'HPM.



**Zoom - Trafic modélisé et Taux d'occupation HPS**



**Trafic modélisé et Taux d'occupation HPS**

## 2. HYPOTHESES AUX HORIZONS 2024, 2030 ET 2040

### 2.1. EVOLUTION DU RESEAU ROUTIER

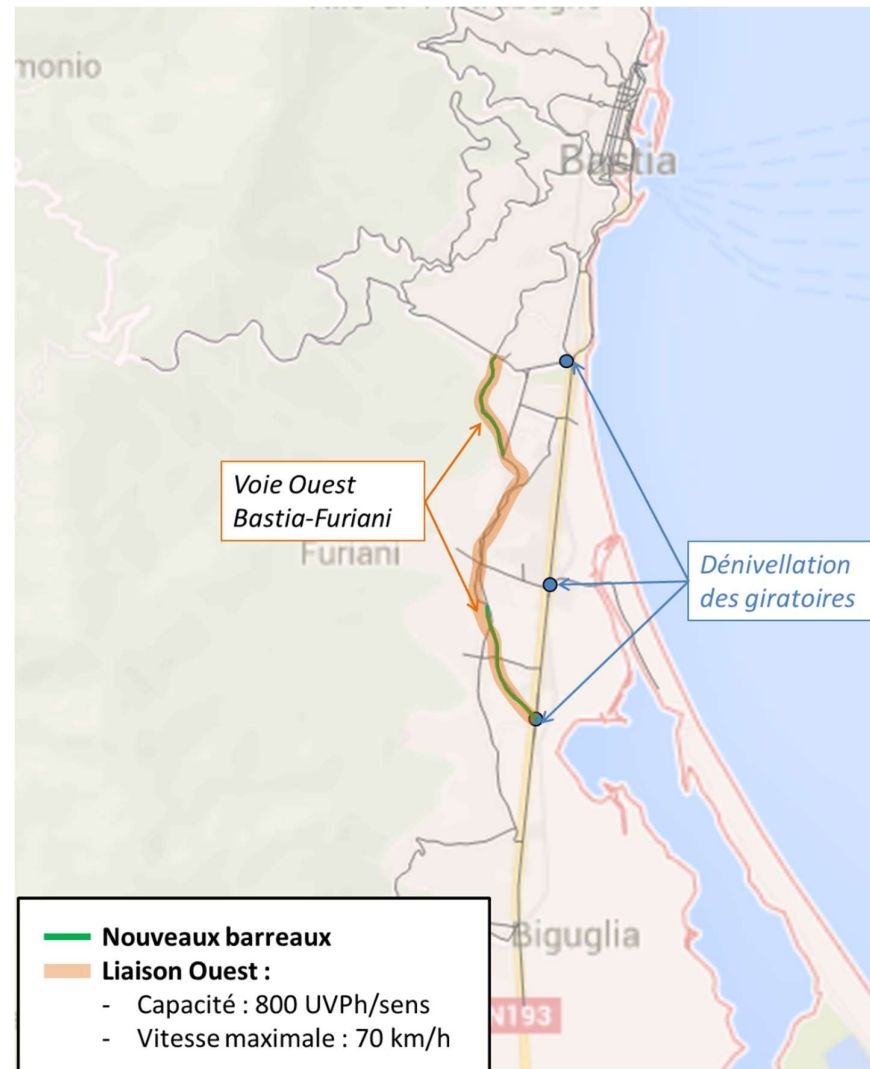
A partir de l'horizon 2024, nous tiendrons compte de la réalisation des aménagements routiers suivants :

- Création de la liaison Ouest Bastia Furiani.  
Les caractéristiques de la liaison Bastia-Furiani ont été modifiées par rapport de l'étude de 2016.

| Caractéristiques réseau  | Modèle étude 2016 | Modèle étude 2019/2020 |
|--------------------------|-------------------|------------------------|
| Capacité des voies       | 600 UVPh/sens     | 800 UVPh/sens          |
| Vitesse maximale simulée | 40 km/h           | 70 km/h                |

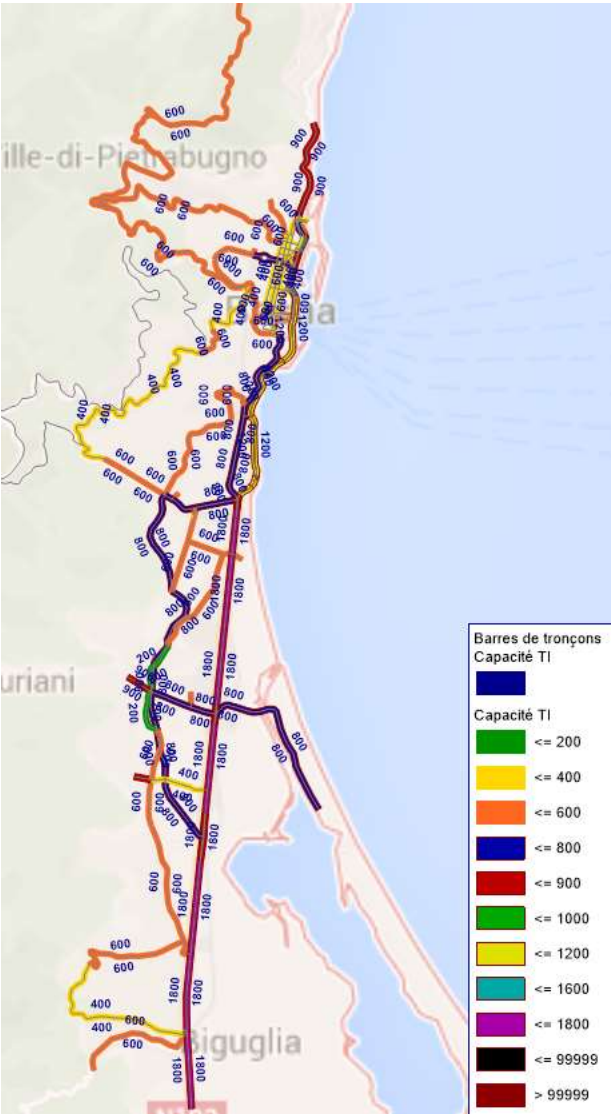
- Dénivellation de 3 giratoires sur RT11 entre l'horizon 2015 (présenté précédemment) et les horizons 2024, 2030 et 2040. Cette hypothèse est conservée par rapport à l'étude de 2016.

Nous précisons que depuis l'étude réalisée par ARTELIA en 2016, les travaux de dénivellation ont été réalisés pour les deux giratoires les plus au Sud (parmi les trois giratoires de la RT11 pour lesquels la dénivellation des mouvements Nord-Sud était en projet, présentés ci-contre).

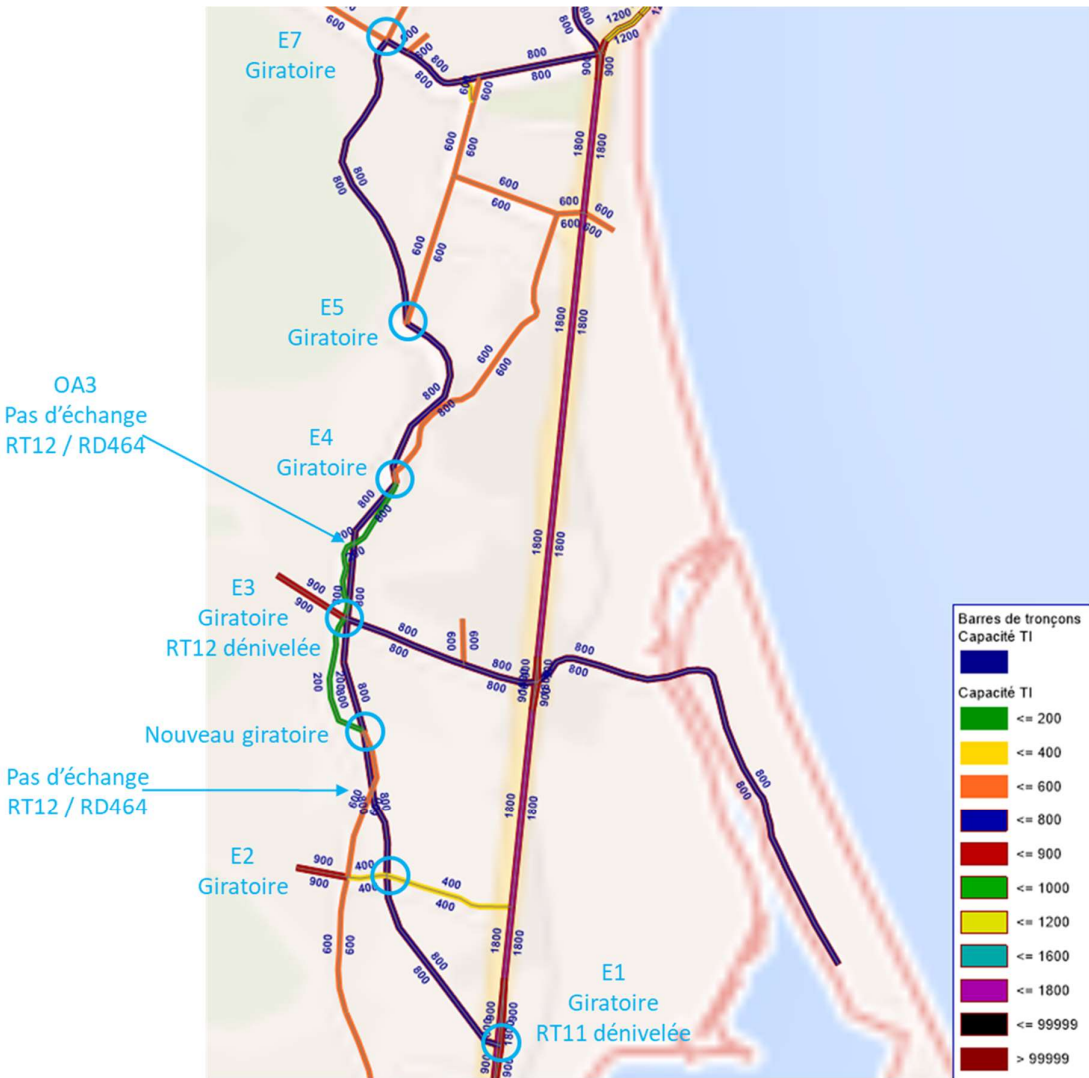


**Evolutions du réseau routier entre 2015 et 2024**

2.2. CAPACITE DES VOIES MODELISEES (EN UVPH)



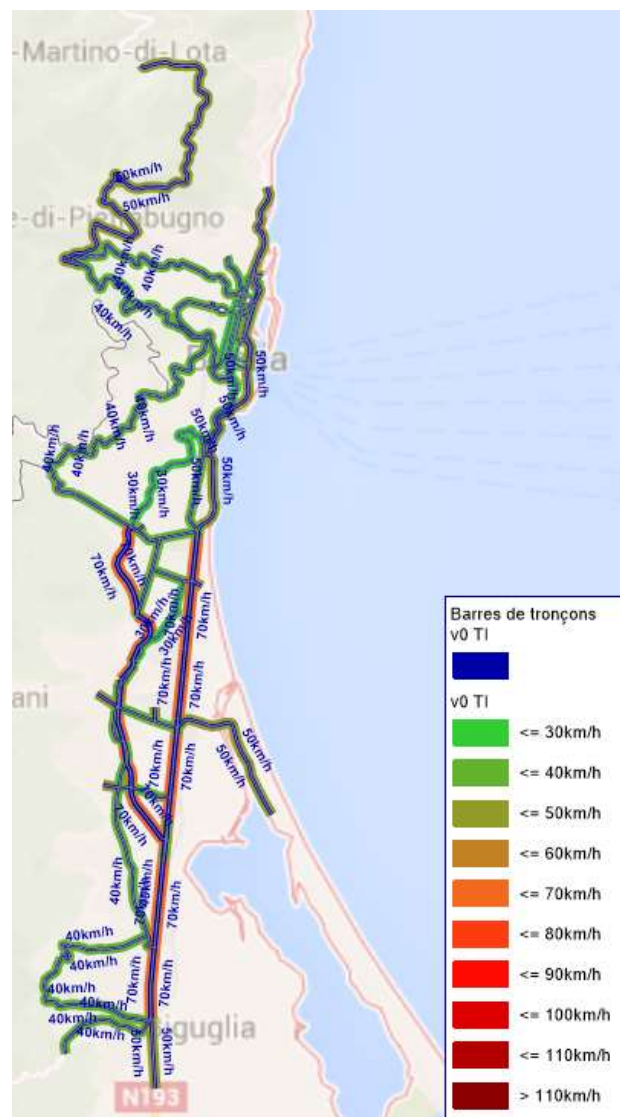
Zoom au niveau de la RT12 :





## 2.3. VITESSES MAXIMALES SUR LES VOIES MODELISEES

Zoom au niveau de la RT12 :



La majorité des itinéraires du modèle sont des voies à vitesse réduite, de l'ordre de 30 km/h ou 40 km/h, tandis que la RT11 et la RT12 sont limitées à 70km/h.

Rapport d'étude

DESSERTE ROUTIERE DU PROJET DE NOUVEAU PORT DE BASTIA

ARTELIA / FEVRIER 2020 / REFERENCE ARTELIA

PAGE 9 / 29

2.4. DEPLACEMENT DU PORT

Le déplacement du port (localisation ci-dessous) entraîne la création d'un nouveau point de génération de trafic dédié au nouveau port. L'ancien point de génération est conservé dans le cadre de la requalification du port actuel.



Le déplacement du Port s'accompagne de la création d'un pôle multimodal avec création d'un parc relais de 400 places.

Contrairement à l'étude réalisée en 2016, la « nouvelle voie Carbonite » de desserte du port n'est pas créée pour ce scénario. Ainsi, les flux accèdent au port depuis la RT11 au Nord du carrefour avec l'avenue de la Libération.

2.5. EVOLUTION DU RESEAU TC ET HYPOTHESES DE REPORT MODAL

Les hypothèses de report modal prises dans l'étude précédente sont conservées pour notre étude et décrites ci-après. Nous ajoutons seulement les hypothèses pour l'horizon 2024.

Dans tous les scénarios, l'amélioration de la desserte de la ligne de train Casamozza-Bastia est prise en compte :

- Arrivée en 2023 de nouveaux matériels roulants permettant de passer l'offre en heure de pointe au quart d'heure et donc d'augmenter de 20% l'offre de l'heure de pointe par rapport à la situation actuelle,
- Cette augmentation de l'offre entraine une augmentation de la fréquentation.

L'évolution entre 2015 et 2040 de la fréquentation de la ligne est présentée ci-après.

| Année | Taux d'augmentation annuel de la fréquentation (hyp : CT Corse) | Fréquentation annuelle | Fréquentation journalière (jours ouvrable de base) | Augmentation journalière de la fréquentation | Commentaires  |
|-------|---|------------------------|--|--|---|
| 2015  |   | 328328                 | 1182   |  | Données d'entrées   |
| 2016  | 3%  | 338178                 | 1217   | 35   |   |
| 2017  | 3%  | 348323                 | 1254   | 37   |   |
| 2018  | 3%  | 358773                 | 1292   | 38   |   |
| 2019  | 3%  | 369536                 | 1330   | 39   |   |
| 2020  | 3%  | 380622                 | 1370   | 40   |   |
| 2021  | 3%  | 392041                 | 1411   | 41   |   |
| 2022  | 3%  | 403802                 | 1454   | 42   |   |
| 2023  | 30%   | 524943                 | 1890   | 436  | Augmentation de la desserte au 1/4 d'heure en période de pointe |
| 2024  | 3%  | 540691                 | 1946   | 57   | Horizon supplémentaire d'étude                                  |
| 2025  | 3%  | 556912                 | 2005   | 58   |   |
| 2026  | 3%  | 573619                 | 2065   | 60   |   |
| 2027  | 3%  | 590827                 | 2127   | 62   |   |
| 2028  | 3%  | 608552                 | 2191   | 64   |   |
| 2029  | 3%  | 626809                 | 2257   | 66   |   |
| 2030  | 3%  | 645613                 | 2324   | 68   | Horizon d'étude   |
| 2031  | 3%  | 664982                 | 2394   | 70   |   |
| 2032  | 3%  | 684931                 | 2466   | 72   |   |
| 2033  | 3%  | 705479                 | 2540   | 74   |   |
| 2034  | 3%  | 726643                 | 2616   | 76   |   |
| 2035  | 3%  | 748443                 | 2694   | 78   |   |
| 2036  | 3%  | 770896                 | 2775   | 81   |   |
| 2037  | 3%  | 794023                 | 2858   | 83   |   |
| 2038  | 3%  | 817843                 | 2944   | 86   |   |
| 2039  | 3%  | 842379                 | 3033   | 88   |   |
| 2040  | 3%  | 867650                 | 3124   | 91   | Horizon d'étude   |

|  |      |
|--|------|
| Total augmentation journalière 2015-2030 | 1142 |
| Total augmentation journalière 2015-2040 | 1942 |

Evolution de la fréquentation de la ligne de train Bastia - Casamozza

Rapport d'étude

DESSERTE ROUTIERE DU PROJET DE NOUVEAU PORT DE BASTIA



La ligne de train connaît donc une augmentation de sa fréquentation de 1142 voyageurs entre 2015 et 2030 et de 1942 voyageurs entre 2015 et 2040. Cela représente (d'après les parts actuelles des heures de pointes et des sens de circulation) :

- Entre 2015 et 2024
  - en HPM, une hausse de 174 voyageurs dans le sens Cazamozza – Bastia,
  - en HPS, une hausse de 130 voyageurs dans le sens Bastia – Casamozza,
- Entre 2015 et 2030
  - en HPM, une hausse de 260 voyageurs dans le sens Cazamozza – Bastia,
  - en HPS, une hausse de 195 voyageurs dans le sens Bastia – Casamozza,
- Entre 2015 et 2040
  - en HPM, une hausse de 442 voyageurs dans le sens Cazamozza – Bastia,
  - en HPS, une hausse de 331 voyageurs dans le sens Bastia – Casamozza.

Ces voyageurs sont issus :

- de l'augmentation de la population,
- du trafic induit,
- des autres transports en commun et des modes doux,
- de la voiture particulière.

Cela permet alors, avec des hypothèses d'environ 40% de nouveaux voyageurs issus de la voiture particulière, un taux d'occupation de 1,1 et 72% de voyageurs concernés par notre zone d'étude, de calculer la baisse de trafic associée soit :

- Entre 2015 et 2024
  - en HPM, une baisse de 58 véhicules dans le sens Cazamozza – Bastia,
  - en HPS, une baisse de 43 véhicules dans le sens Bastia – Casamozza,

- Entre 2015 et 2030
  - en HPM, une baisse de 87 véhicules dans le sens Cazamozza – Bastia,
  - en HPS, une baisse de 65 véhicules dans le sens Bastia – Casamozza,
- Entre 2015 et 2040
  - en HPM, une baisse de 139 véhicules dans le sens Cazamozza – Bastia,
  - en HPS, une baisse de 104 véhicules dans le sens Bastia – Casamozza.

## 2.6. HYPOTHESES D'EVOLUTION DES FLUX

Les trafics pris en compte pour les horizons 2024, 2030 et 2040 ont été estimés à partir des hypothèses suivantes :

- Taux d'accroissement du trafic égal à 0,5% par an,
- Le taux de trafic PL est égal à 3,5% du trafic VP. Cette hypothèse est modifiée par rapport à l'étude de 2016 pour laquelle nous prenons 5% de taux de trafic PL.
- Hypothèses de trafic à prendre en compte pour le nouveau port :
  - **A l'horizon 2030, la capacité des navires est supérieure à celle prise dans l'étude antérieure.** Nous prenons l'hypothèse de 700 UVP/h par navire (contre 600 UVP/h dans l'étude antérieure).
    - HPM : le flux en sortie du Port fait coïncider le débarquement simultané de 2 navires soit 1 400 UVP/h et l'embarquement d'un navire dont le flux VP passager est estimé à 50% du trafic maximal à la sortie du port (soit 350 UVP/h).
    - HPS : on assiste en simultané au débarquement d'un navire soit 700 UVP/h et l'embarquement d'un navire dont le flux VP passager est estimé à 50% du trafic maximal à la sortie de Port (soit 350 UVP/h).
  - **A l'horizon 2040, le nouveau port accueillera de nouveaux standards de navires d'une capacité de chargement de 1 400 VL par navires.** Ainsi :
    - HPM : le flux en sortie du Port fait coïncider le débarquement simultané de 2 navires soit 2 800 UVP/h et l'embarquement d'un navire dont le flux VP passager est estimé à 50% du trafic maximal à la sortie du port (soit 700 UVP/h).

- HPS : on assiste en simultané au débarquement d'un navire soit 1 400 UVP/h et l'embarquement d'un navire dont le flux VP passager est estimé à 50% du trafic maximal à la sortie de Port (soit 700 UVP/h).

- Hypothèses de trafic à prendre en compte pour le port actuel requalifié :
  - A l'horizon 2030 : 300 VL/jour pour les deux sens confondus pour les activités commerciales et rotations de véhicules (propriétaires de bateaux, location de VL, etc....) et 10 PL/jour/2 sens confondus. Cela correspond à 5% du trafic actuel du port.
  - A l'horizon 2040, nous prenons 10% des flux actuels pour les flux du port requalifié.
- Le report modal est calculé à partir de la hausse de fréquentation de la ligne Casamozza-Bastia (présenté précédemment).

### 3. RESULTATS DE LA MODELISATION DE TRAFIC

Les cartes ci-après présentent les modélisations, 2024, 2030 et 2040 en terme de :

- Trafic affecté en heure de pointe du matin et du soir,
- Taux d'occupation en heure de pointe du matin et du soir.

comme indicateur le trafic entre les giratoires E4 et E5 (numérotatin des giratoires en page 9). Cette portion était circulée par des trafics de l'ordre de 200 UVPh pas sens en 2015 et les niveaux de trafic augmentent pour atteindre environ 650 UVPh par sens en 2024.

#### 3.1. SIMULATIONS A L'HORIZON 2024

##### Heure de pointe du matin (2024)

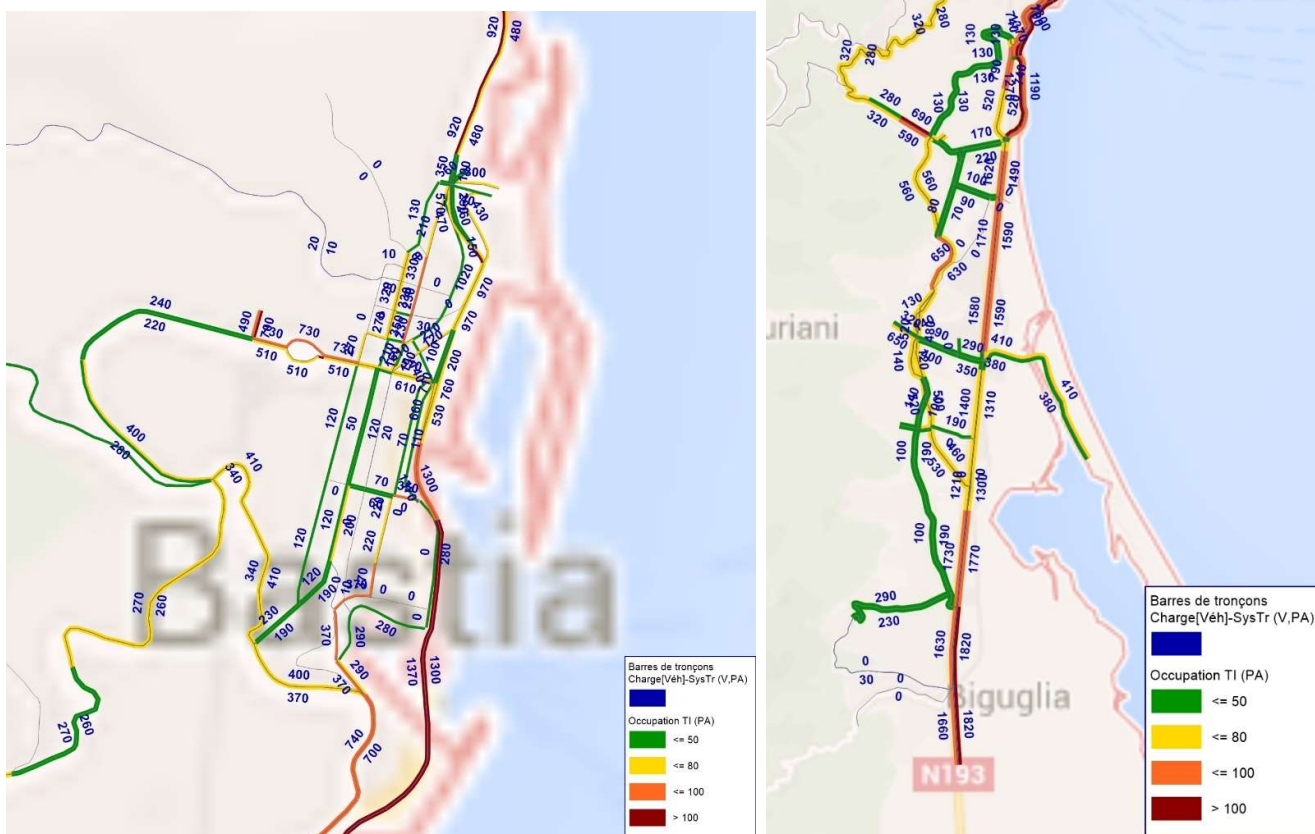
Les niveaux de trafic ont augmenté, et pourtant, avec la requalification de la liaison Bastia Furiani, les flux baissent sur la portion de RT11 (RN193) parallèle à cette dernière. En effet, la RT11 saturée en situation actuelle (2015) est délestée par la création d'un itinéraire parallèle plus plus capacitif que l'offre actuelle.

Cependant, au Nord et au Sud du secteur d'étude, la RT11 est saturée là où la circulation était déjà difficile en situation actuelle. Cela est observé sur les cartes ci-contre où certains tronçons (bordeaux) ont dépassé le seuil de saturation.

Sur la RT11, au-dessus de l'intersection avec la RD364, le trafic est de :

- Vers le Nord : 1590 UVPh (contre 1750 UPVh en 2015) ; soient -160 UVPh,
- Vers le Sud, 1710 UVPh (contre 1890 UVPh en 2015) ; soient -180 UVPh.

La liaison Bastia-Furiani a été doublée sur la majorité de sa partie existante. Afin d'établir un point de comparaison entre le différents horizons d'étude, nous prendrons



Rapport d'étude

DESSERTE ROUTIERE DU PROJET DE NOUVEAU PORT DE BASTIA

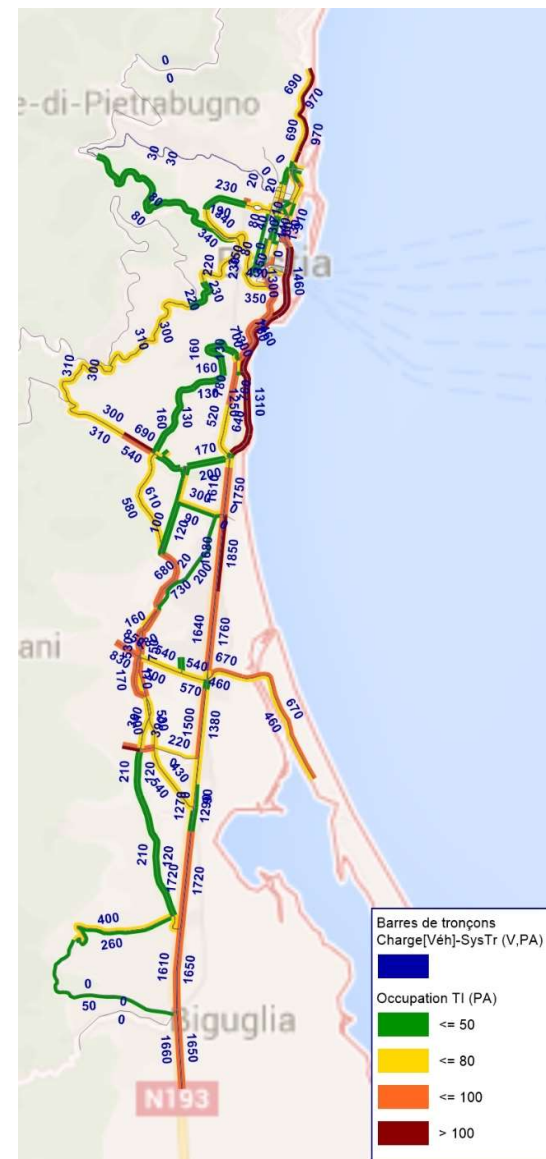
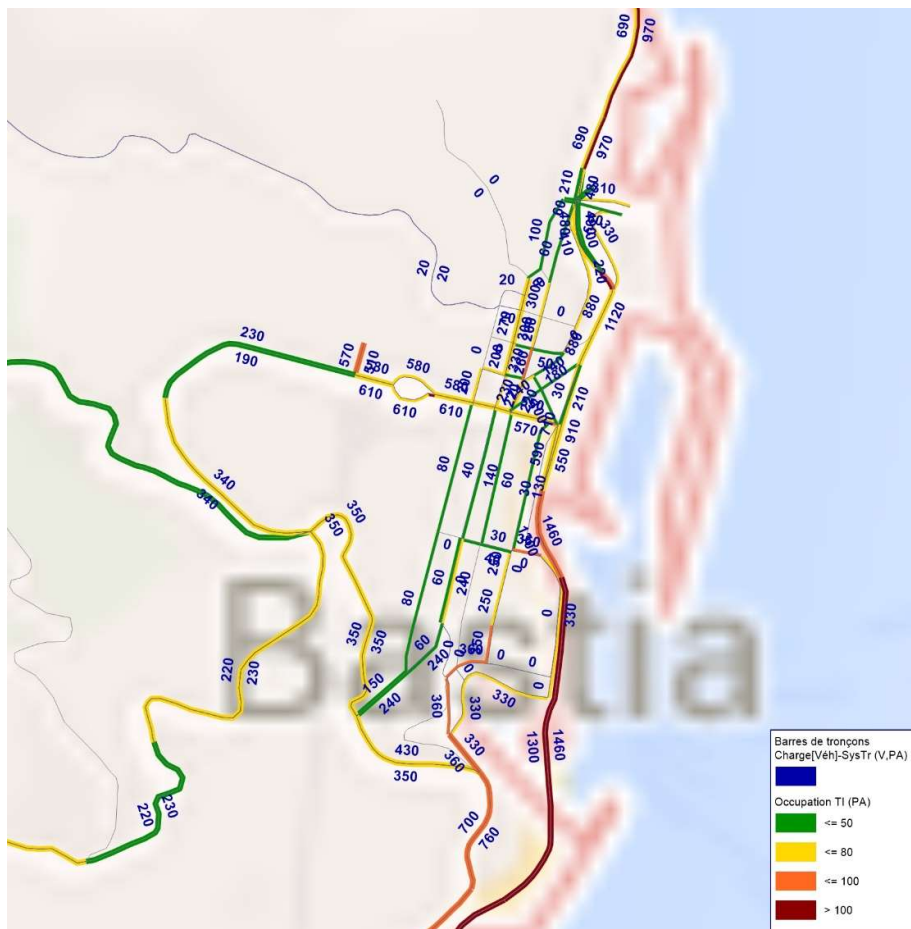
### Heure de pointe du soir (2024)

Le soir, de la même manière, la liaison Bastia-Furiani absorbe une partie du flux de la RT11. Ainsi, nous pouvons observer une baisse du trafic sur RT11 malgré une augmentation générale de la demande.

Sur la RT11, au-dessus de l'intersection avec la RD364, le trafic est de :

- Vers le Nord : 1850 UVPh (contre 2070 UPVh en 2015) ; soient -220 UVPh,
- Vers le Sud, 1680 UVPh (contre 1810 UVPh en 2015) ; soient -130 UVPh.

Le soir, les flux horaires sur la liaison Bastia-Furiani sont de 730 et 680 UVPh (par sens) entre les giratoires E4 et E5. Ainsi, nous estimons un trafic moyen journalier (TMJ) de l'ordre de 13 500 véhicules/jour. Ceci est cohérent avec les résultats du modèle de TRAFALGAR.

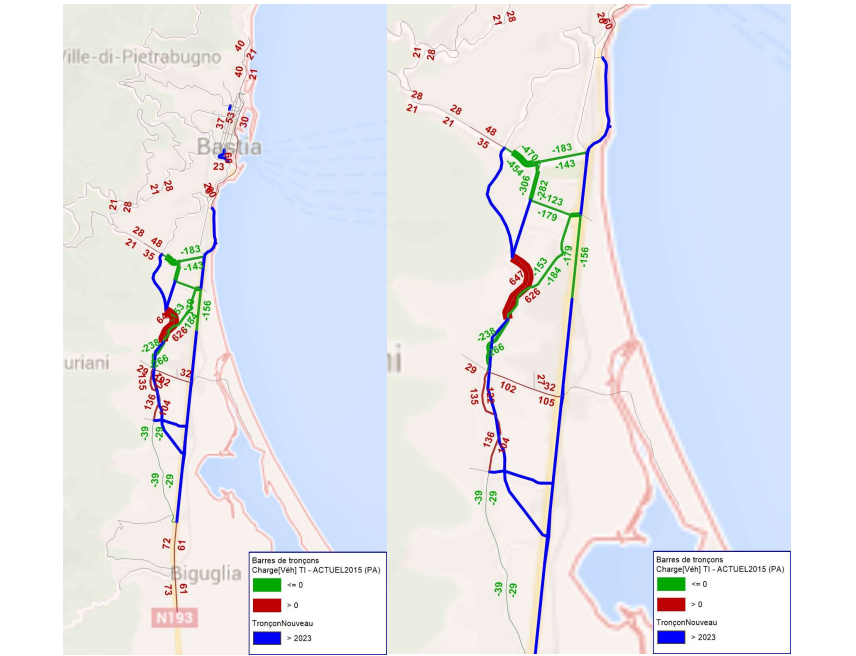


Rapport d'étude

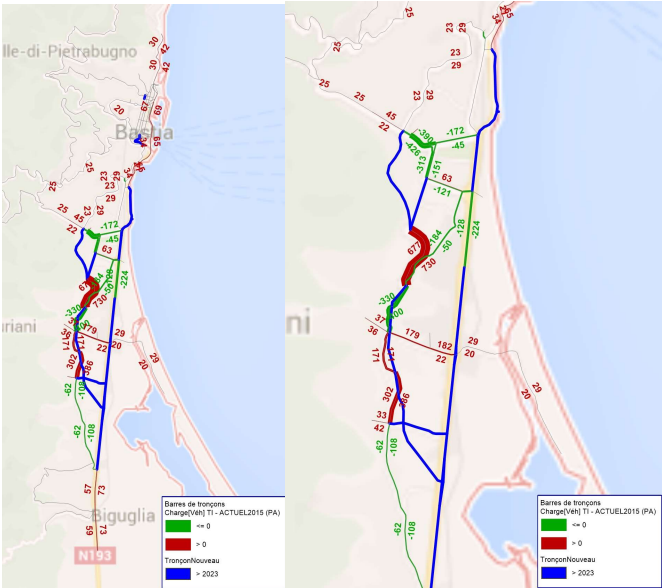
DESSERTE ROUTIERE DU PROJET DE NOUVEAU PORT DE BASTIA

Comparaison trafic 2024-2015

Nous présentons ci-dessous les comparaisons de trafic à l'heure de pointe du matin (en bleu les tronçons ayant été modifiés entre 2015 et 2024). Comme évoqué précédemment, malgré l'augmentation générale du secteur que l'on peut observer au niveau des entrées du modèle, la requalification de la voie Bastia-Furiani (plus capacitaire) déleste l'itinéraire principal via la RT11. De plus, la RD464 est déchargée sur sa partie Nord. Un appel de trafic est observé sur le giratoire avec la RD364 qui est délesté de son transit Nord-Sud (RT12 dénivelée en ce point).



Comparaison de trafic « Scénario 2024 – Actuel 2015 » à l'heure de pointe du matin



Comparaison de trafic « Scénario 2024 – Actuel 2015 » à l'heure de pointe du soir

Ci-dessous, une comparaison de l'évolution des flux sur RT11 et sur la liaison Bastia-Furiani (RT12). Nous présentons les débits horaires par sens en deux points du modèle de manière à estimer le trafic moyen journalier en ces points.

|                           | 2015  |      | 2024   |      |
|---------------------------|-------|------|--------|------|
|                           | HPM   | HPS  | HPM    | HPS  |
| RT11                      |       |      |        |      |
| Débit en UVPh "vers Nord" | 1750  | 2070 | 1590   | 1850 |
| Débit en UVPh "vers Sud"  | 1890  | 1810 | 1710   | 1680 |
| TMJ RT11                  | 37600 |      | 34150  |      |
| Liaison Bastia-Furiani    |       |      |        |      |
| Débit en UVPh "vers Nord" | 230   | 230  | 630    | 730  |
| Débit en UVPh "vers Sud"  | 210   | 290  | 650    | 680  |
| TMJ Bastia-Furiani        | 4 800 |      | 13 450 |      |



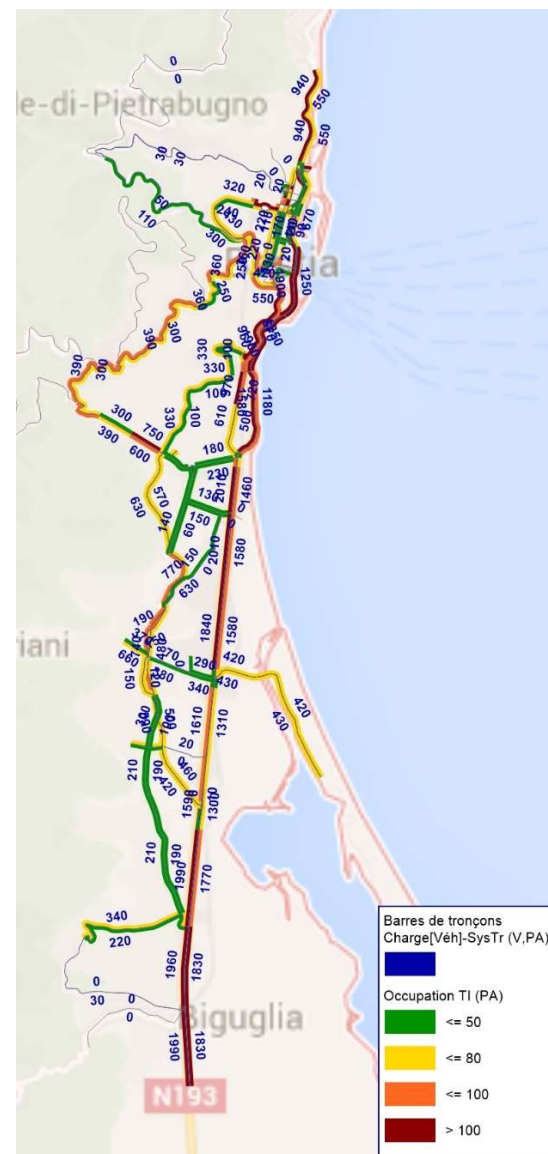
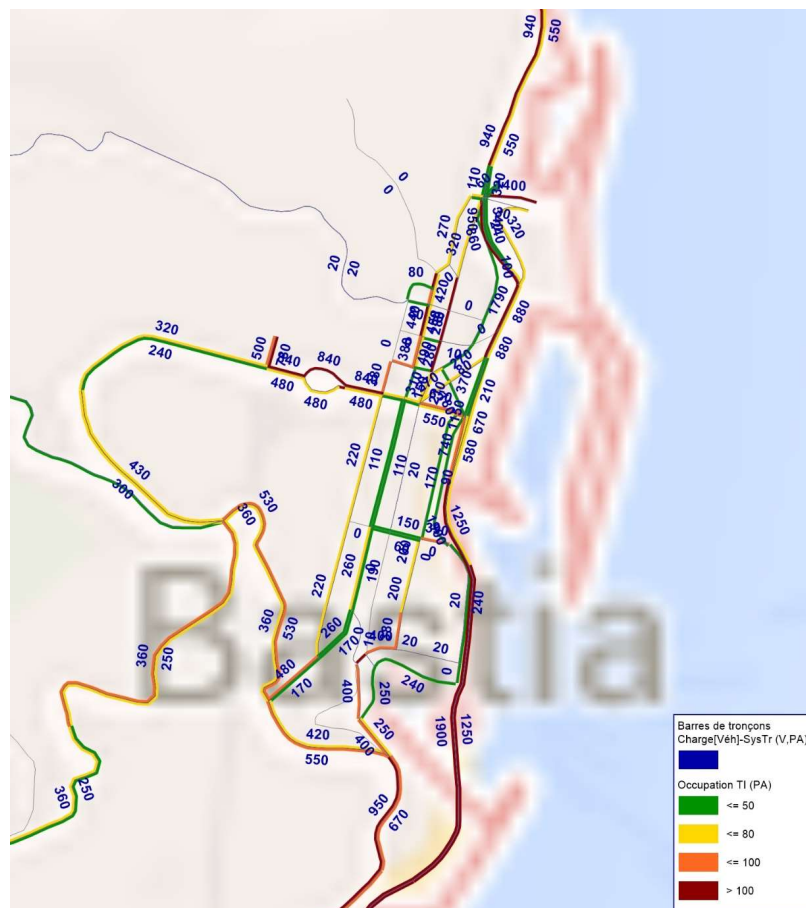


## 3.2. SIMULATIONS A L'HORIZON 2030

### 3.2.1. Scénario 1 : extension du port de commerce actuel

Heure de pointe du matin (2030 – sc1)

Le matin, avec le débarquement des navires, les flux augmentent fortement depuis le port, donc principalement en direction du Sud sur RT11 et sur la liaison Bastia-Furiani. Ainsi, on observe l'apparition de saturations sur RT11 en direction du Sud. La liaison Bastia-Furiani devient chargée sur sa partie centrale.



Rapport d'étude

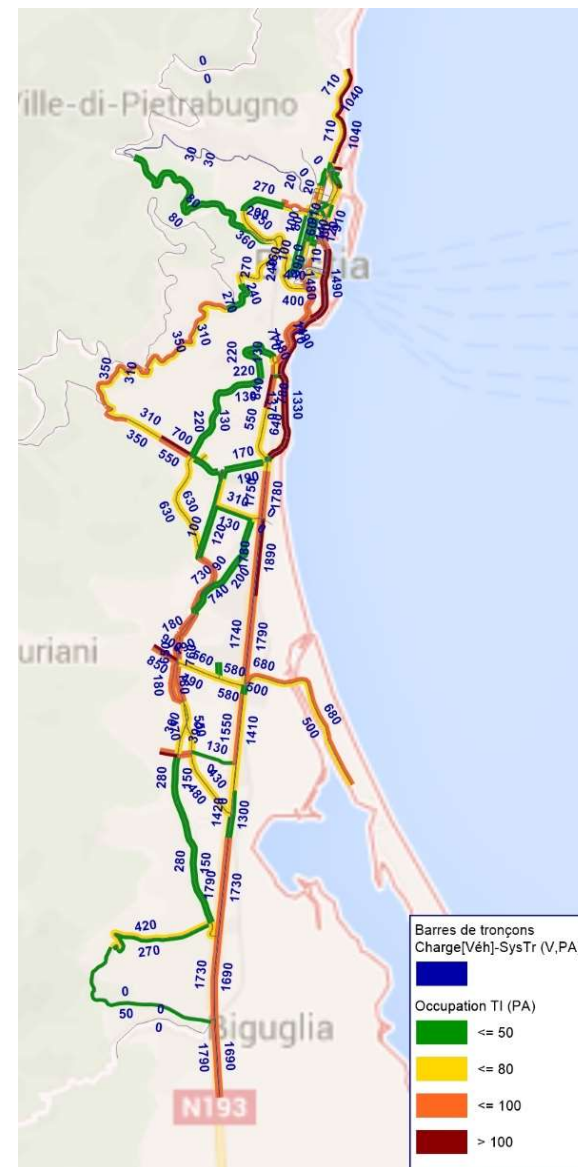
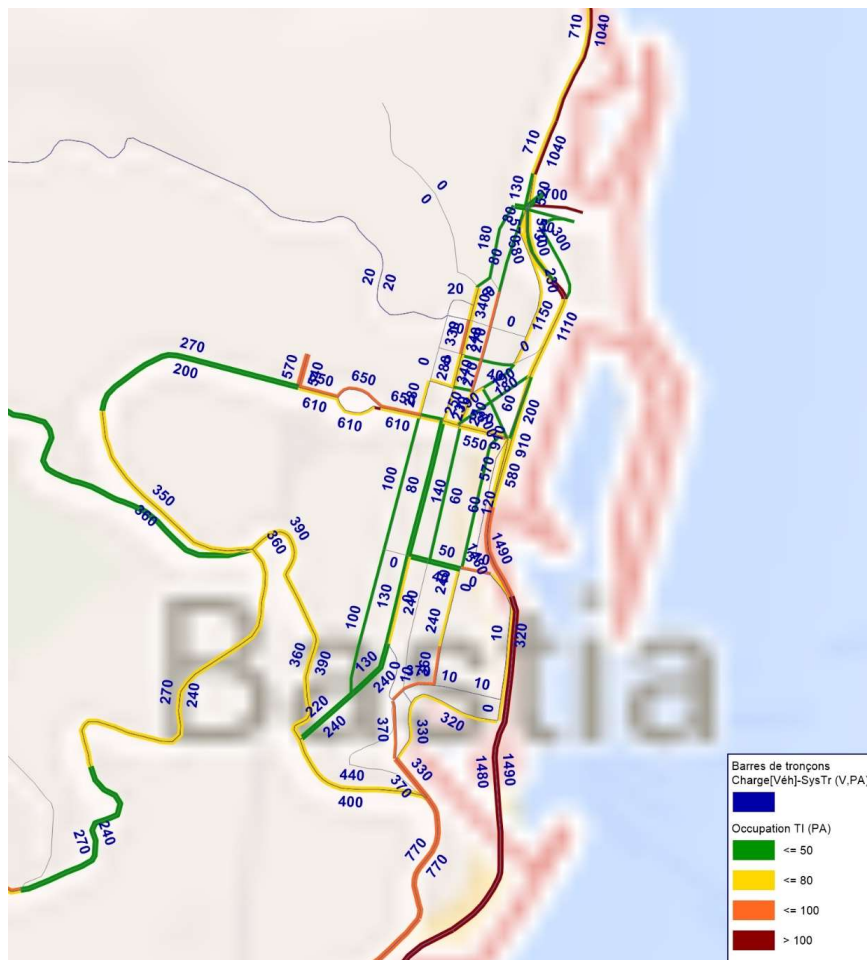
DESSERTE ROUTIERE DU PROJET DE NOUVEAU PORT DE BASTIA

ARTELIA / FEVRIER 2020 / REFERENCE ARTELIA

PAGE 16 / 29

### Heure de pointe du soir (2030 – sc1)

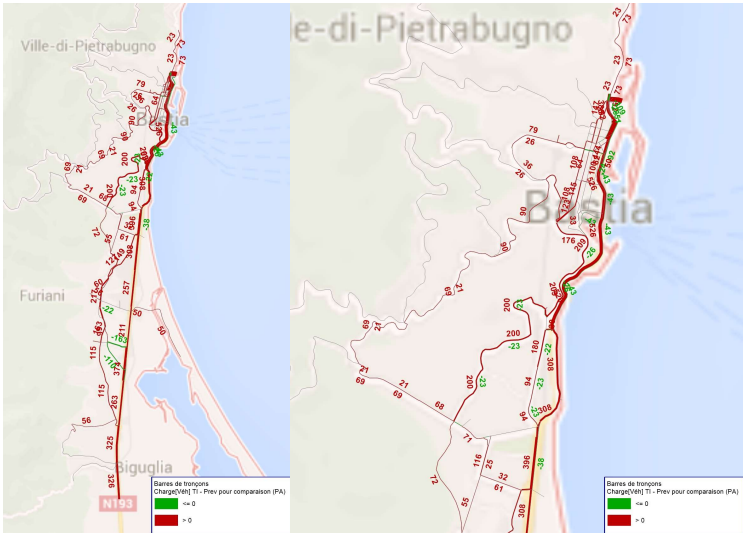
Le soir, la RT11 devient très saturée sur sa partie Nord avec les nouveaux flux du port. En son point le plus circulé, la liaison Bastia-Furiani est elle aussi chargée, voire très chargée au niveau de l'échange avec la RDRD364.



Rapport d'étude  
DESSERTE ROUTIERE DU PROJET DE NOUVEAU PORT DE BASTIA

Comparaison des trafics 2030 Sc1-2024

Ci-dessous les comparaisons de trafic entre le scénario 2030 (sans déplacement du port) et le scénario 2024.

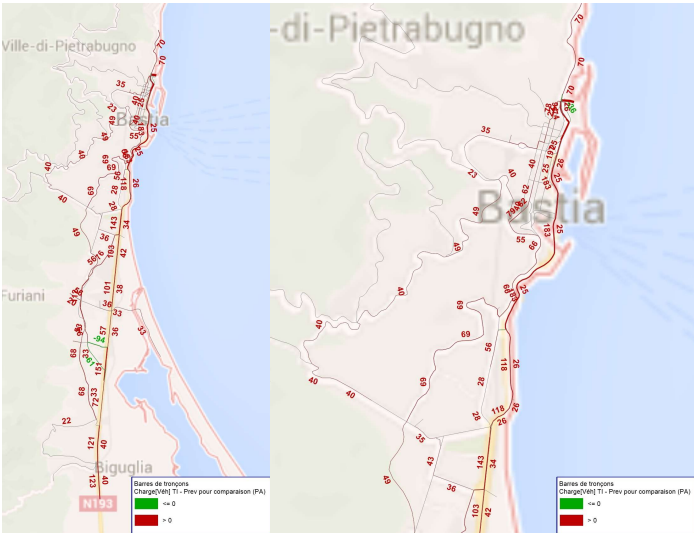


Comparaison de trafic « Scénario 1 2030 – Scénario 2024 » à l’heure de pointe du matin

Nous pouvons observer une augmentation notable en direction du Sud, qui sont les flux correspondant au débarquement de des navires à l’heure de pointe du matin. Un équilibre se crée entre la RT11 et la liaison Bastia Furiani. Cette dernière absorbe une partie de l’augmentation des flux.

Le fait que les flux générés par le port se répartissent sur ces deux itinéraires implique une augmentation sur les voies prolongeant la liaison Bastia-Furiani : l’avenue du Macchione et la RD81.

|                           | 2015  |      | 2024   |      | 2030 SC1 |      |
|---------------------------|-------|------|--------|------|----------|------|
|                           | HPM   | HPS  | HPM    | HPS  | HPM      | HPS  |
| RT11                      |       |      |        |      |          |      |
| Débit en UVPh "vers Nord" | 1750  | 2070 | 1590   | 1850 | 1580     | 1780 |
| Débit en UVPh "vers Sud"  | 1890  | 1810 | 1710   | 1680 | 2010     | 1890 |
| TMJ RT11                  | 37600 |      | 34150  |      | 36300    |      |
| Liaison Bastia-Furiani    |       |      |        |      |          |      |
| Débit en UVPh "vers Nord" | 230   | 230  | 630    | 730  | 630      | 740  |
| Débit en UVPh "vers Sud"  | 210   | 290  | 650    | 680  | 770      | 730  |
| TMJ Bastia-Furiani        | 4 800 |      | 13 450 |      | 14 350   |      |



Comparaison de trafic « Scénario 1 2030 – Scénario 2024 » à l’heure de pointe du soir

Ci-dessous, pour comparaison, les évolutions des débits horaires et en TMJ en deux points du modèle.

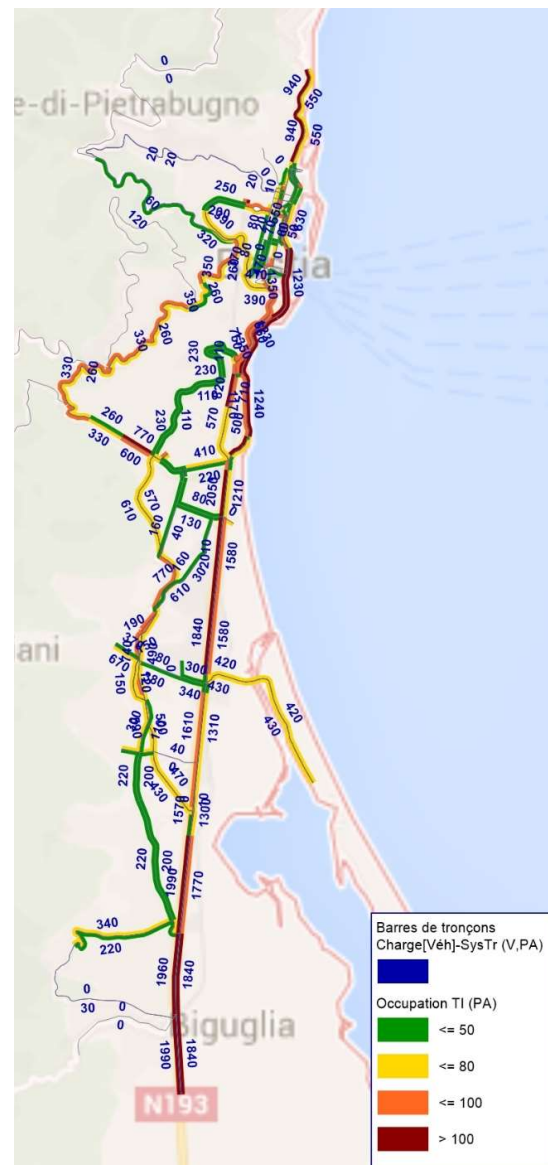
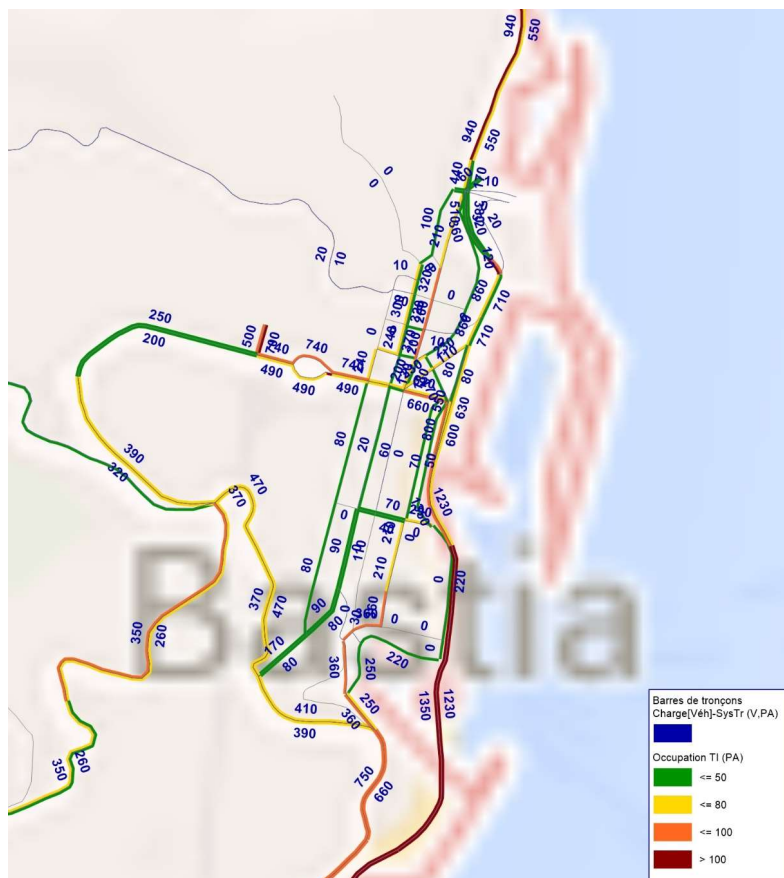


### 3.2.2. Scénario 2 : création d'un nouveau port de commerce (et requalification du port actuel)

#### Heure de pointe du matin (2030 – sc2)

Lorsque le port est déplacé, l'évolution générale du trafic est sensiblement la même avec l'apparition de saturation en direction du Sud en raison des nouveaux trafic générés par le port.

Lorsque l'on zoome sur le centre-ville, nous observons des baisses de trafic notables sur les voies locales : entre 50 et 150 UVPh par sens, du fait du déplacement du port. Ces reports seront visibles dans les planches de comparaison présentées ci-après.



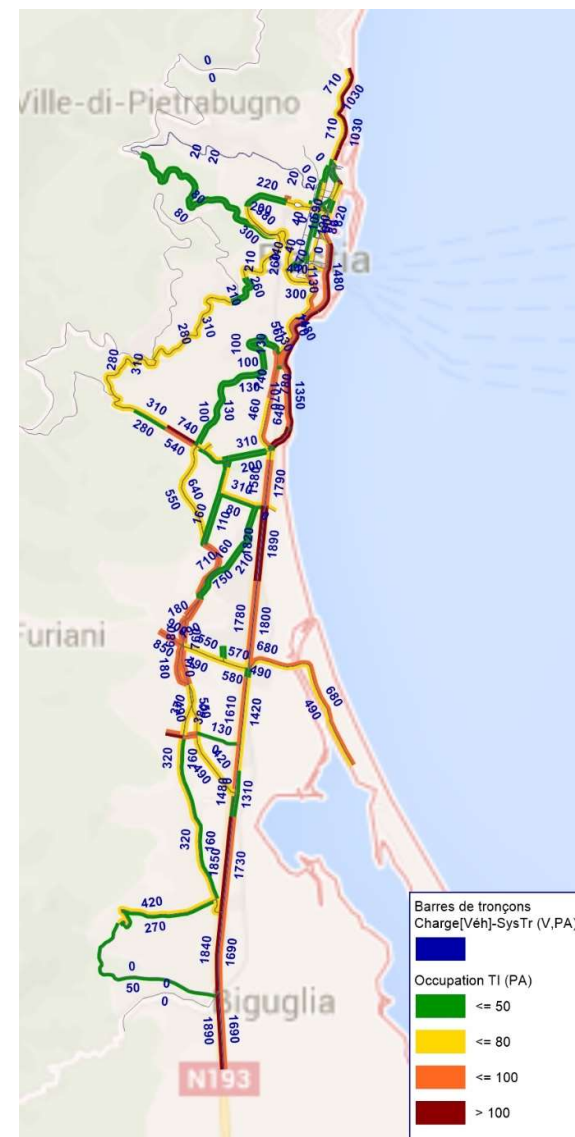
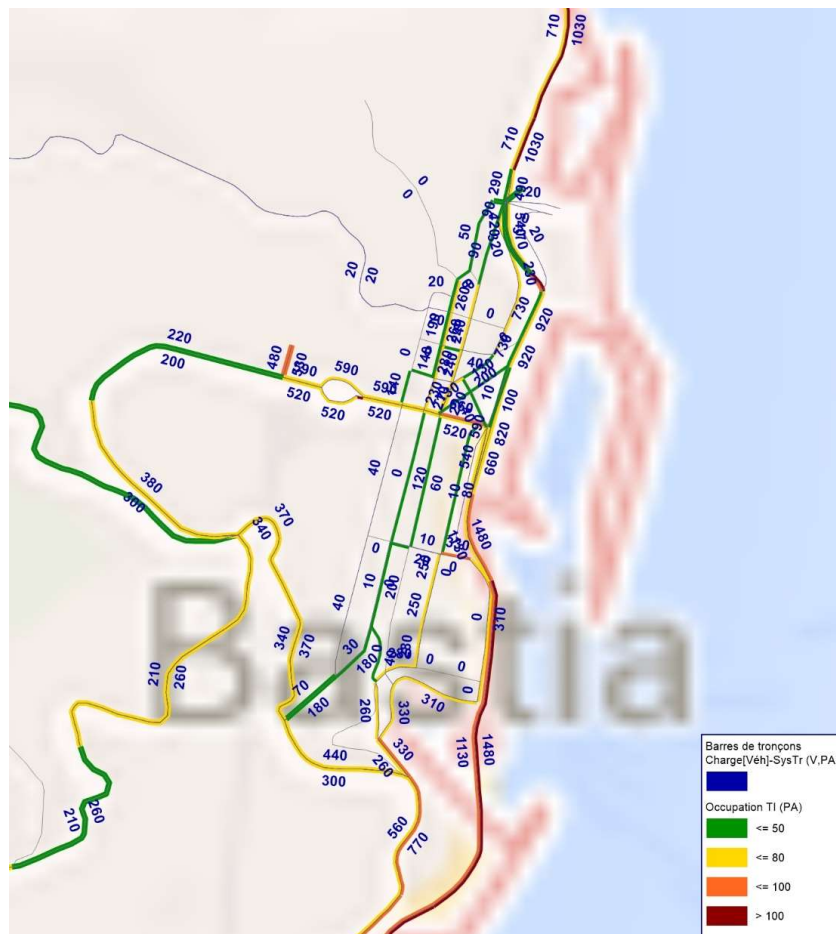
Rapport d'étude

DESSERTE ROUTIERE DU PROJET DE NOUVEAU PORT DE BASTIA



### Heure de pointe du soir (2030 – sc2)

Le soir, comme pour le scénario précédent, la RT11 est très saturée dans les deux sens.



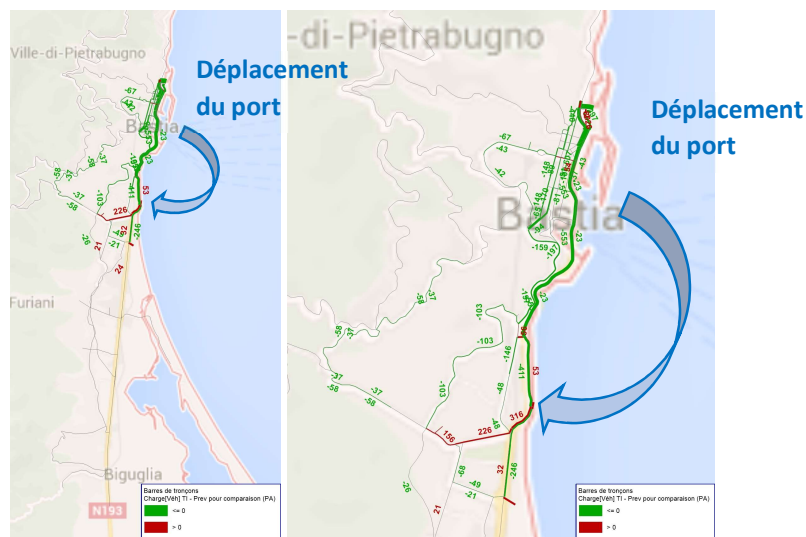
Rapport d'étude

DESSERTE ROUTIERE DU PROJET DE NOUVEAU PORT DE BASTIA



## Impact de déplacement du port

Nous présentons ci-après les planches de comparaison entre le scénario « 2030 sans déplacement du port » et le scénario « 2030 avec création d'un nouveau port ».



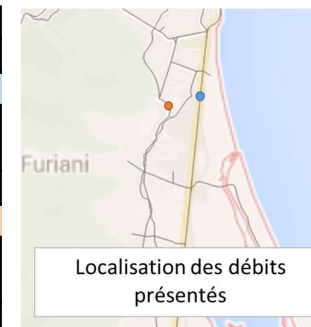
Comparaison de trafic « Scénario 2 2030 – Scénario 1 2030 » à l'heure de pointe du soir

Aux deux heures de pointe, le barreau de la RD264 est plus emprunté en raison de la nouvelle implantation du port. De plus, dans ce secteur, ce scénario s'accompagne d'une augmentation du flux en direction du nouveau parking relais du port.

Le déplacement du port n'influe pas sur l'équilibre des flux entre la RT11 et la liaison Bastia-Furiani.

Comme évoqué précédemment, le déplacement du port déleste le centre-ville. Les baisses observées sont de l'ordre de 50 à 150 UVPh par sens, ce qui est notable pour une voie de desserte locale. La baisse est surtout observée dans le sens Nord-Sud. En effet, ce sont surtout les flux en « débarquement » du port qui sont très concentrés et qui génèrent beaucoup de flux aux heures de pointe.

|                           | 2015  |      | 2024   |      | 2030 SC1 |      | 2030 SC2 |      |
|---------------------------|-------|------|--------|------|----------|------|----------|------|
|                           | HPM   | HPS  | HPM    | HPS  | HPM      | HPS  | HPM      | HPS  |
| RT11                      |       |      |        |      |          |      |          |      |
| Débit en UVPh "vers Nord" | 1750  | 2070 | 1590   | 1850 | 1580     | 1780 | 1580     | 1890 |
| Débit en UVPh "vers Sud"  | 1890  | 1810 | 1710   | 1680 | 2010     | 1890 | 2010     | 1820 |
| TMJ RT11                  | 37600 |      | 34150  |      | 36300    |      | 36500    |      |
| Liaison Bastia-Furiani    |       |      |        |      |          |      |          |      |
| Débit en UVPh "vers Nord" | 230   | 230  | 630    | 730  | 630      | 740  | 610      | 750  |
| Débit en UVPh "vers Sud"  | 210   | 290  | 650    | 680  | 770      | 730  | 770      | 710  |
| TMJ Bastia-Furiani        | 4 800 |      | 13 450 |      | 14 350   |      | 14 200   |      |



Rapport d'étude

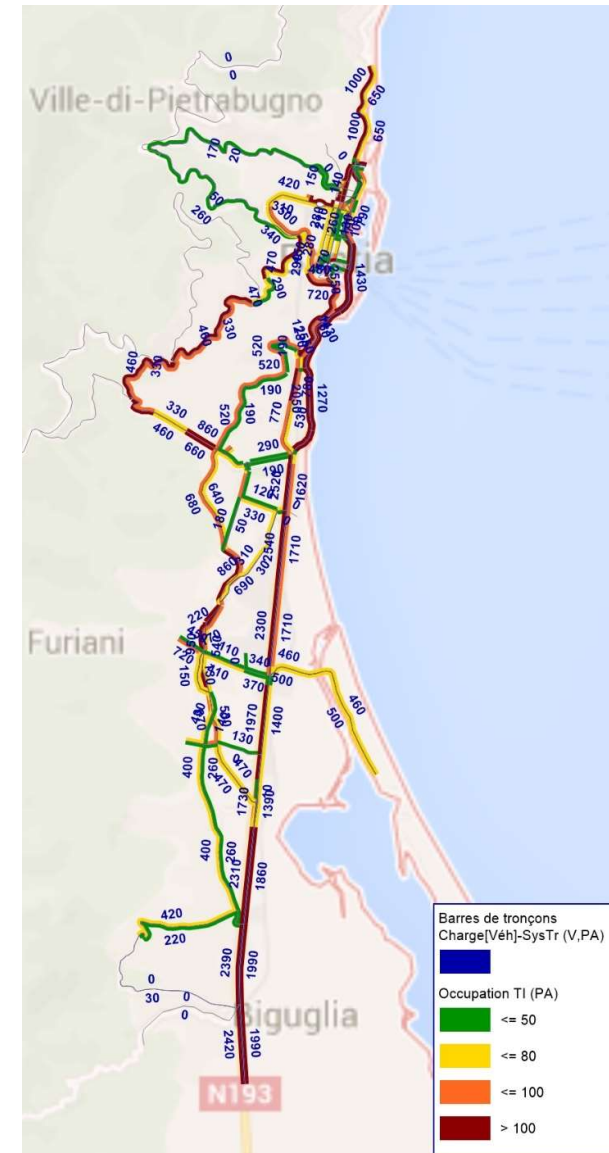
DESSERTE ROUTIERE DU PROJET DE NOUVEAU PORT DE BASTIA

### 3.3. SIMULATIONS A L'HORIZON 2040

#### 3.3.1. Scénario 1 : extension du port de commerce actuel

Heure de pointe du matin (2040 – sc1)

Les hypothèses de génération de trafic au niveau du port à l'horizon 2040 sont doublées par rapport à la situation 2030. Ainsi, la RT11 qui était déjà saturée, l'est toujours avec une augmentation des trafics de l'ordre de 500 UVPh en direction du Sud et 100 UVPh en direction du Nord. La voie Bastia-Furiani était déjà très chargée présente des trafics de l'ordre de 800 UVPh/par sens au Nord du carrefour avec la RD364.



Rapport d'étude

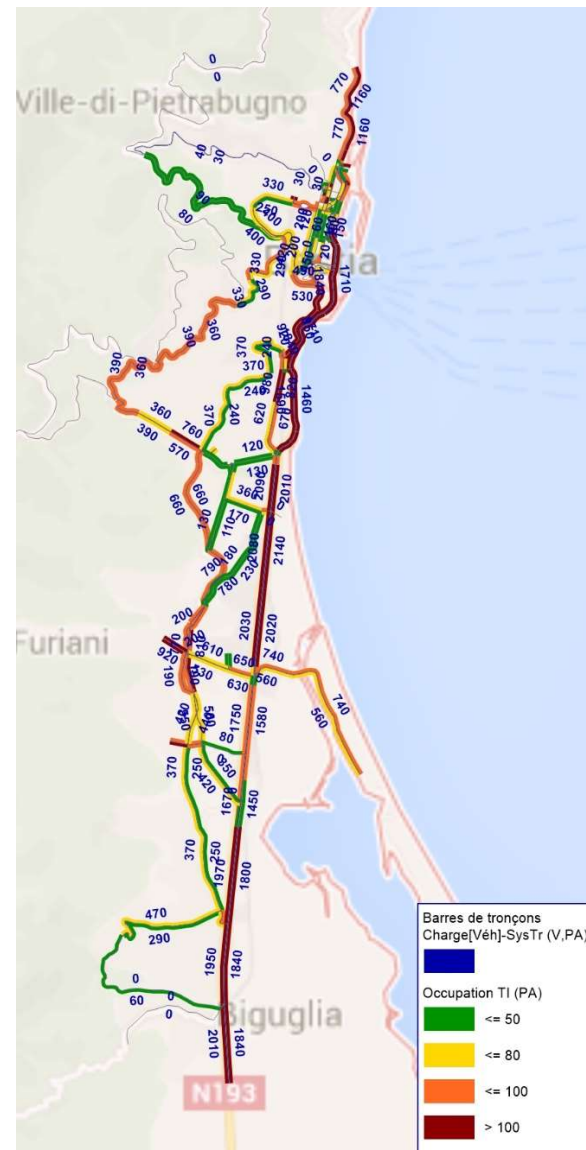
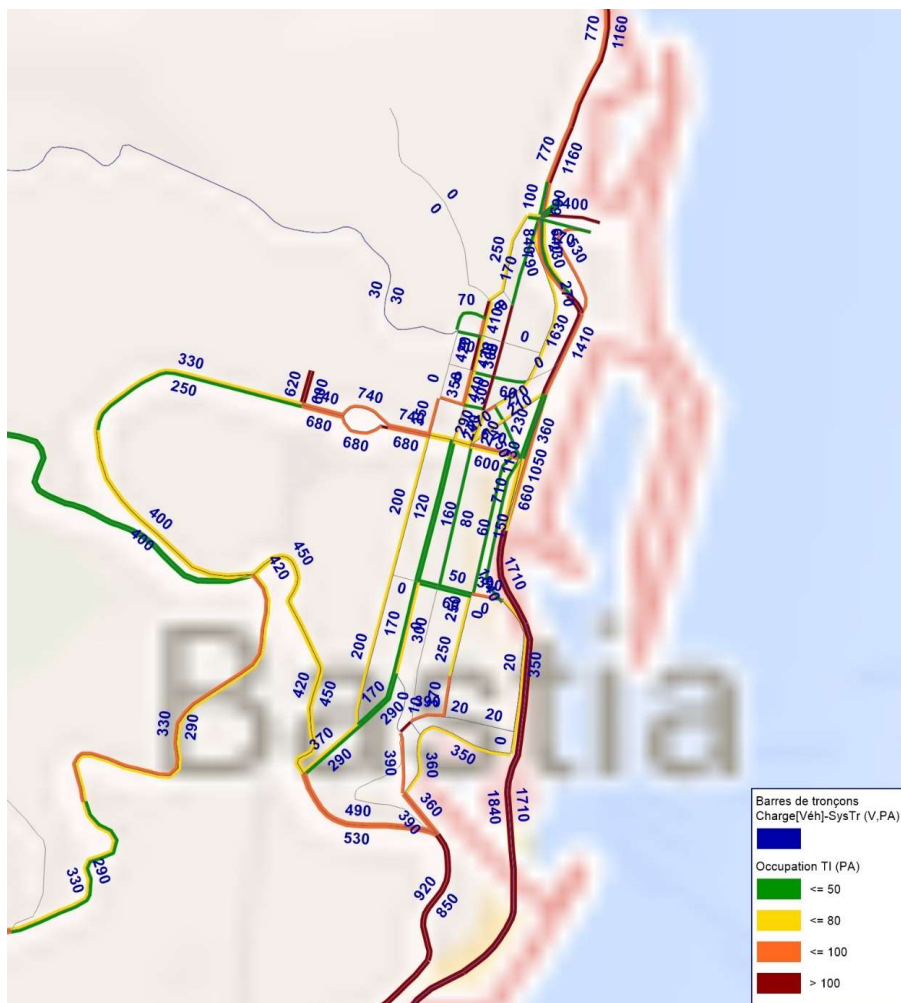
DESSERTE ROUTIERE DU PROJET DE NOUVEAU PORT DE BASTIA

ARTELIA / FEVRIER 2020 / REFERENCE ARTELIA

PAGE 22 / 29

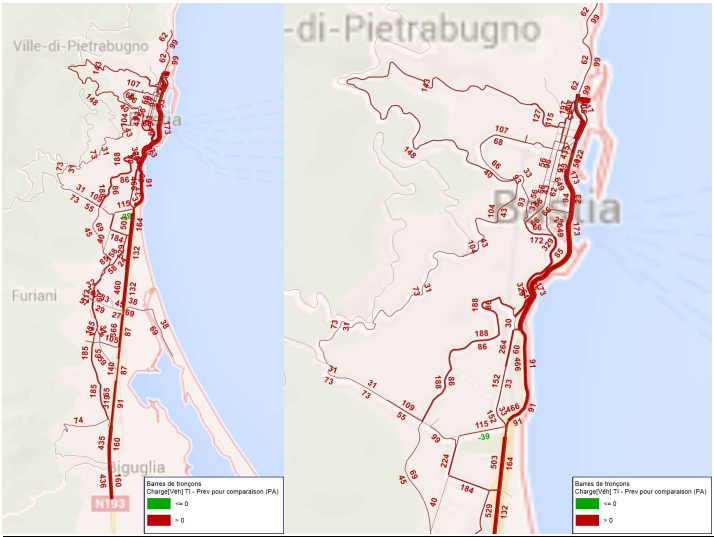
### Heure de pointe du soir (2040 – sc1)

Le soir, la RT11 présente une charge très importante en tous points modélisés mais principalement au niveau du centre-ville et au Sud du secteur modélisé.



Evolutions 2030-2040 (scénario 1)

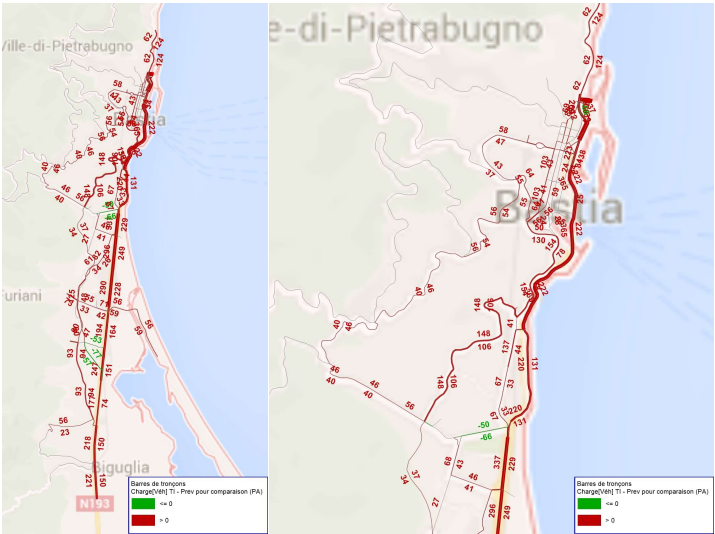
Nous comparons les scénarios 2030 et 2040, sans le déplacement du port.



Comparaison de trafic « Scénario 1 2040 – Scénario 1 2030 » à l’heure de pointe du matin

Les cartes de comparaison des flux montrent l’augmentation générale des flux sur le secteur due à l’évolution annuelle et à l’augmentation du standard des navires.

|                           | 2015  |      | 2024   |      | 2030 SC1 |      | 2030 SC2 |      | 2040 SC1 |      |
|---------------------------|-------|------|--------|------|----------|------|----------|------|----------|------|
|                           | HPM   | HPS  | HPM    | HPS  | HPM      | HPS  | HPM      | HPS  | HPM      | HPS  |
| RT11                      |       |      |        |      |          |      |          |      |          |      |
| Débit en UVPh "vers Nord" | 1750  | 2070 | 1590   | 1850 | 1580     | 1780 | 1580     | 1890 | 1710     | 2140 |
| Débit en UVPh "vers Sud"  | 1890  | 1810 | 1710   | 1680 | 2010     | 1890 | 2010     | 1820 | 2540     | 2080 |
| TMJ RT11                  | 37600 |      | 34150  |      | 36300    |      | 36500    |      | 42350    |      |
| Liaison Bastia-Furiani    |       |      |        |      |          |      |          |      |          |      |
| Débit en UVPh "vers Nord" | 230   | 230  | 630    | 730  | 630      | 740  | 610      | 750  | 690      | 780  |
| Débit en UVPh "vers Sud"  | 210   | 290  | 650    | 680  | 770      | 730  | 770      | 710  | 860      | 790  |
| TMJ Bastia-Furiani        | 4 800 |      | 13 450 |      | 14 350   |      | 14 200   |      | 15 600   |      |



Comparaison de trafic « Scénario 1 2040 – Scénario 1 2030 » à l’heure de pointe du soir

Nous présentons ci-dessous le tableau de synthèse de l’évolution des flux sur RT11 et sur la liaison Bastia-Furiani. La RT11 dépasse les 40 000 véhicules/jours sur le tronçon près du rond-point Paul Giacobbi. Les flux journaliers sur la liaison Bastia-Furiani sont de 15 600 véh/jour (deux sens confondus) au point de repère entre les giratoires E4 et E5. Ceci est cohérent avec les études de TRAFLAGAR (16 500 v/j deux sens confondus).



Localisation des débits présentés

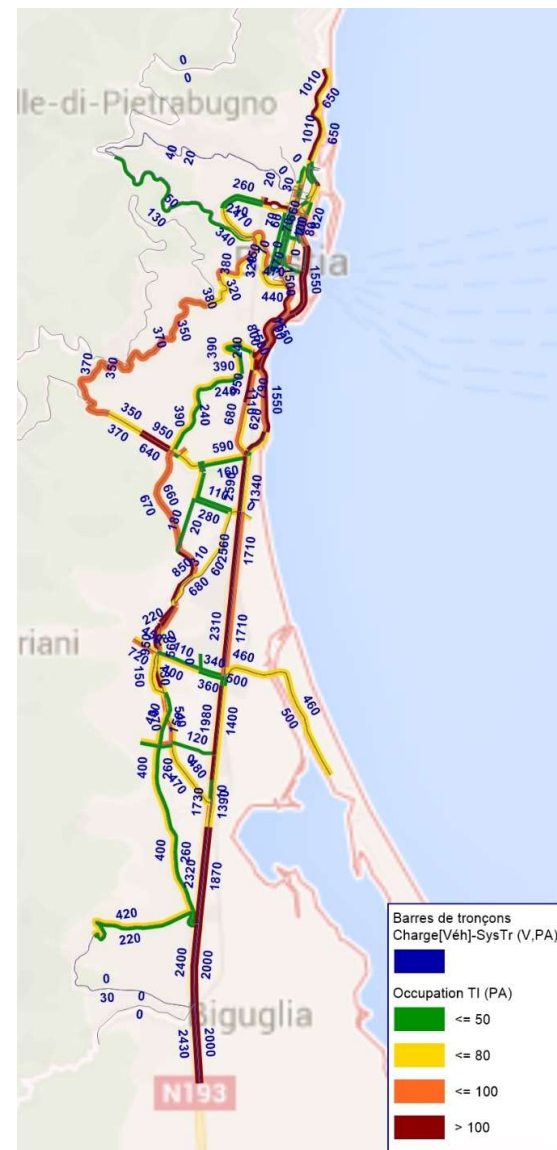
Rapport d’étude

DESSERTE ROUTIERE DU PROJET DE NOUVEAU PORT DE BASTIA



### 3.3.2. Scénario 2 : création d'un nouveau port de commerce (et requalification du port actuel)

Heure de pointe du matin (2040 – sc2)

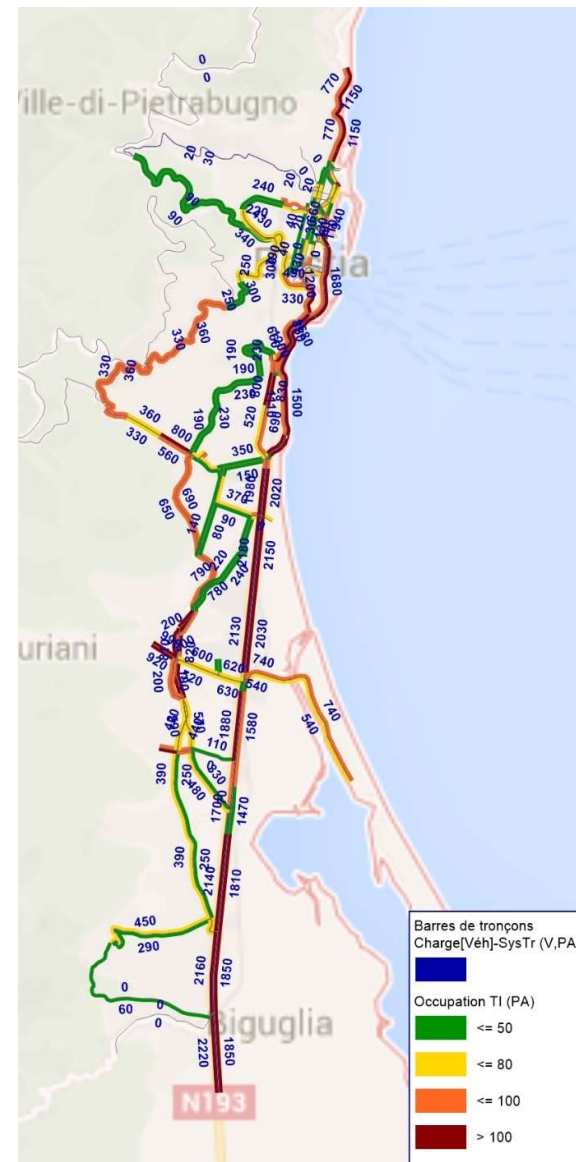


Rapport d'étude  
DESSERTE ROUTIERE DU PROJET DE NOUVEAU PORT DE BASTIA



### Heure de pointe du soir (2040 – sc2)

Comme vu précédemment, la création du port permet de décharger le centre-ville. Toutefois les niveaux de trafics restent importants sur la RT11, notamment au niveau de la sortie du nouveau port.

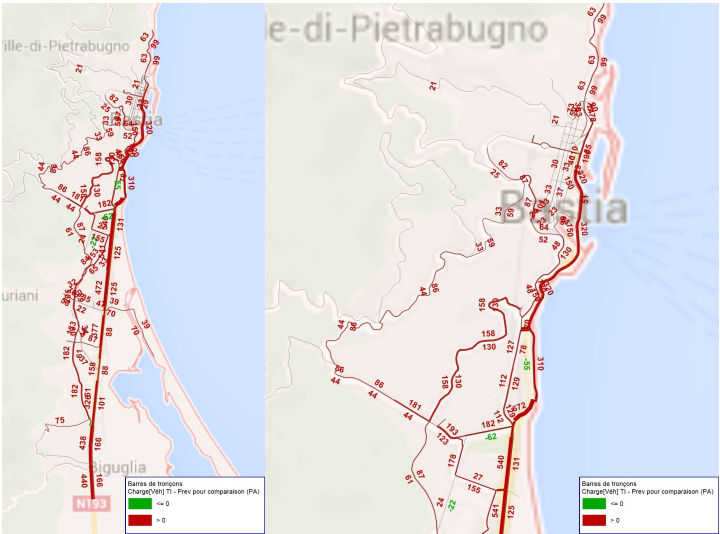


Rapport d'étude

DESSERTE ROUTIERE DU PROJET DE NOUVEAU PORT DE BASTIA

Evolutions 2030-2040 (scénario 2)

Nous comparons les scénarios 2030 et 2040, dans le cas où le port est déplacé.



Comparaison de trafic « Scénario 2 2040 – Scénario 2 2030 » à l’heure de pointe du matin

Nous observons, comme lors de de l’étude du scénario 1, une augmentation sur l’ensemble des axes entre 2030 et 2040. Les augmentations de trafic sont plus concentrées sur le Sud du port du fait de sa nouvelle localisation.

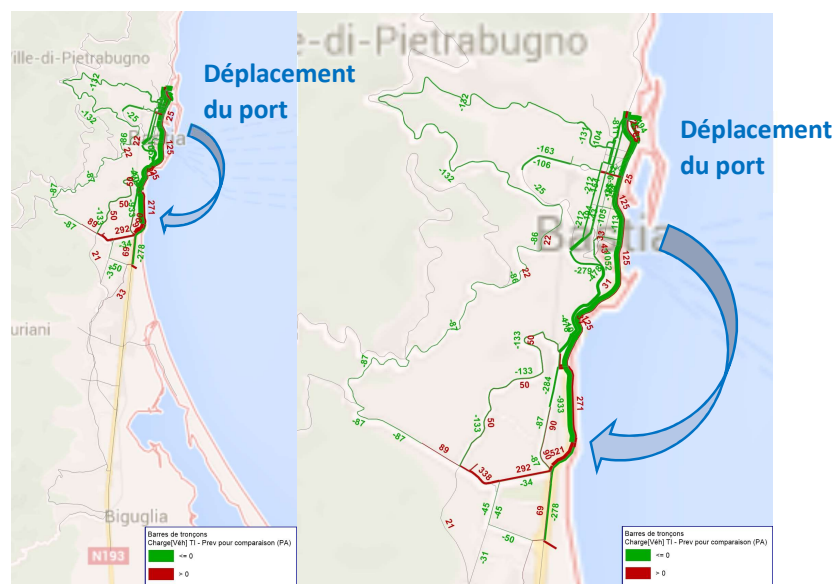
|                           | 2015  |      | 2024   |      | 2030 SC1 |      | 2030 SC2 |      | 2040 SC1 |      | 2040 SC2 |      |
|---------------------------|-------|------|--------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|
|                           | HPM   | HPS  | HPM    | HPS  | HPM      | HPS  | HPM      | HPS  | HPM      | HPS  | HPM      | HPS  |
| RT11                      |       |      |        |      |          |      |          |      |          |      |          |      |
| Débit en UVPh "vers Nord" | 1750  | 2070 | 1590   | 1850 | 1580     | 1780 | 1580     | 1890 | 1710     | 2140 | 1710     | 2150 |
| Débit en UVPh "vers Sud"  | 1890  | 1810 | 1710   | 1680 | 2010     | 1890 | 2010     | 1820 | 2540     | 2080 | 2560     | 2180 |
| TMJ RT11                  | 37600 |      | 34150  |      | 36300    |      | 36500    |      | 42350    |      | 43000    |      |
| Liaison Bastia-Furiani    |       |      |        |      |          |      |          |      |          |      |          |      |
| Débit en UVPh "vers Nord" | 230   | 230  | 630    | 730  | 630      | 740  | 610      | 750  | 690      | 780  | 680      | 780  |
| Débit en UVPh "vers Sud"  | 210   | 290  | 650    | 680  | 770      | 730  | 770      | 710  | 860      | 790  | 850      | 790  |
| TMJ Bastia-Furiani        | 4 800 |      | 13 450 |      | 14 350   |      | 14 200   |      | 15 600   |      | 15 500   |      |



Rapport d’étude  
DESSERTE ROUTIERE DU PROJET DE NOUVEAU PORT DE BASTIA

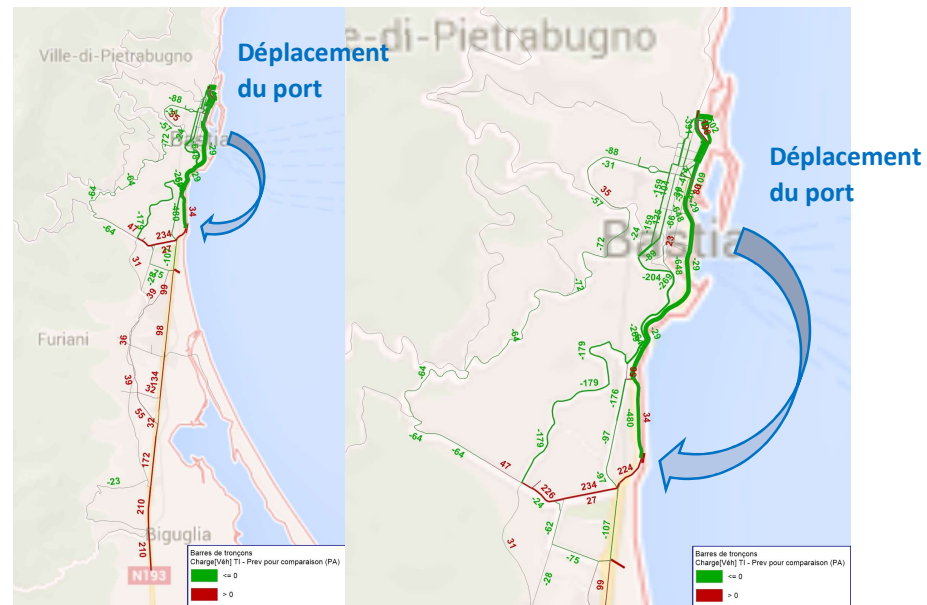
## Impact du déplacement du port (horizon 2040)

Nous comparons le scénario sans déplacement du port et celui avec déplacement du port, à l'horizon 2040.



Comparaison de trafic « Scénario 2 2040 – Scénario 1 2040 » à l'heure de pointe du matin

Nous observons plus nettement l'augmentation due au déplacement du point de génération. Le fait de déplacer le port vers le Sud entraîne une augmentation du trafic sur la RT11 en direction du Nord (flux initialement injecté plus au Nord du réseau). Autrement, comme entre 2030, le réseau du centre-ville ainsi que la RD81 et l'avenue du Macchione sont délestés.



Comparaison de trafic « Scénario 2 2040 – Scénario 1 2040 » à l'heure de pointe du soir

## 4. CONCLUSIONS

Afin de synthétiser les résultats des simulations de trafic, nous présentons via le graphique ci-contre, l'extrapolation en trafics moyens journaliers sur la RT11 et la RT12 (les points sont localisés sur le plan).

Nous pouvons remarquer qu'en 2024, avec la création de la liaison Bastia-Furiani, la RT11 voit son trafic diminuer par rapport à 2015 sur une partie de l'itinéraire (en concurrence avec la voie Bastia-Furiani RT12). En effet, la nouvelle voie (RT12), plus capacitaire permet d'absorber une partie de l'augmentation des flux et entraîne un rééquilibrage entre les deux itinéraires. Ensuite, les flux sur RT11 augmentent avec la création du nouveau port en 2030, puis avec l'augmentation de la capacité du port en 2040. Les flux sur RT12 augmentent aussi, mais moins fortement.

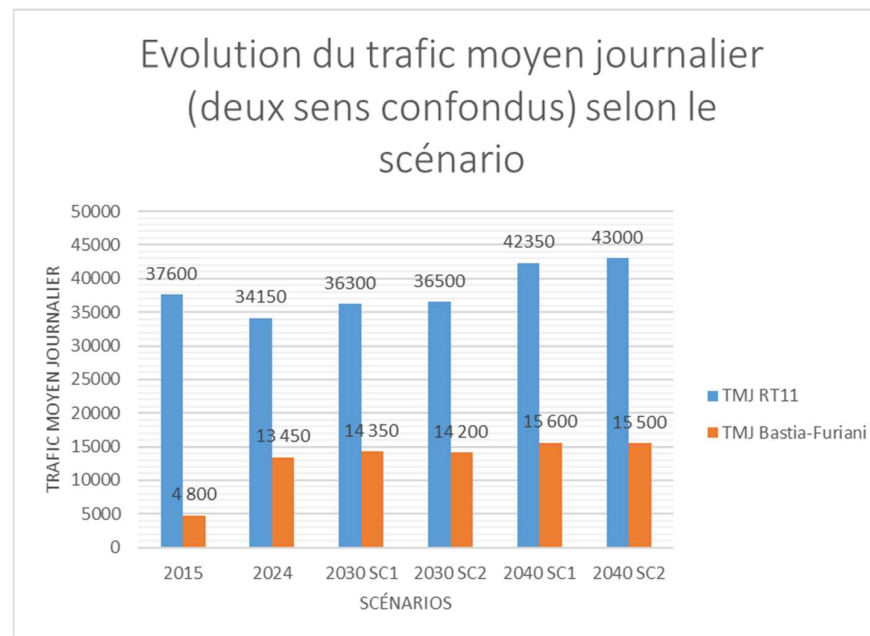
En terme de fonctionnement de l'axe, nous pouvons tirer les conclusions suivantes (qui peuvent être précisées par une analyse capacitaire par carrefour) :

- La création de la liaison Bastia-Furiani (RT12) permet de délester la RT11 et améliorera le fonctionnement son fonctionnement à l'horizon 2024.
- En 2030, avec l'augmentation des flux due à la nouvelle activité portuaire, les flux sur la RT11 augmentent pour atteindre les niveaux de trafics observés actuellement. Nous prévoyons donc un retour au fonctionnement actuel. La RT12 est chargée, notamment sur sa partie centrale (intersection RD364).
- En 2040, le doublement de la capacité des navires engendrera une forte génération de trafic sur RT11 et RT12, entraînant une forte dégradation des conditions de circulation par rapport à la situation actuelle.

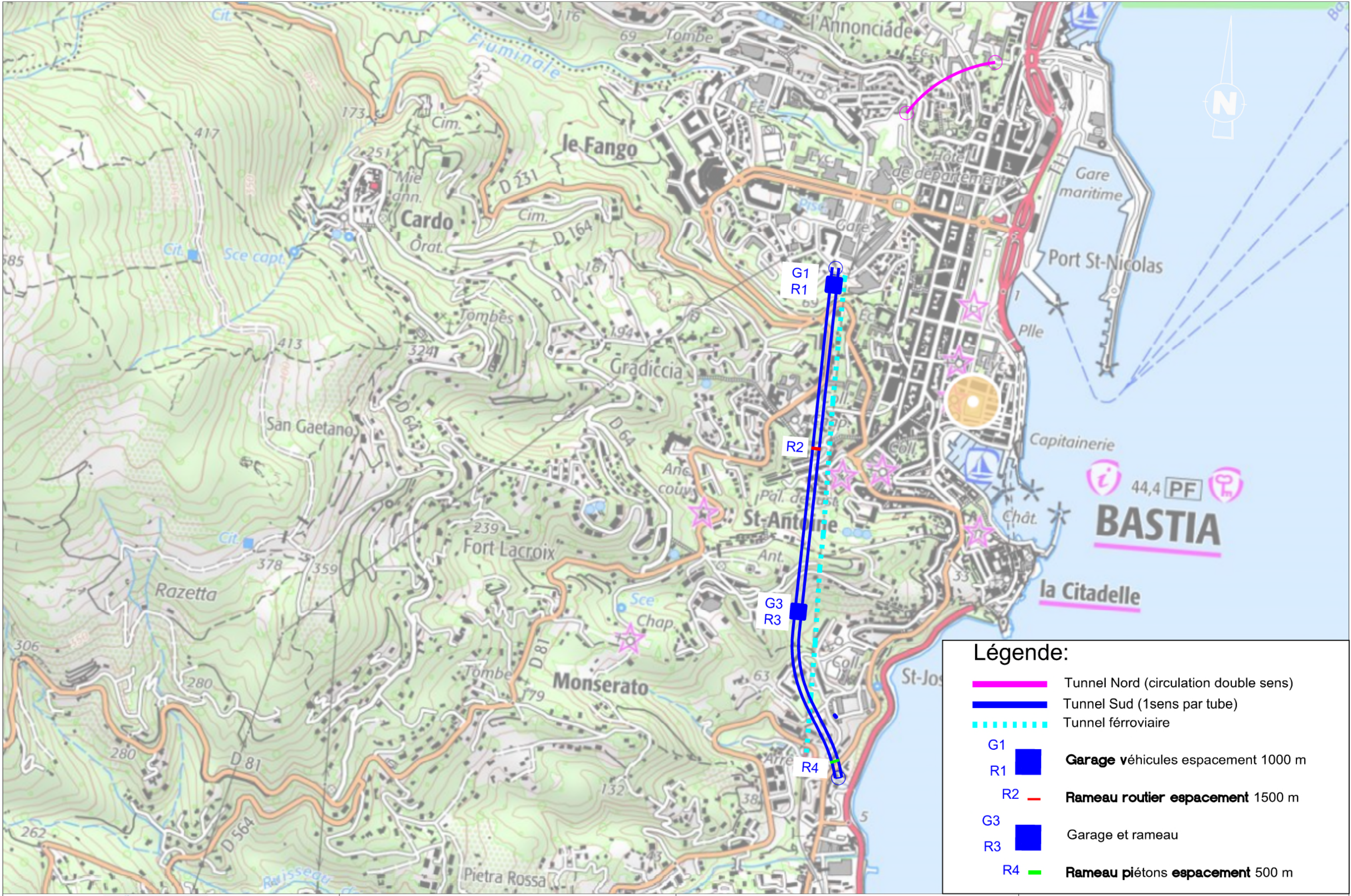
Plus particulièrement au scénario de déplacement du port (au Sud de sa localisation actuelle), la nouvelle localisation permettra de délester les voies locales du centre-ville.

Toutefois, en l'absence de voie de desserte du nouveau port, le carrefour de la RT11 permettant l'accès à ce dernier devra être étudié de manière à minimiser les impacts sur la RT11. En effet, l'existence d'une voie de desserte spécifique au port permet de dissocier les flux du port, de ceux en transit ou en échange avec le centre-ville. Si

l'accès au port est situé sur la RT11, le carrefour sera très chargé et les saturations risquent d'impacter l'ensemble du fonctionnement de la RT11 si les remontées de file sont importantes.







Légende:

Tunnel Nord (circulation double sens)

Tunnel Sud (1sens par tube)

Tunnel ferroviaire

G1  
R1

R2

G3  
R3

R4

Garage véhicules espacement 1000 m

Rameau routier espacement 1500 m

Garage et rameau

Rameau piétons espacement 500 m

MAITRISE D'OUVRAGE

EMETTEUR

CULLETTIVITÀ DI CORSICA  
COLLETTIVITÀ DI CORSE

ARTELIA  
Passion & Solutions

Tunnel Porto Novu Bastia  
Vue en plan

CODE PLAN

TRACÉ TUNNEL BASTIA-BOB

DATE

26/03/2020

ECHELLE

1/10000

NUMERO

PLANCHE

1/1





Document provisoire  
Avancement au 29/05/2020

# Tunnel Porto Novu Bastia

## Mission de maîtrise d'œuvre technique

### Etudes de faisabilité

#### Mission trafic complémentaire

# Préambule

L'objet de la mission est de compléter la mission d'étude de faisabilité du tunnel (mission de maîtrise d'œuvre technique) en apportant des éléments de flux pour le dimensionnement du tunnel et des carrefours d'accès au tunnel.

La mission est composée des étapes suivantes :

## 1. Modélisation statique de trafic avec le tunnel

- Modélisation du tunnel Porto Novu – Bastia dans le modèle mis à jour par ARTELIA en février 2020 (dans le modèle sans déplacement du port)
- Réaliser les simulations HPM et HPS aux horizons 2030 et 2040 pour le scénario sans déplacement du port.
- Extraction et présentation des trafics :
  - En ligne (présentation des planches affectations/saturations et reports avec le tunnel)
  - Mouvements tournants aux carrefours (carrefour de la sortie du port, carrefour à la jonction des deux tunnels, carrefour de raccordement à la RT11)

## 2. Fonctionnement des carrefours

Réalisation des calculs de capacité sur la base de schémas d'aménagement :

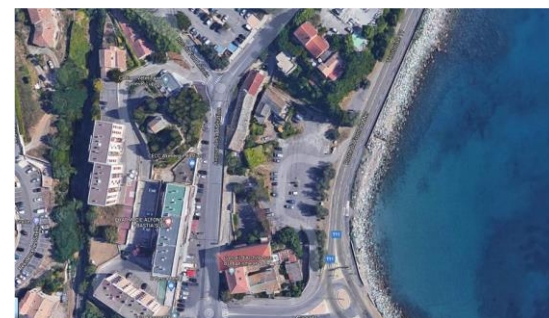
- Horizon 2030 et 2040 (scénario sans déplacement du port)
- HPM et HPS



Accès près du carrefour de sortie du port



Jonction des deux tunnels au niveau de la gare



Position du raccordement sur RT11

# Sommaire

## 1. Modélisation du tunnel

- a. Tracé
- b. Hypothèses aux carrefours (mouvements autorisés)

## 1. Résultats des simulations statiques de trafic

- a. Flux simulés avec la création du tunnel et reports de trafic avec la création du tunnel
- b. Niveaux de trafic aux carrefours

## 2. Fonctionnement des carrefours

Calculs de capacité et dimensionnement

# 1. Modélisation du tunnel

## 1.a. Tracé du tunnel et caractéristiques

Nous présentons ci-contre le tracé du tunnel. Il rejoint la voirie en trois points (représentés en orange) :

- Au Nord, au carrefour de sortie du port,
- En sortie du centre-ville, au niveau du giratoire de la gare,
- Au Sud, au niveau du raccordement avec la RT11.

Le tunnel a les caractéristiques suivantes :

- 2x1 voie de circulation,
- Une capacité de 1200 UVPh par sens,
- Une vitesse limite autorisée de 50 km/h.

Les caractéristiques prévues au niveau des intersections sont présentées ci-après.

Les simulations seront réalisées pour le scénario sans déplacement du port.



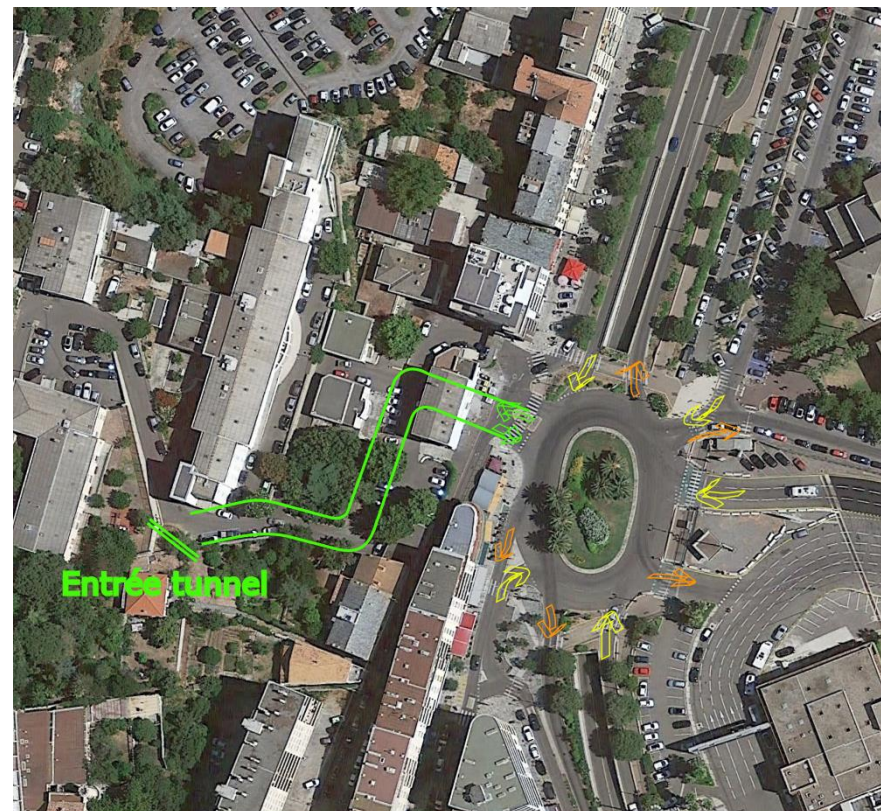


# 1. Modélisation du tunnel

## 1.b. Hypothèses au carrefour Nord

L'entrée du tunnel sera située à l'Ouest du carrefour d'accès au port (localisation actuelle du port de Bastia).

Nous étudierons le fonctionnement du carrefour situé sur la RT11, sur lequel se branchera l'accès au tunnel. Nous faisons l'hypothèse que le raccordement à l'entrée du tunnel se fera via les emprises situées à l'Ouest du carrefour, approximativement représentées sur le schéma ci-contre. Ainsi, les flux du tunnel rejoindront le carrefour au niveau du giratoire dénivelé au carrefour entre la RT11 et la sortie du port.





# 1. Modélisation du tunnel

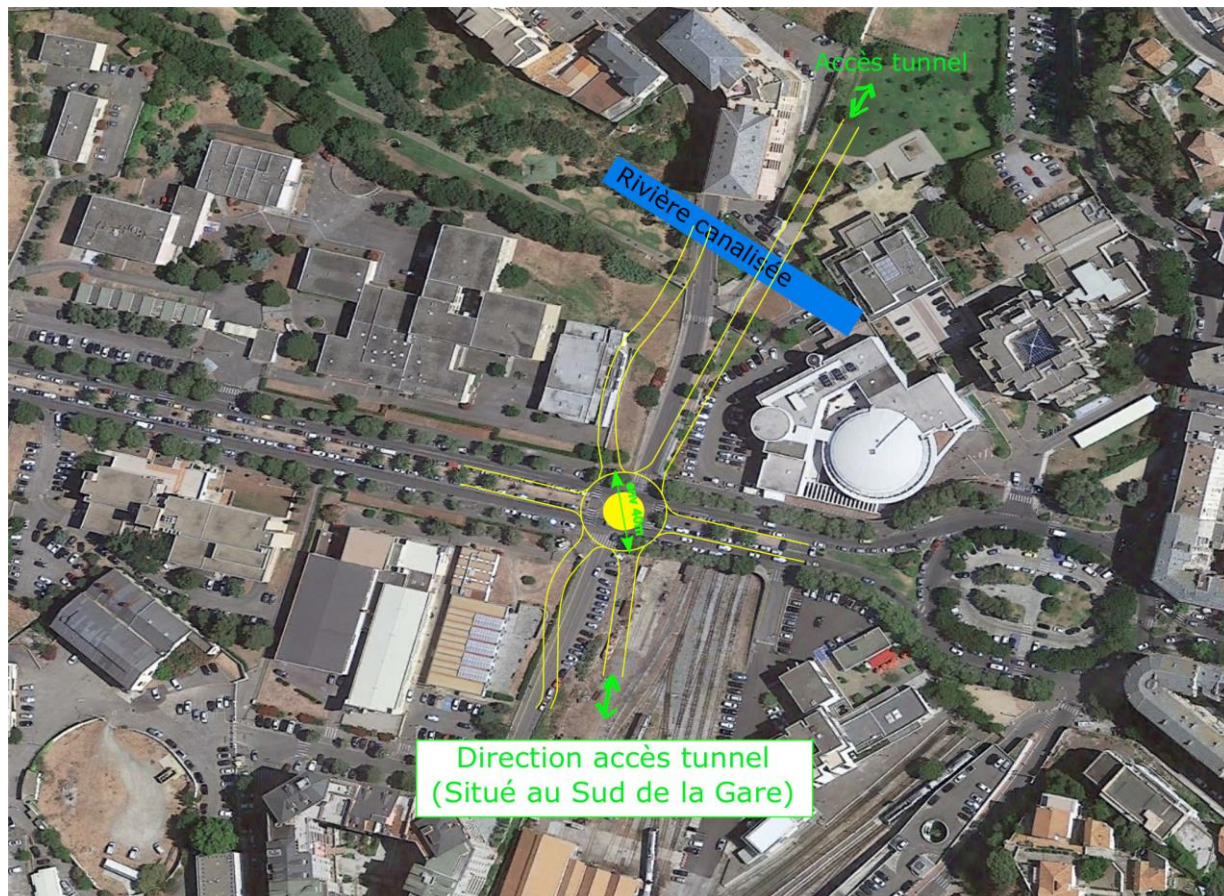
## 1.c. Hypothèses à la jonction des deux tunnels

Nous faisons l'hypothèse d'un giratoire au niveau de la jonction entre les deux tunnels.

Tous les mouvements sont donc autorisés entre les accès tunnels et la voirie locale.

Ci-contre un schéma de principe d'aménagement. Le dimensionnement (taille du giratoire et nombre de voies sur l'anneau et sur les entrées) sera précisé suite à l'analyse des mouvements tournants (résultats modélisation) et les calculs de capacité.

Nous réaliserons aussi un test avec suppression de la voie Nord (Chemin de l'Annonciade) et report des flux sur la branche Ouest (avenue Jean Zucarelli).





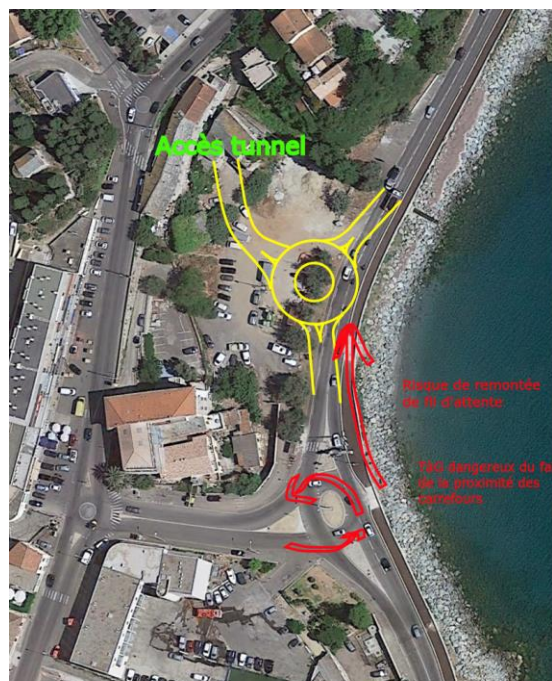
# 1. Modélisation du tunnel

## 1.d. Hypothèses au raccordement au Sud de la RT11

Deux scénarios sont étudiés :

- Création d'un giratoire sur RT11 à la sortie du tunnel en utilisant les emprises du parking sans modification du carrefour permettant les échanges avec l'avenue de la Libération.
- Création d'un giratoire sur RT11 à la sortie du tunnel en utilisant les emprises du parking et suppression des « tourne-à-gauche » depuis/vers l'avenue de la Libération pour sécuriser le carrefour.

Pour ce scénario, les flux venant du Sud, tournant à gauche pourront éventuellement faire demi-tour au niveau du giratoire, augmentant cependant la charge de ce dernier. Les flux venant de la voirie locale ne pourront pas aller vers RT11 Nord, et devront continuer sur l'avenue de la Libération/rue César Vezzani pour aller vers le centre-ville. Ils ne pourront pas non plus accéder au tunnel.



Scenario 1  
Schéma d'aménagement  
Accès Sud tunnel



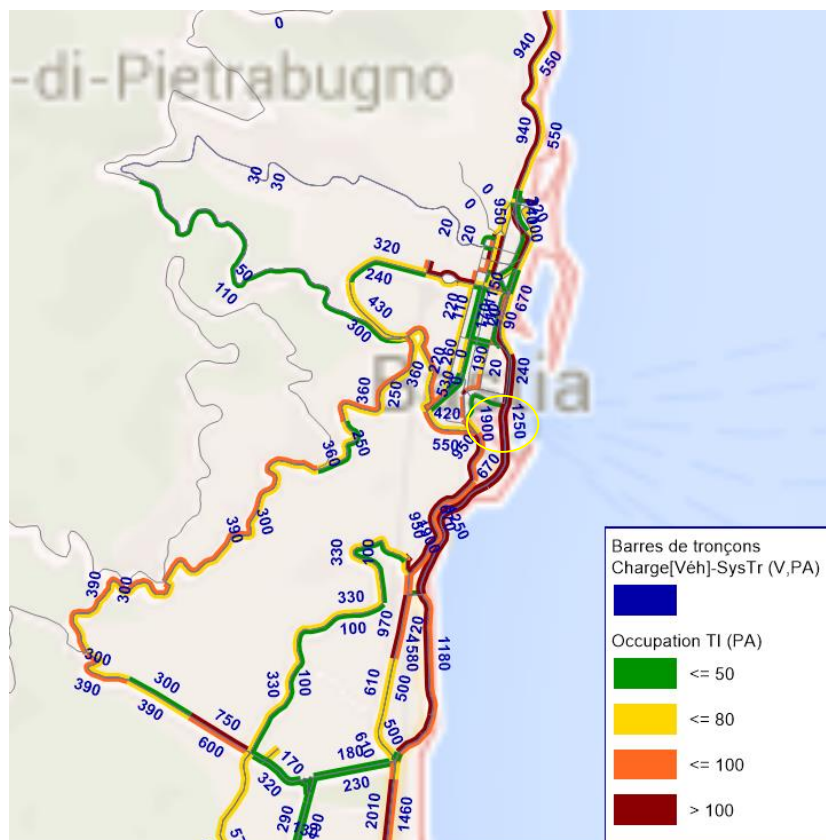
Scénario 2  
Schéma d'aménagement  
Accès Sud tunnel

Du fait de ces deux scénarios, nous réaliserons deux scénarios de simulations statiques, différant uniquement au niveau de cette intersection.

## 2. Résultats des simulations statiques de trafic

### 2.1. Rappel des résultats d'affectation de trafic sans le tunnel

#### 2.1.a. Horizon 2030



Scénario sans tunnel  
HPM - 2030



Scénario sans tunnel  
HPS - 2030

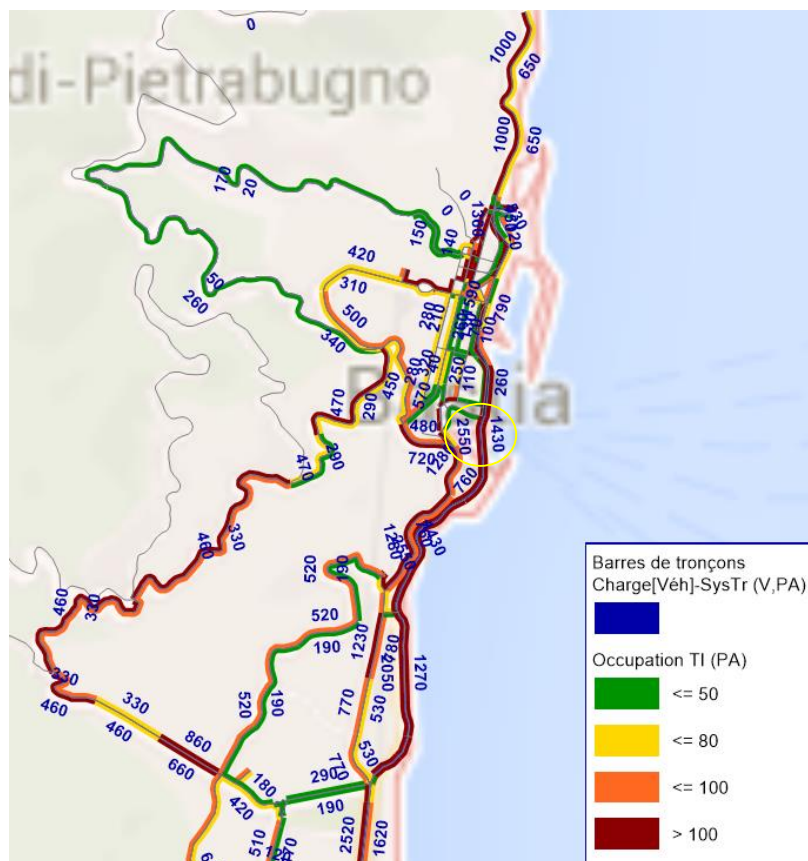
- Flux important en transit sur RT11
- Réduction du trafic de transit sur RT11 attendue avec la création du tunnel



## 2. Résultats des simulations statiques de trafic

### 2.1. Rappel des résultats d'affectation de trafic sans le tunnel

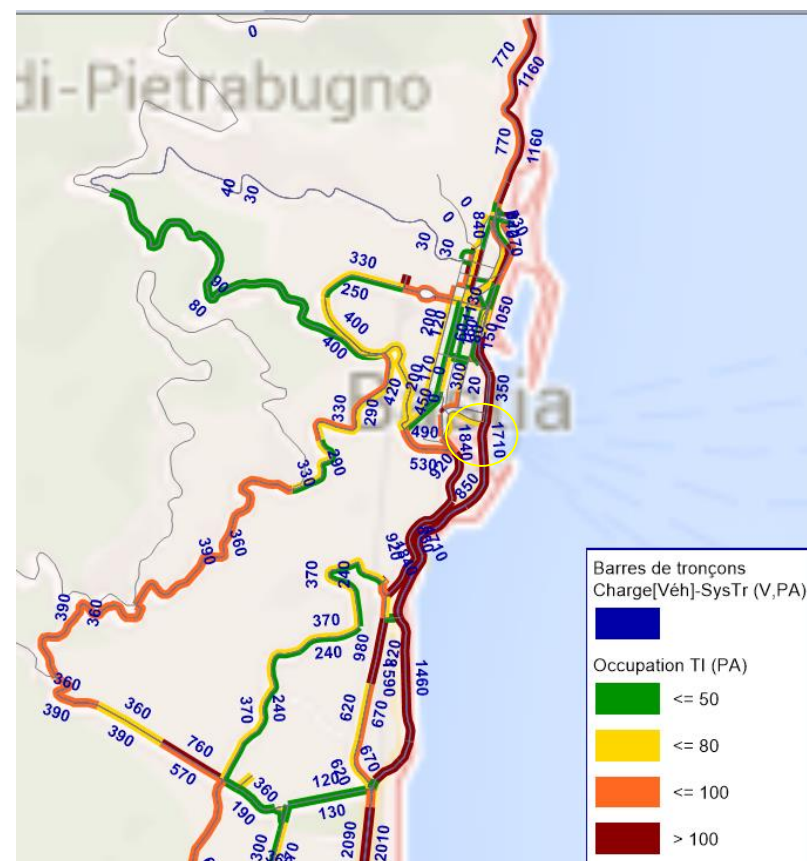
#### 2.1.b. Horizon 2040



Scenario sans tunnel

HPM - 2040

- Flux important en transit sur RT11
- Réduction du trafic de transit sur RT11 attendue avec la création du tunnel



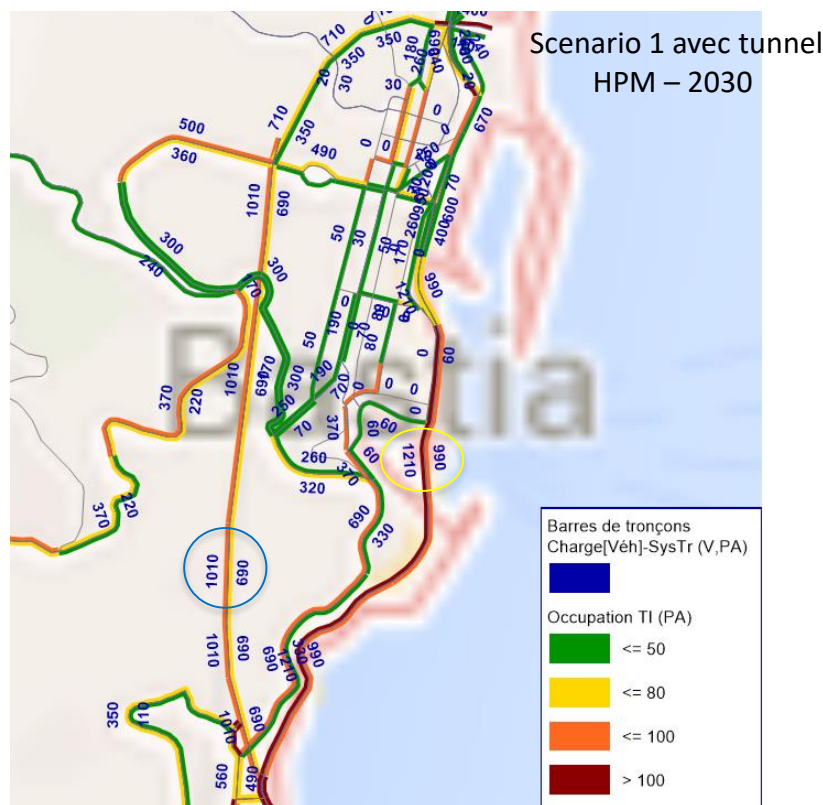
Scenario sans tunnel

HPS - 2040

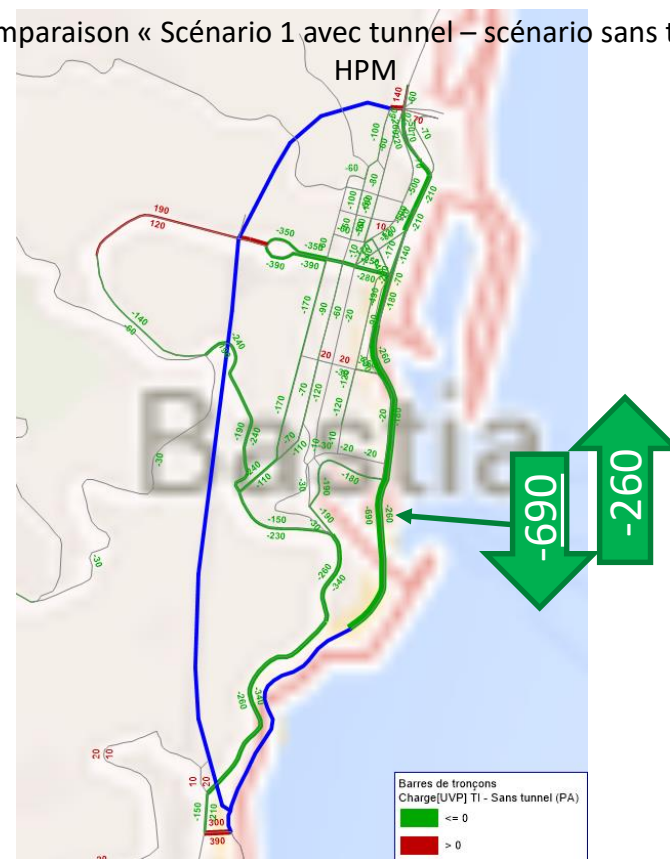
## 2. Résultats des simulations statiques de trafic

### 2.2. Affectations de trafic avec le tunnel - Scenario 1

#### 2.2.a. 2030 - HPM



Comparaison « Scénario 1 avec tunnel – scénario sans tunnel »



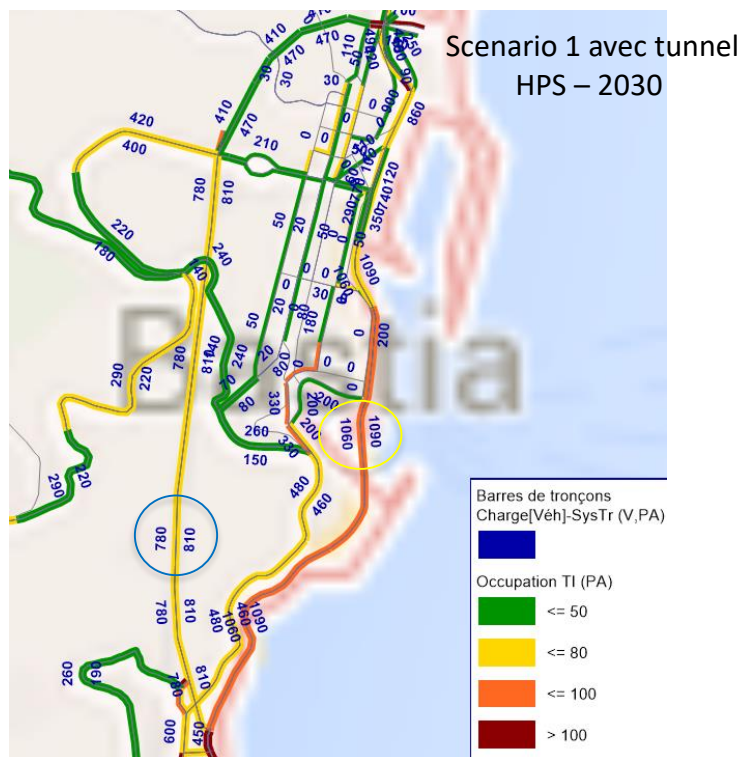
- La création du tunnel décharge la RT11 principalement en direction du Sud le matin : - 690 UVPh, mais aussi en direction du centre ville (-260 UVPh). La RT11 est moins saturée, à l'approche du centre-ville (cependant elle reste très saturée au Sud).
- Le barreau « avenue de la Libération-RT11 » au Sud de la sortie du tunnel voit son trafic augmenter du fait de l'attractivité du tunnel (itinéraires entre la voirie locale depuis l'avenue de la Libération et l'accès au tunnel).



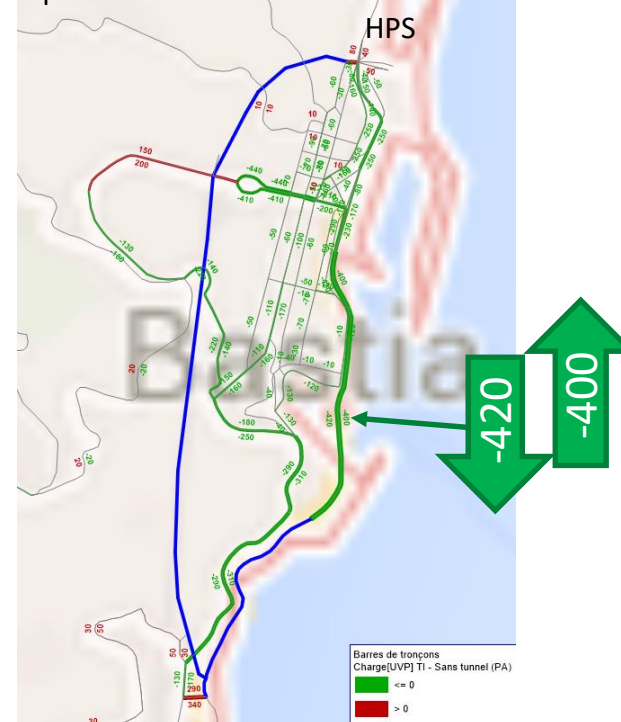
## 2. Résultats des simulations statiques de trafic

### 2.2. Affectations de trafic avec le tunnel - Scenario 1

#### 2.2.a. 2030 – HPS



#### Comparaison « Scénario 1 avec tunnel – scénario sans tunnel »

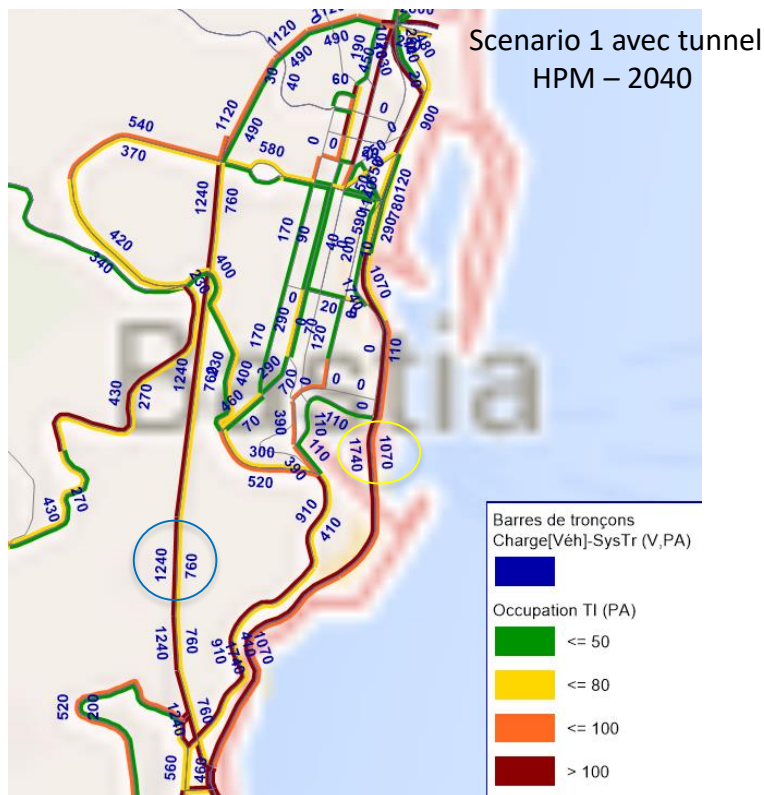


- Le soir, la baisse de trafic sur RT11 est équivalente dans les deux sens et de l'ordre de 400 UVPh/sens.
- La RT11 passe d'un niveau « saturé » à « chargé ». Attention cependant au fonctionnement des carrefours d'entrée/sortie du tunnel qui influenceront sur les saturations observées sur l'itinéraire.
- Le barreau « avenue de la Libération-RT11 » au Sud de la sortie du tunnel voit son trafic augmenter du fait de l'attractivité du tunnel (itinéraires entre la voirie locale depuis l'avenue de la Libération et l'accès au tunnel).

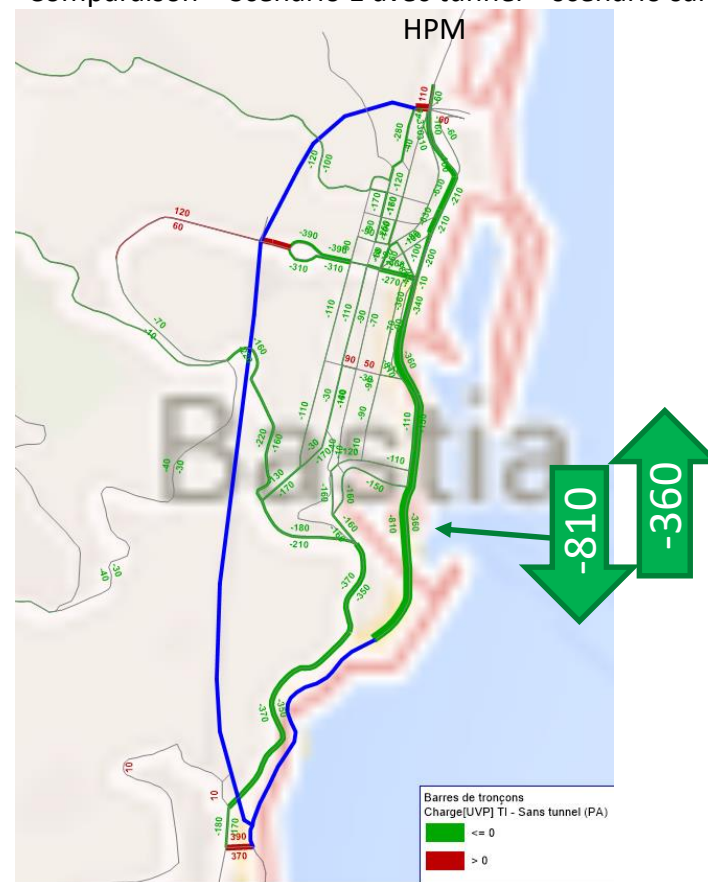
## 2. Résultats des simulations statiques de trafic

### 2.2. Affectations de trafic avec le tunnel – Scenario 1

#### 2.2.b. 2040 – HPM



#### Comparaison « Scénario 1 avec tunnel – scénario sans tunnel »

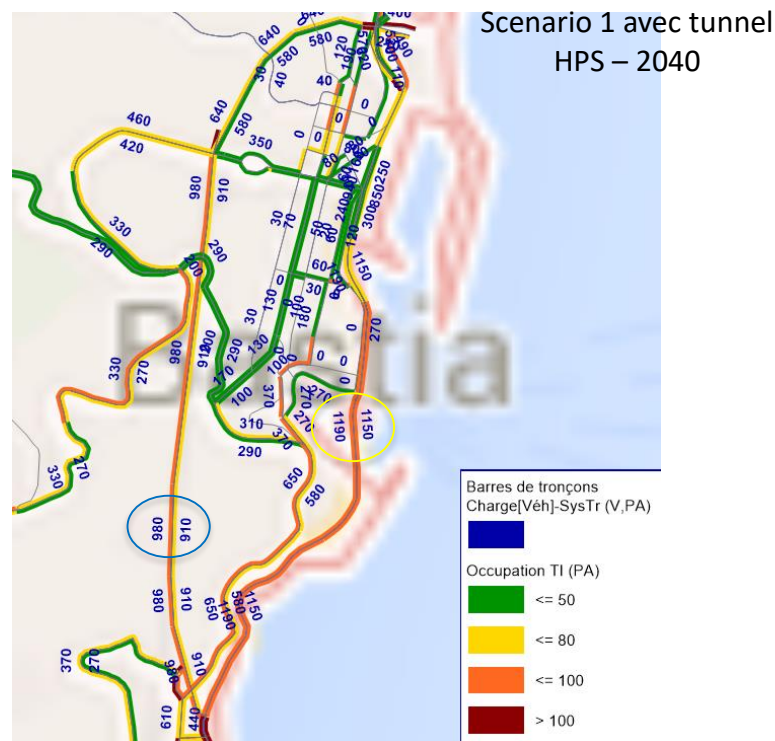


En 2040, les évolutions sont similaires à celles de 2030 dans des proportions plus importantes.  
Le tunnel est très emprunté dans le sens « Nord-Sud » et présente des saturations.

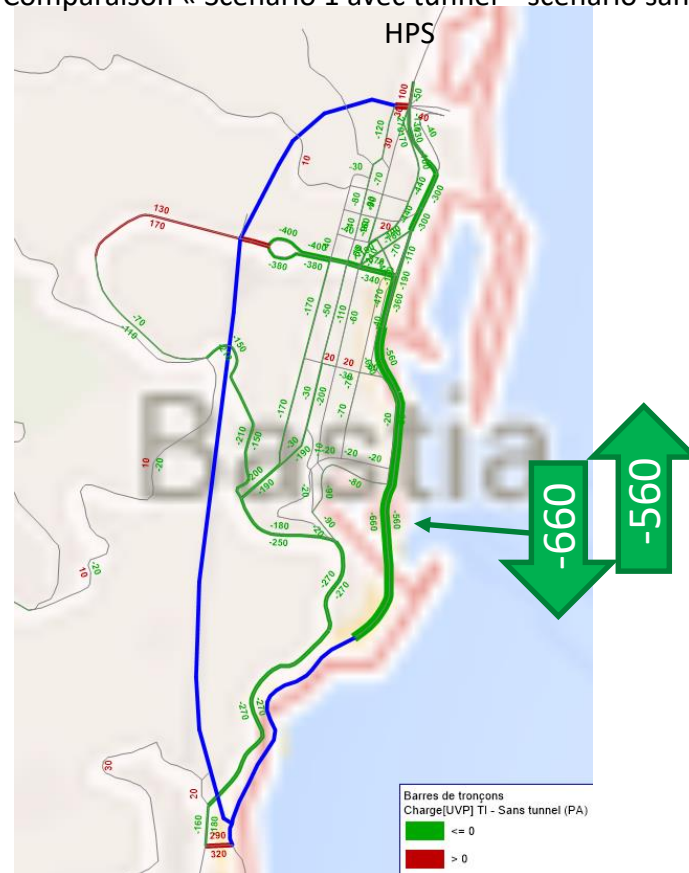
## 2. Résultats des simulations statiques de trafic

### 2.2. Affectations de trafic avec le tunnel – Scenario 1

#### 2.2.b. 2040 – HPS



#### Comparaison « Scénario 1 avec tunnel – scénario sans tunnel »



En 2040, les évolutions sont similaires à celles de 2030 dans des proportions plus importantes.

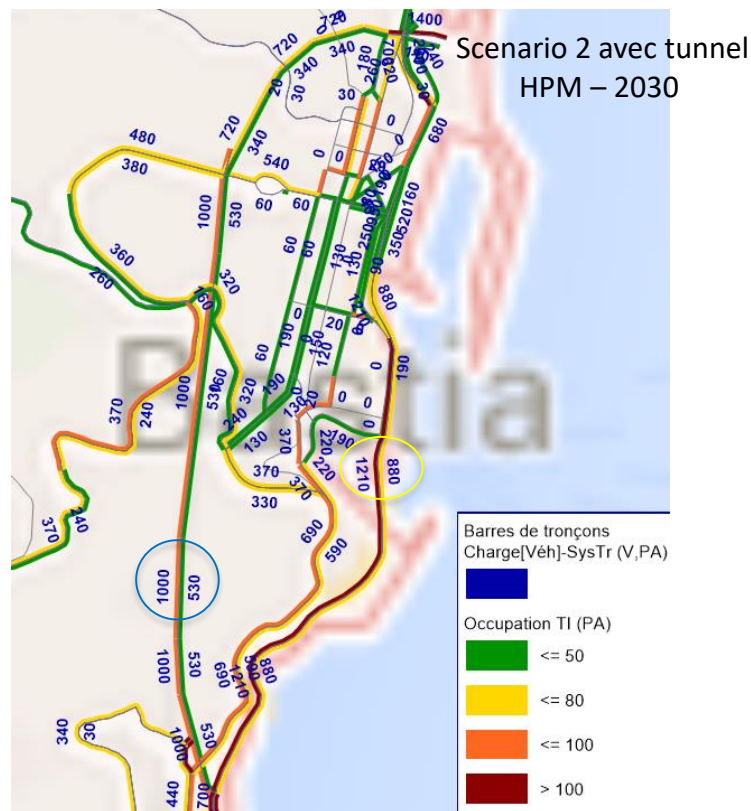
La RT11 et le tunnel restent très chargés, mais sont en deçà du seuil de saturation du fait de la répartition des flux sur les deux itinéraires. . Les conditions de circulations dépendront aussi beaucoup du fonctionnement des carrefours créés pour les accès tunnel.



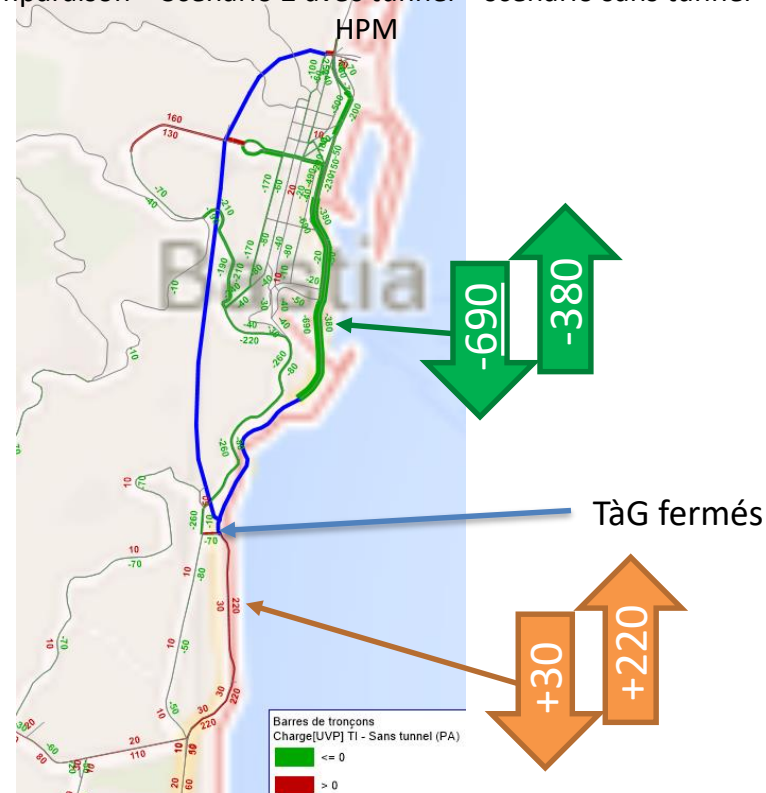
## 2. Résultats des simulations statiques de trafic

### 2.2. Affectations de trafic avec le tunnel – Scenario 2

#### 2.2.a. 2030 – HPM



Comparaison « Scénario 2 avec tunnel – scénario sans tunnel »

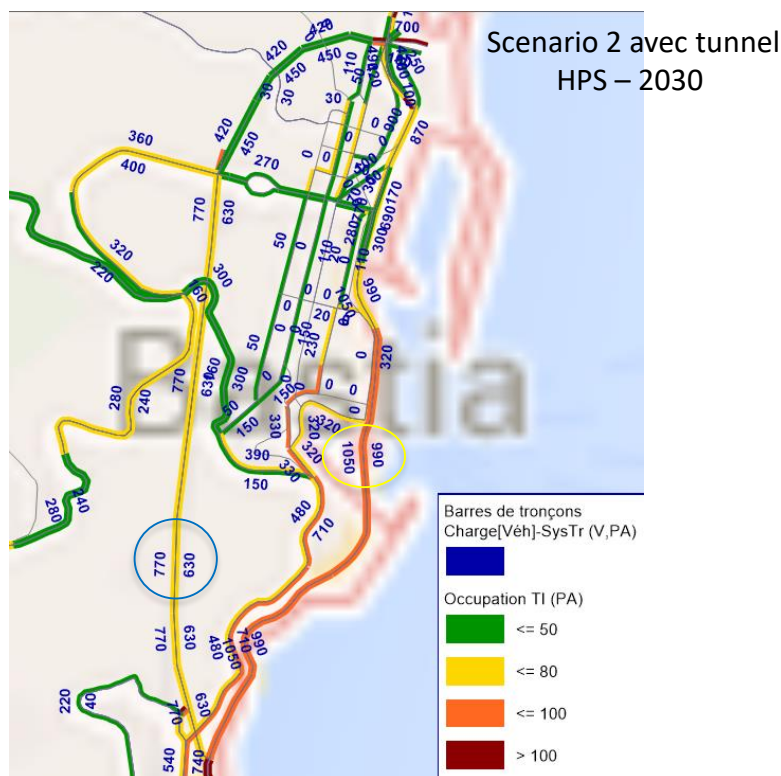


- Injection sur RT11 en tourne-à-gauche plus au Sud de l'accès au tunnel (car les TàG sont fermés) rejoindre le tunnel.
- Diminution plus forte des flux sur RT11 direction Nord car fermeture du TàG vers RT11, diminution dans l'autre sens inchangée par rapport au scénario 1.
- Les flux n'ont pas pu s'insérer sur RT11 en tourne-à-gauche depuis l'avenue de la Liberté restent sur la voirie locale (rue César Vezzani). On ne voit pas d'augmentation car la baisse de trafic due à la création du tunnel est plus importante. Cependant on observe une baisse de trafic moins forte sur rue César Vezzani (direction Nord, car l'autre sens est inchangé) par rapport au scénario 1.
- Le tunnel est un peu moins circulés vers le Nord car nous en avons diminués l'accessibilité depuis le Sud en fermant les tourne-à-gauche.

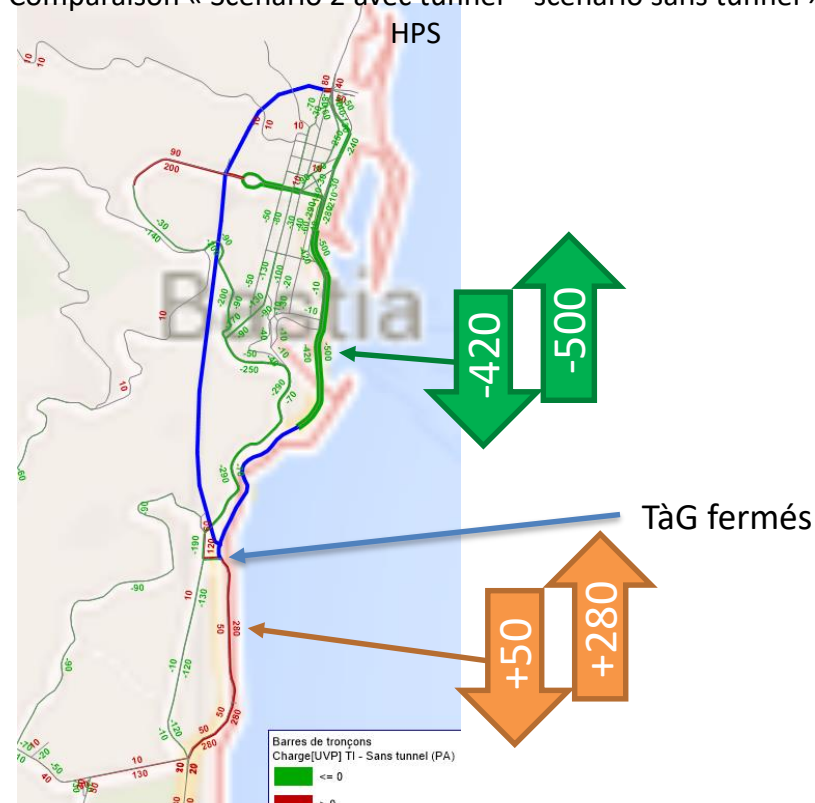
## 2. Résultats des simulations statiques de trafic

### 2.2. Affectations de trafic avec le tunnel – Scenario 2

#### 2.2.a. 2030 – HPS



#### Comparaison « Scénario 2 avec tunnel – scénario sans tunnel »



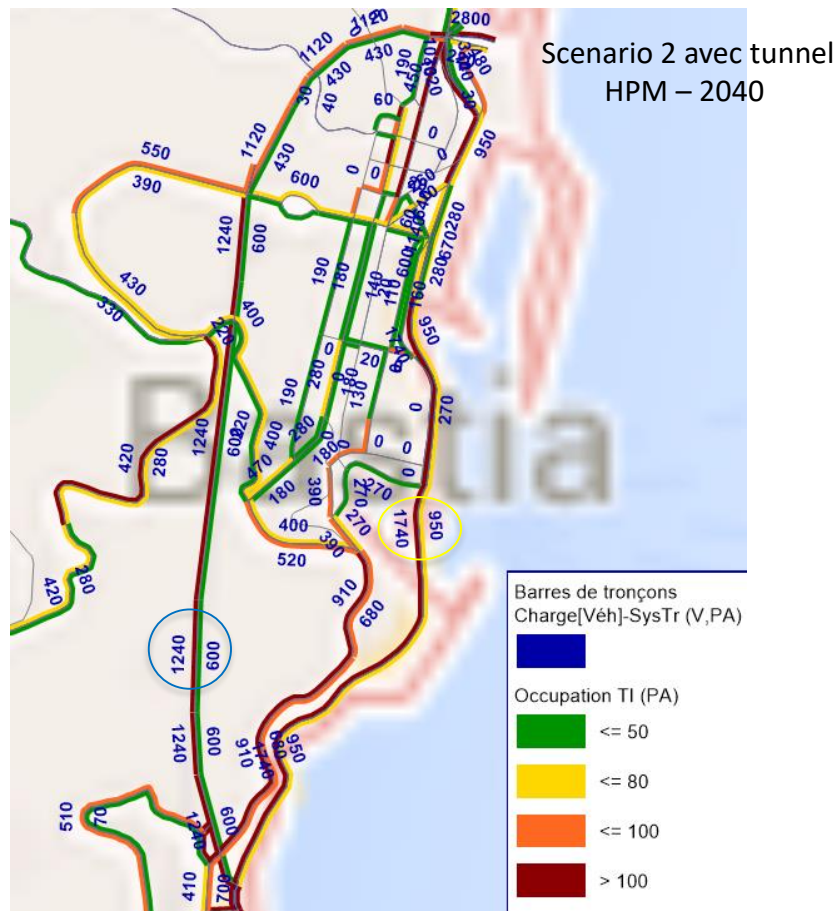
- Comme le matin, injection sur RT11 en tourne-à-gauche plus au Sud de l'accès au tunnel (car les tourne-à-gauche sont fermés) pour rejoindre le tunnel.
- Comme pour le scénario 1, la diminution de trafic sur RT11 est équilibrée par sens. On observe comme pour le matin une baisse plus forte en direction du Nord car l'insertion en tourne-à-gauche sur RT11 au Sud de la sortie du tunnel a été fermée.
- Les flux n'ont pas pu s'insérer sur RT11 en tourne-à-gauche depuis l'avenue de la Liberté restent sur la voirie locale (rue César Vezzani). On ne voit pas d'augmentation car la baisse de trafic due à la création du tunnel est plus importante. Cependant on observe une baisse de trafic moins forte sur rue César Vezzani (direction Nord, car l'autre sens est inchangé) par rapport au scénario 1.



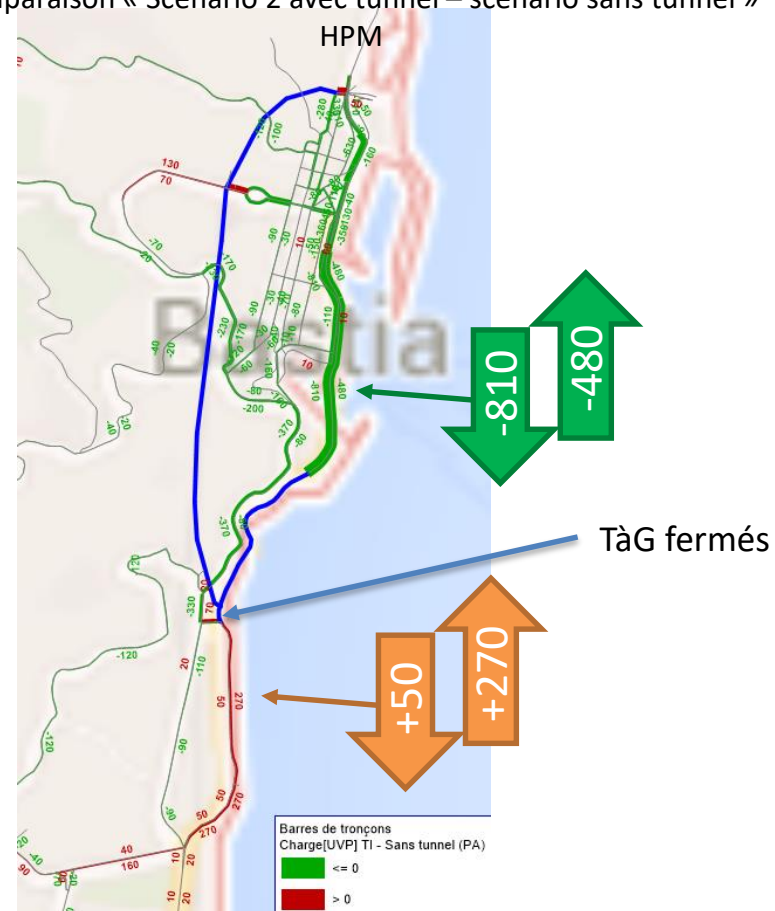
## 2. Résultats des simulations statiques de trafic

### 2.2. Affectations de trafic avec le tunnel – Scenario 2

#### 2.2.b. 2040 – HPM



Comparaison « Scénario 2 avec tunnel – scénario sans tunnel »

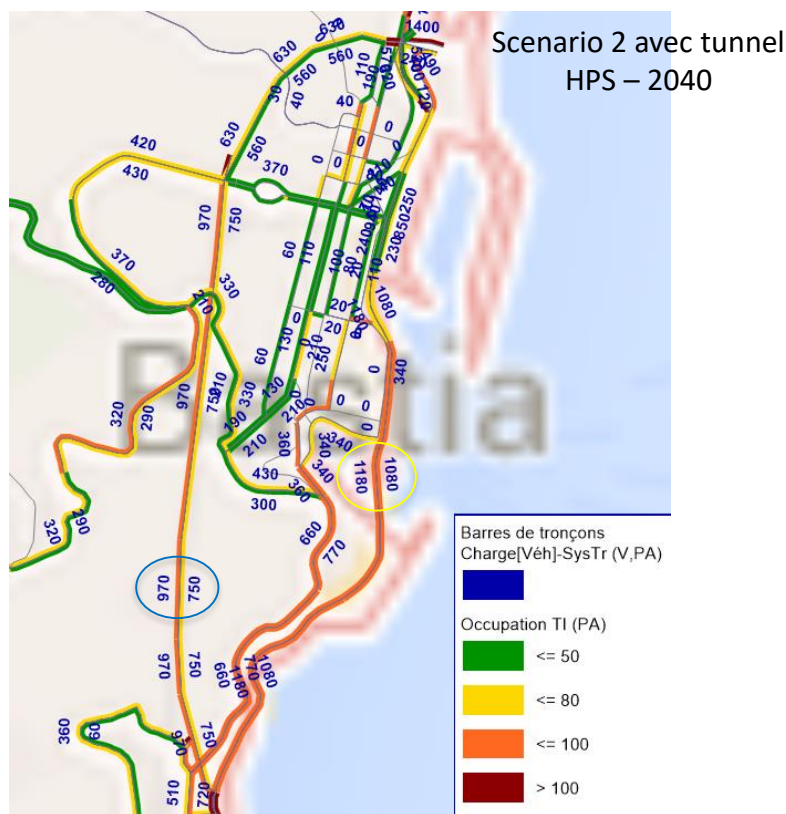


Les évolutions sont semblables à celles des simulations 20030 mais dans des proportions plus importantes.  
La RT11 et le tunnel en direction du Nord sont tous deux très saturés.

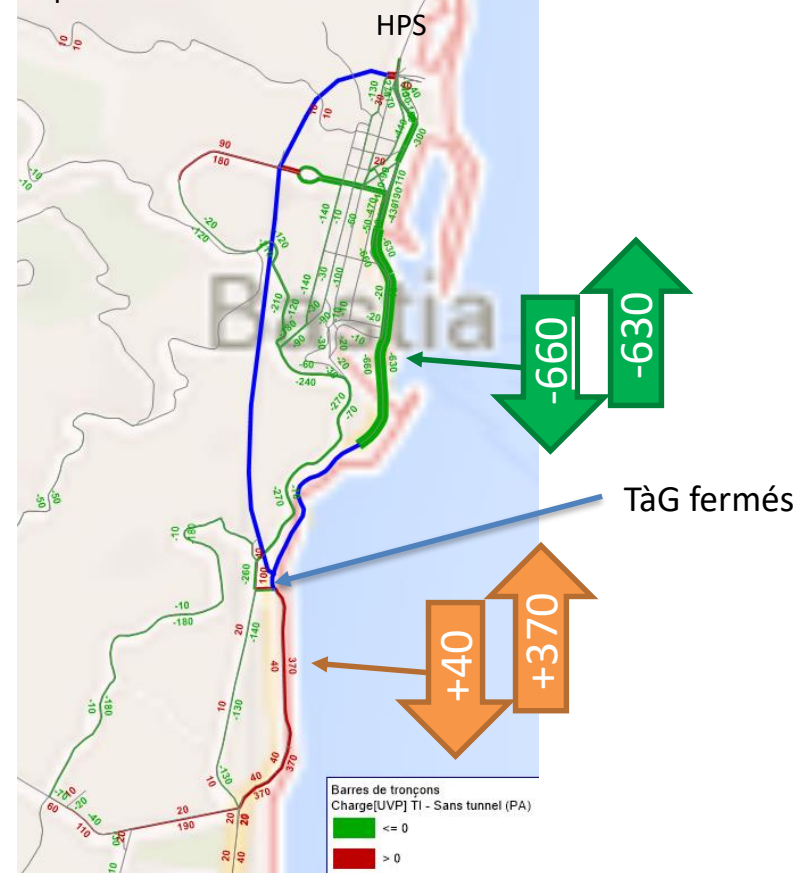
## 2. Résultats des simulations statiques de trafic

### 2.2. Affectations de trafic avec le tunnel – Scenario 2

#### 2.2.b. 2040 – HPS



Comparaison « Scénario 2 avec tunnel – scénario sans tunnel »

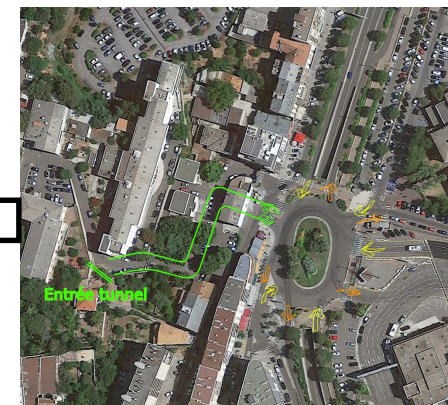
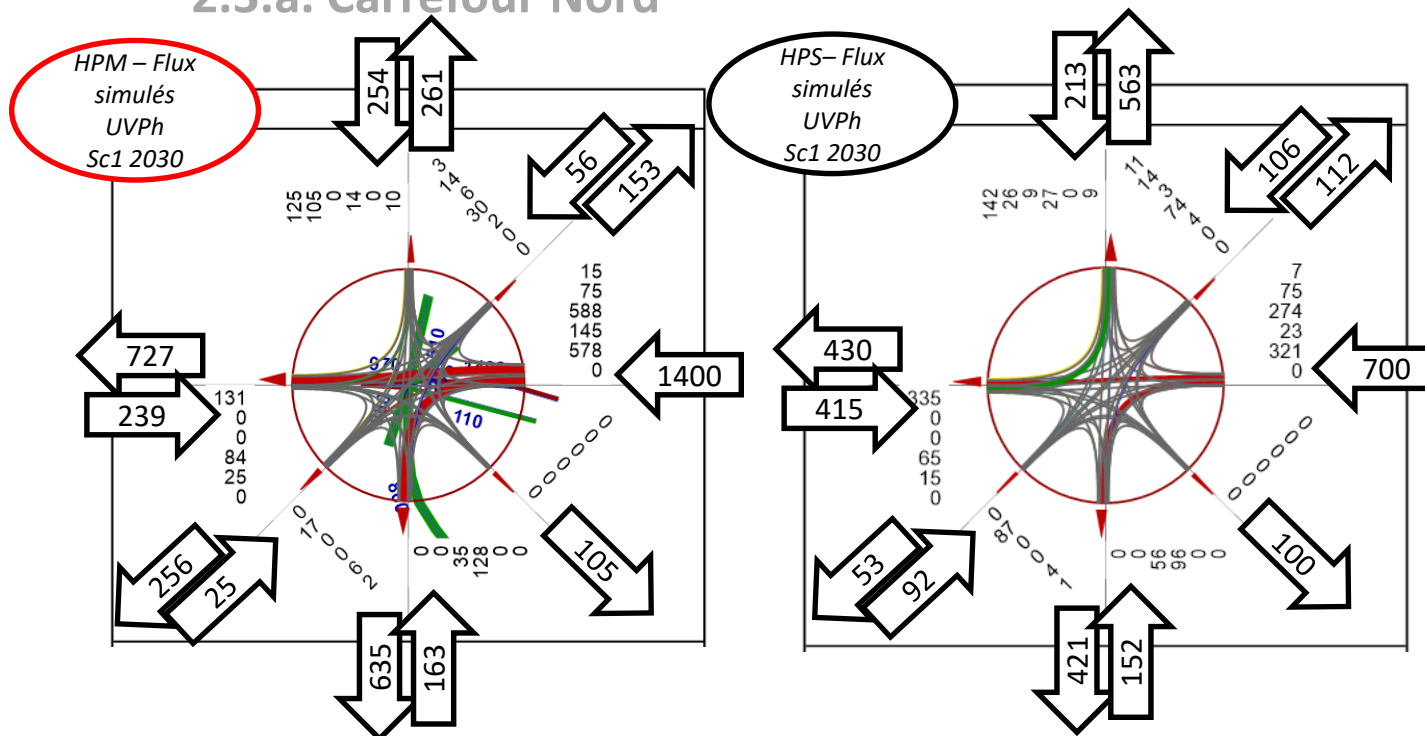


Les évolutions sont semblables à celles des simulations 20030 mais dans des proportions plus importantes. La RT11 et le tunnel restent très chargés, mais sont en deçà du seuil de saturation du fait de la répartition des flux sur les deux itinéraires. . Les conditions de circulations dépendront aussi beaucoup du fonctionnement des carrefours créés pour les accès tunnel.

## 2. Résultats des simulations statiques de trafic

### 2.3. Mouvements tournants aux carrefours – SC1 2030

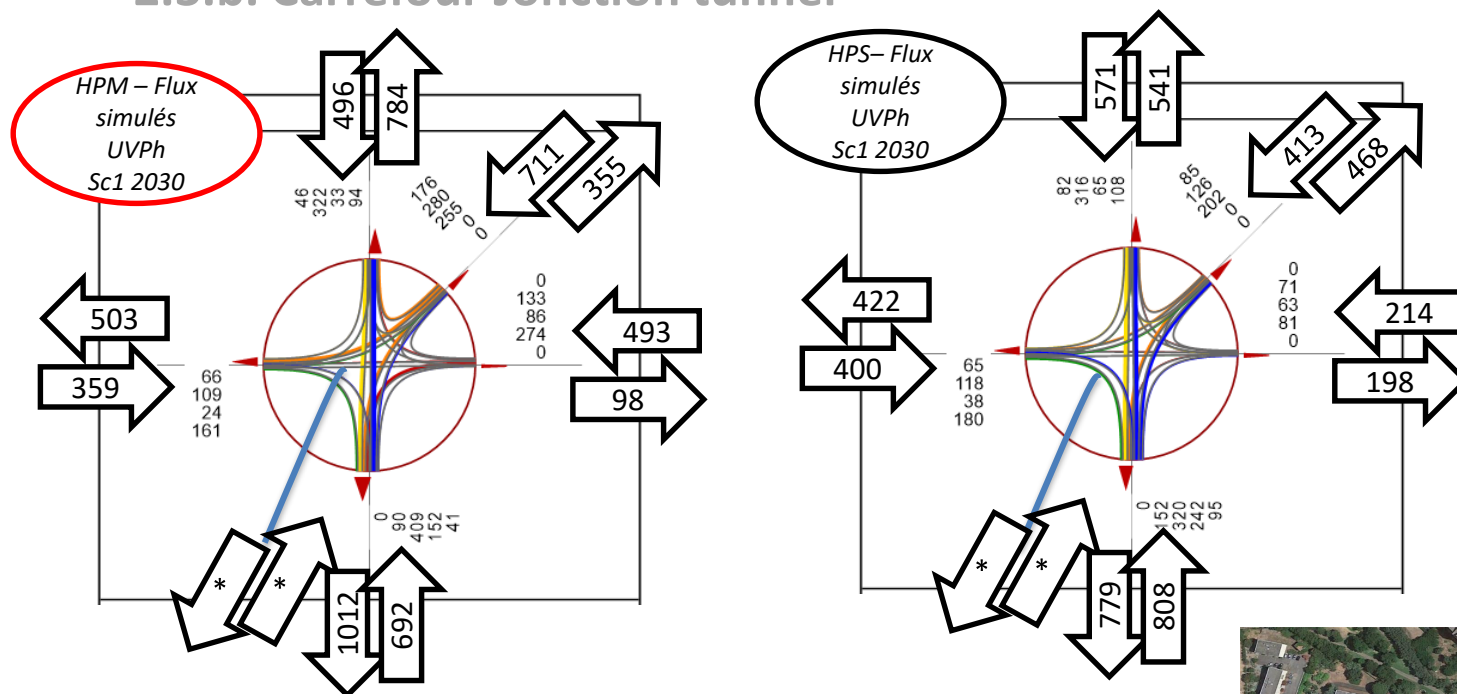
#### 2.3.a. Carrefour Nord



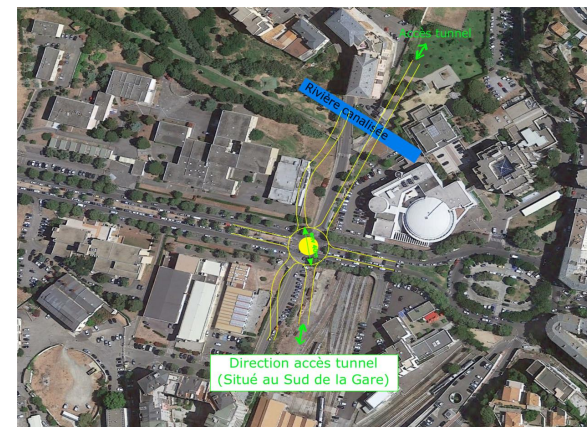
## 2. Résultats des simulations statiques de trafic

### 2.3. Mouvements tournants aux carrefours – SC1 2030

#### 2.3.b. Carrefour Jonction tunnel



\*La rue Marcel Paul n'est pas modélisée car il s'agit d'une voie locale non prise en compte dans la mission de modélisation initiale. Les flux sont d'ordre de grandeur local (environ 100 UVPh/sens, et influenceront très peu sur le fonctionnement du giratoire).

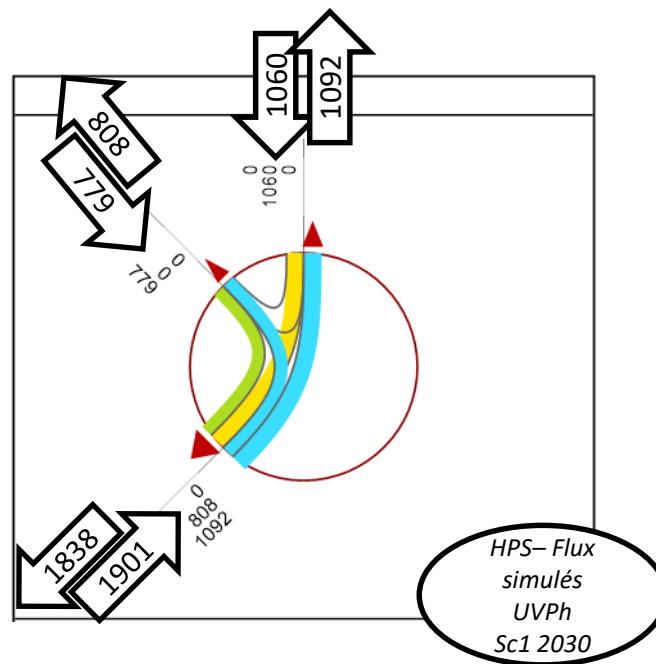
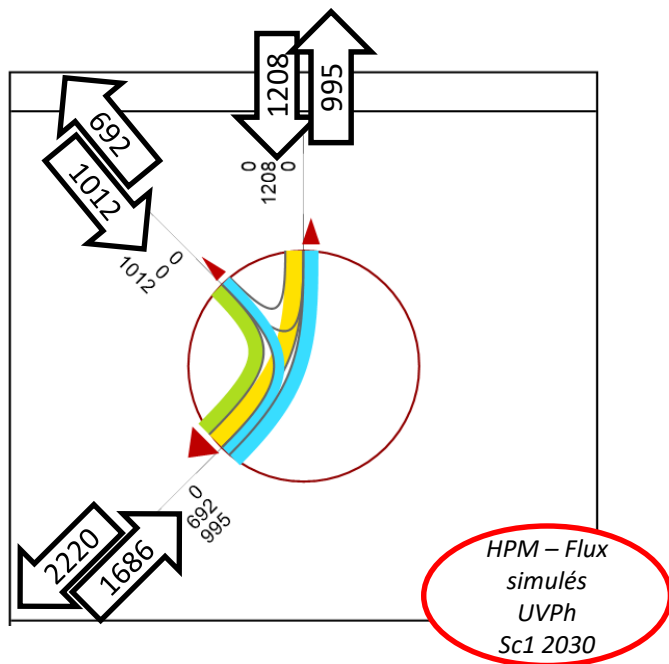




## 2. Résultats des simulations statiques de trafic

### 2.3. Mouvements tournants aux carrefours – SC1 2030

#### 2.3.c. Carrefour Sud



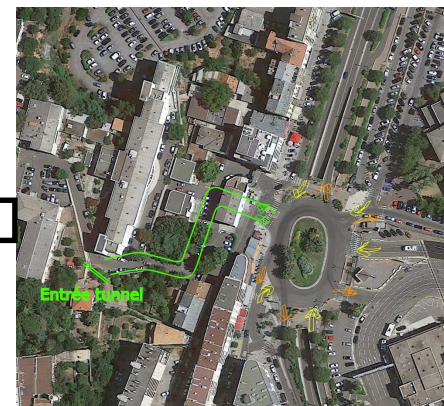
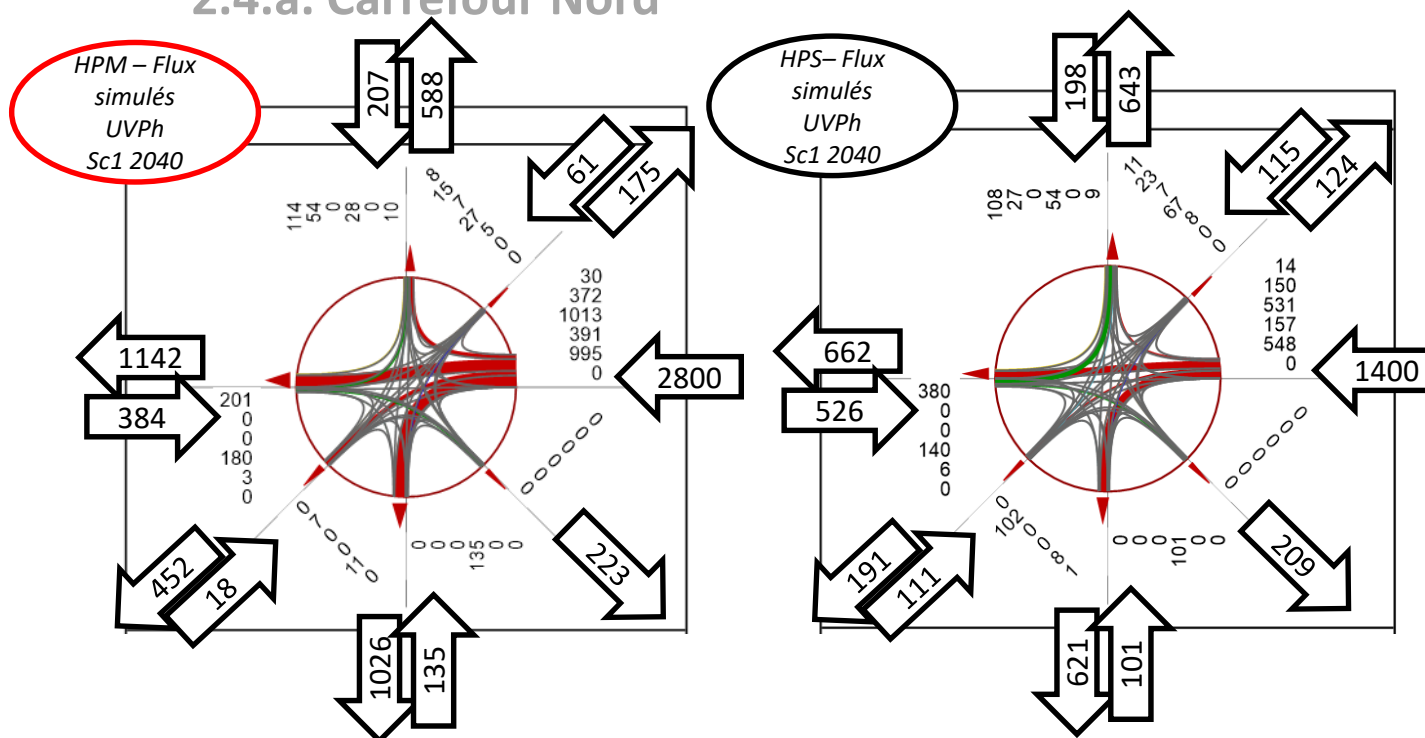
Scénario 1  
Schéma d'aménagement  
Accès Sud tunnel



## 2. Résultats des simulations statiques de trafic

### 2.4. Mouvements tournants aux carrefours – SC1 2040

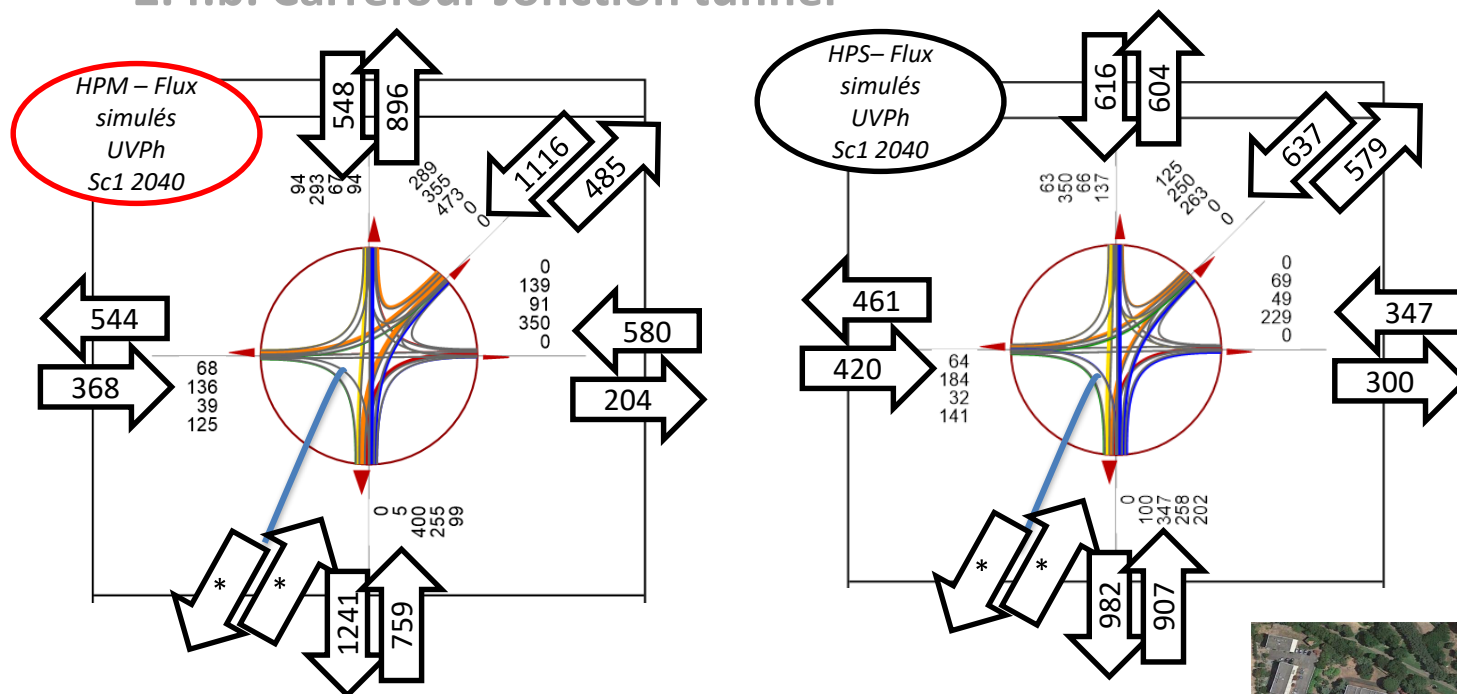
#### 2.4.a. Carrefour Nord



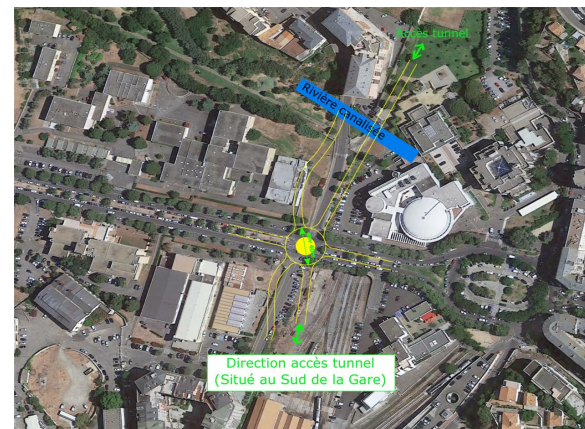
## 2. Résultats des simulations statiques de trafic

### 2.4. Mouvements tournants aux carrefours – SC1 2040

#### 2.4.b. Carrefour Jonction tunnel



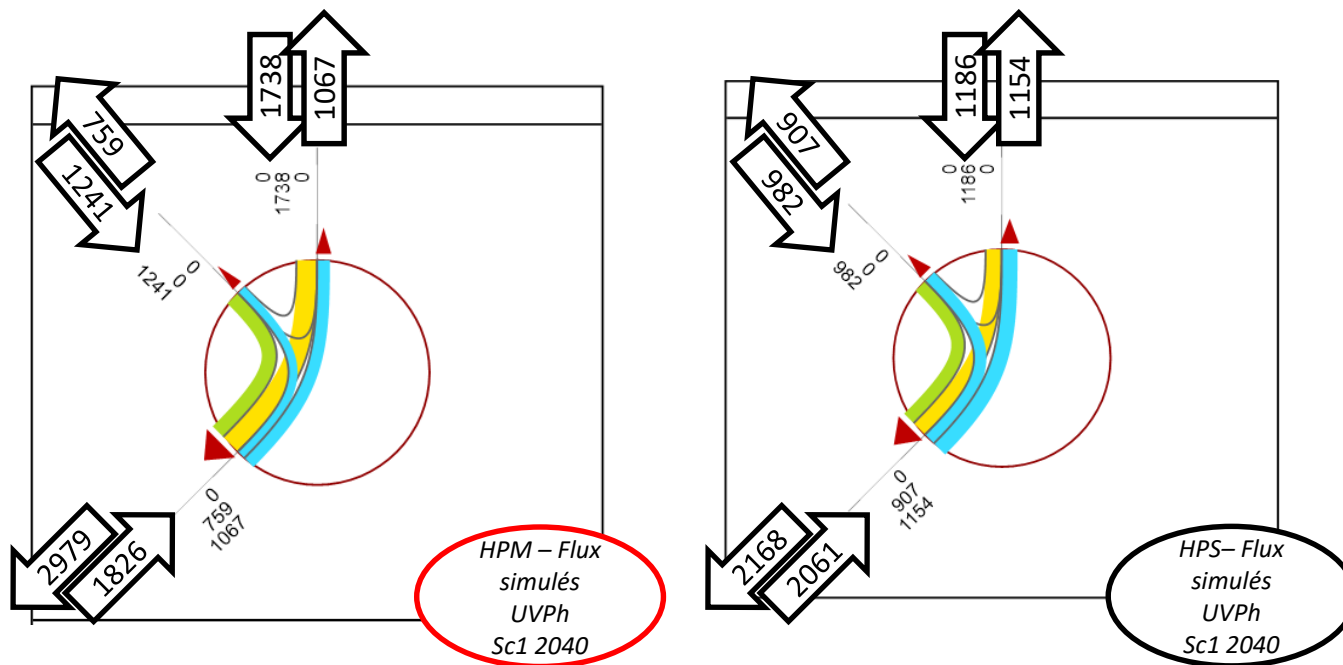
\*La rue Marcel Paul n'est pas modélisée car il s'agit d'une voie locale non prise en compte dans la mission de modélisation initiale. Les flux sont d'ordre de grandeur local (environ 100 UVPh/sens, et influenceront très peu sur le fonctionnement du giratoire).



## 2. Résultats des simulations statiques de trafic

### 2.4. Mouvements tournants aux carrefours – SC1 2040

#### 2.4.c. Carrefour Sud

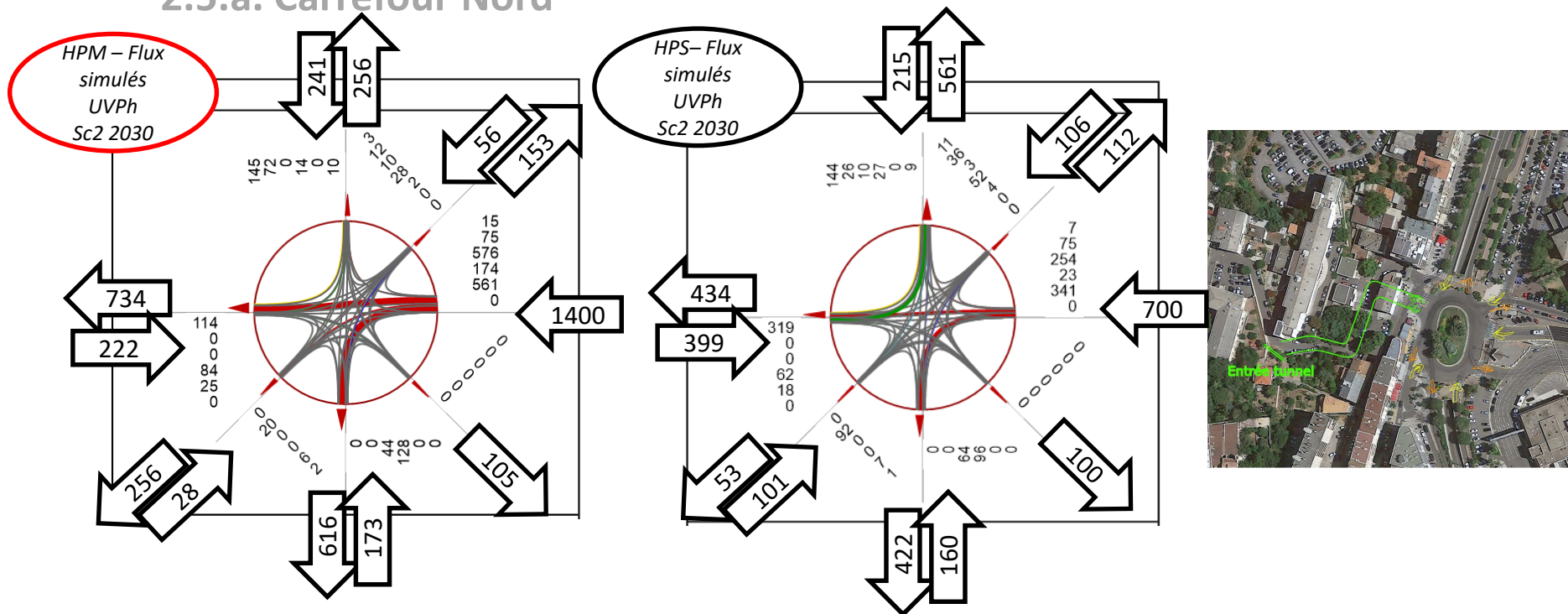


Scénario 1  
Schéma d'aménagement  
Accès Sud tunnel

## 2. Résultats des simulations statiques de trafic

### 2.5. Mouvements tournants aux carrefours – SC2 2030

#### 2.5.a. Carrefour Nord

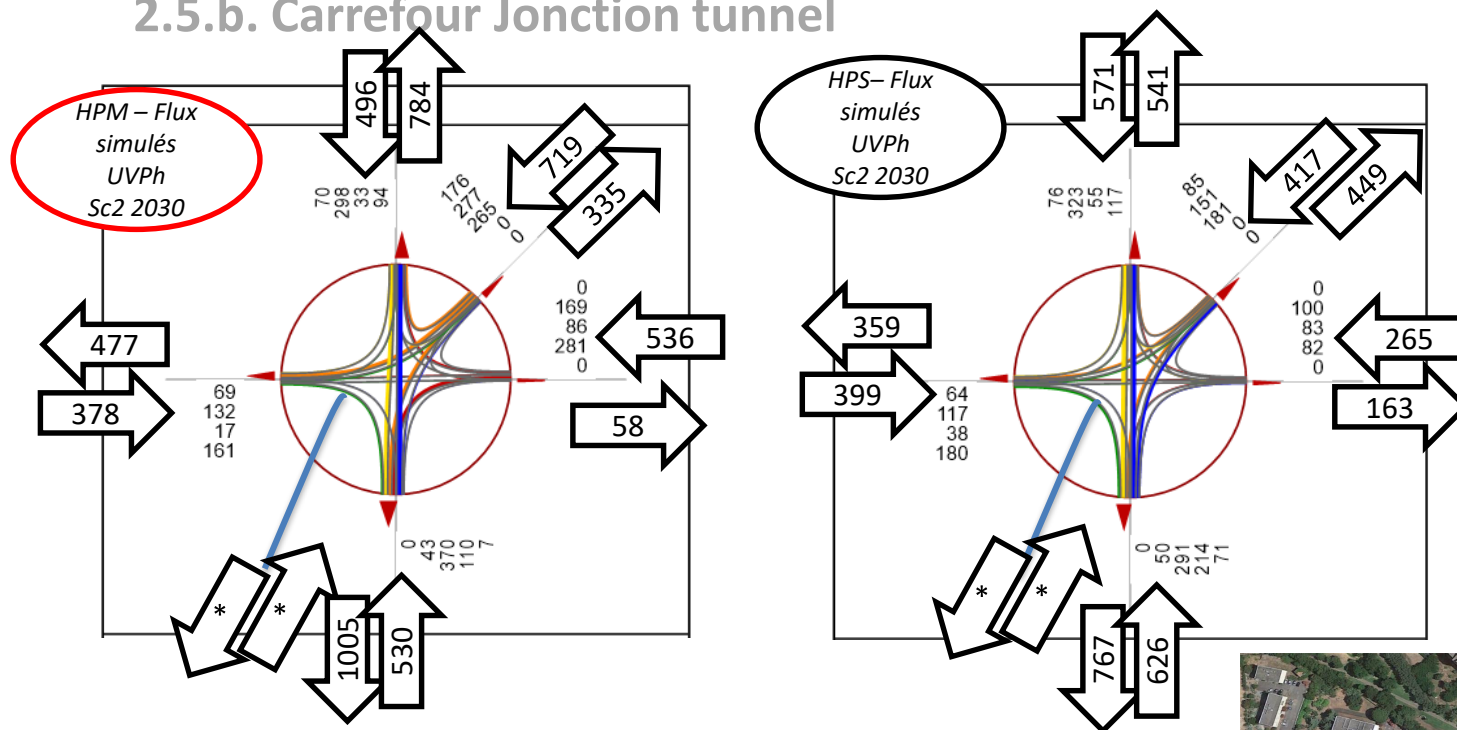




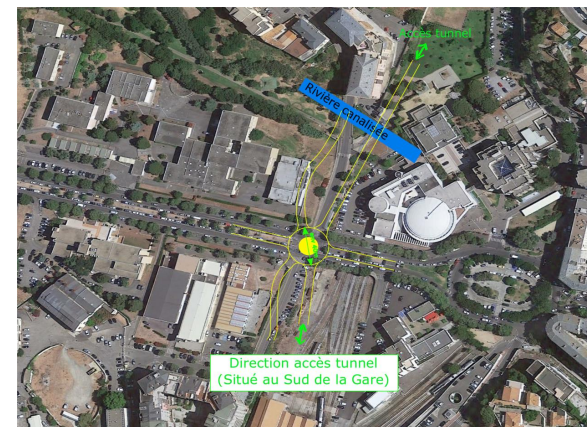
## 2. Résultats des simulations statiques de trafic

### 2.5. Mouvements tournants aux carrefours – SC2 2030

#### 2.5.b. Carrefour Jonction tunnel



\*La rue Marcel Paul n'est pas modélisée car il s'agit d'une voie locale non prise en compte dans la mission de modélisation initiale. Les flux sont d'ordre de grandeur local (environ 100 UVPh/sens, et influenceront très peu sur le fonctionnement du giratoire).

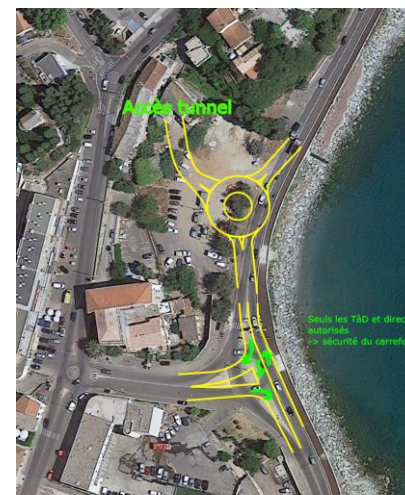
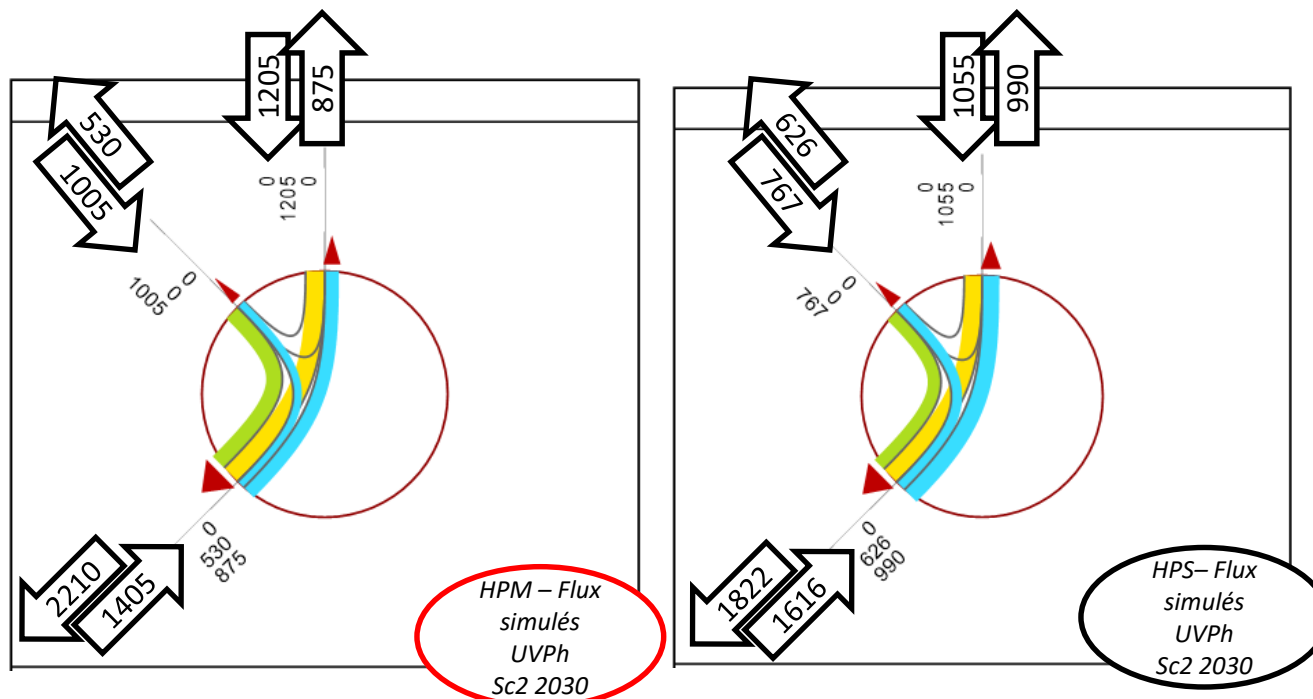




## 2. Résultats des simulations statiques de trafic

### 2.5. Mouvements tournants aux carrefours – SC2 2030

#### 2.5.c. Carrefour Sud

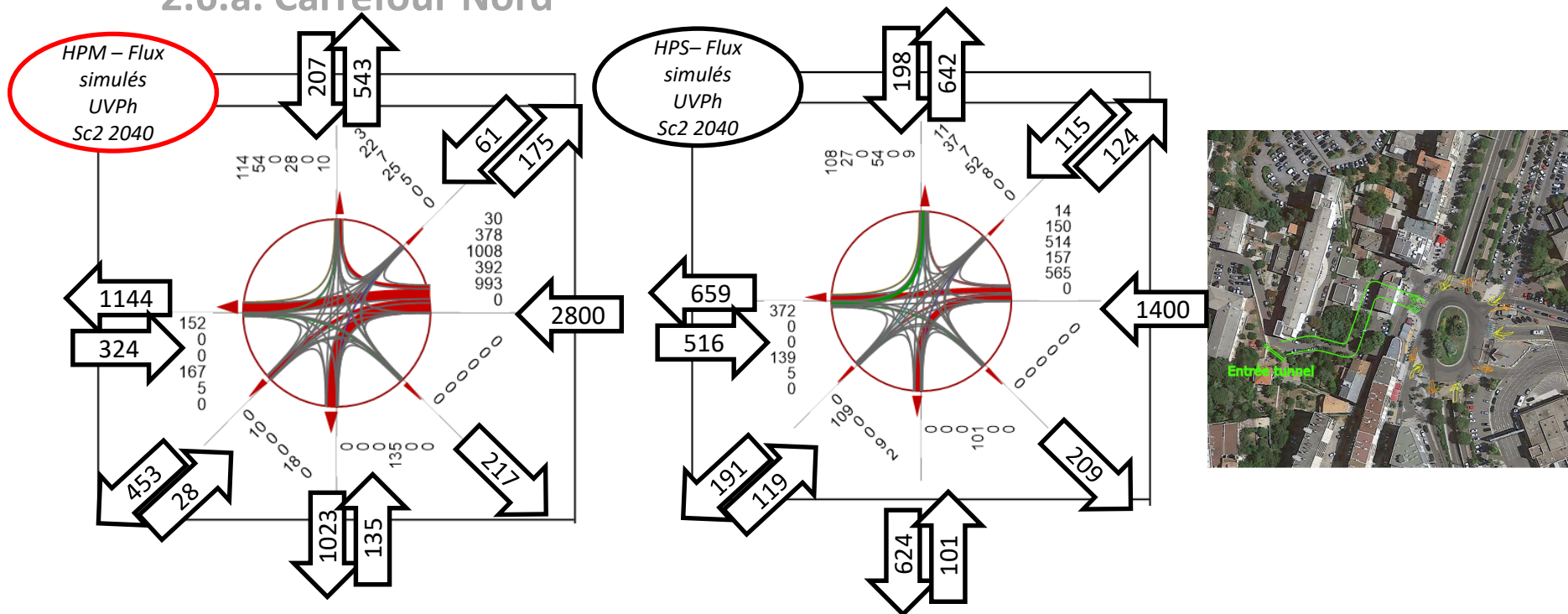


Scénario 2  
Schéma d'aménagement  
Accès Sud tunnel

## 2. Résultats des simulations statiques de trafic

### 2.6. Mouvements tournants aux carrefours – SC2 2040

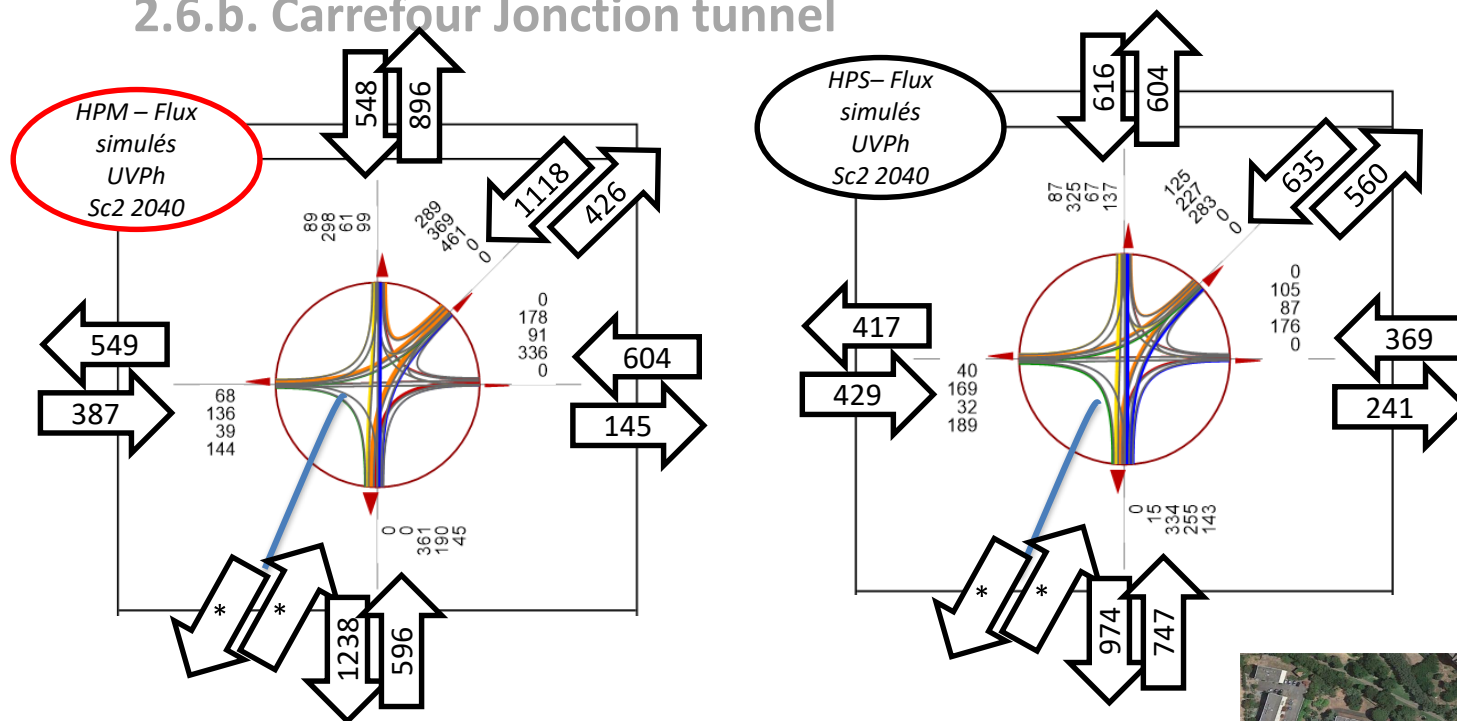
#### 2.6.a. Carrefour Nord



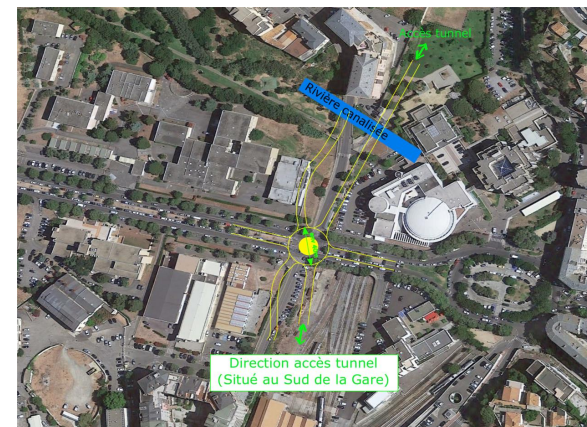
## 2. Résultats des simulations statiques de trafic

### 2.6. Mouvements tournants aux carrefours – SC2 2040

#### 2.6.b. Carrefour Jonction tunnel



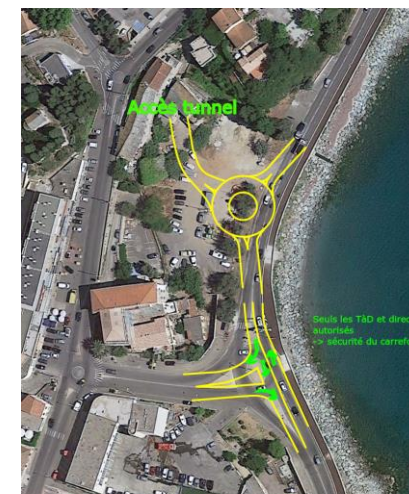
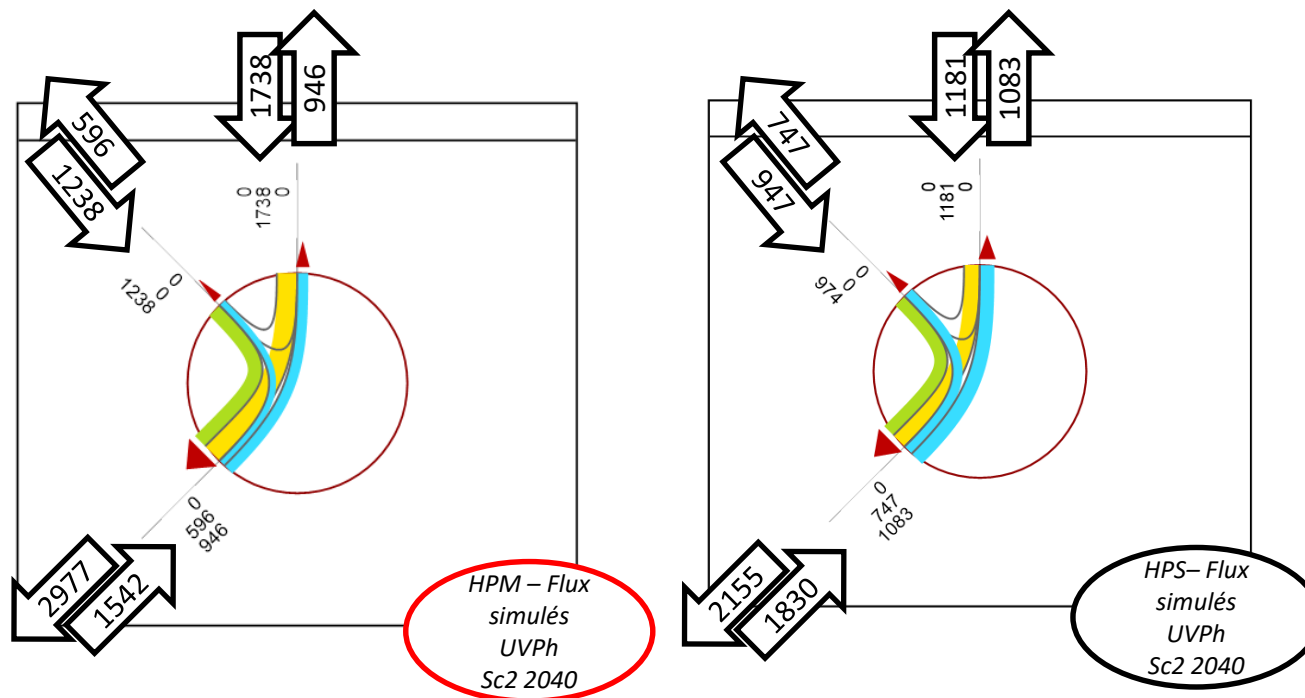
\*La rue Marcel Paul n'est pas modélisée car il s'agit d'une voie locale non prise en compte dans la mission de modélisation initiale. Les flux sont d'ordre de grandeur local (environ 100 UVPh/sens, et influenceront très peu sur le fonctionnement du giratoire).



## 2. Résultats des simulations statiques de trafic

### 2.6. Mouvements tournants aux carrefours – SC2 2040

#### 2.6.c. Carrefour Sud



Scénario 2  
Schéma d'aménagement  
Accès Sud tunnel

### 3. Fonctionnements des carrefours

Calculs de capacités réalisés à l'aide du logiciel Girabase.

**TRAVAIL EN COURS**



# 3. Fonctionnements des carrefours

## 3.1. Horizon 2030

### 3.1.a. Carrefour Nord

SC1 HPM

|   |           | Réserve de Capacité |      | Longueur de Stockage |          | Temps d'Attente |       |
|---|-----------|---------------------|------|----------------------|----------|-----------------|-------|
|   |           | en uvp/h            | en % | moyenne              | maximale | moyen           | total |
| 1 | Branche 1 | 895                 | 39%  | 0vh                  | 3vh      | 1s              | 0.3h  |
| 2 | Branche 2 | 324                 | 86%  | 0vh                  | 2vh      | 9s              | 0.1h  |
| 3 | Branche 3 | 201                 | 44%  | 1vh                  | 5vh      | 14s             | 1.0h  |
| 4 | Branche 4 | 467                 | 66%  | 0vh                  | 3vh      | 5s              | 0.4h  |
| 5 | Branche 5 | 760                 | 97%  | 0vh                  | 2vh      | 3s              | 0.0h  |
| 6 | Branche 6 | 1260                | 89%  | 0vh                  | 2vh      | 1s              | 0.0h  |
| 7 | Branche 7 |                     |      |                      |          |                 |       |

SC1 HPS

|   |           | Réserve de Capacité |      | Longueur de Stockage |          | Temps d'Attente |       |
|---|-----------|---------------------|------|----------------------|----------|-----------------|-------|
|   |           | en uvp/h            | en % | moyenne              | maximale | moyen           | total |
| 1 | Branche 1 | 1082                | 61%  | 0vh                  | 2vh      | 1s              | 0.2h  |
| 2 | Branche 2 | 472                 | 82%  | 0vh                  | 2vh      | 5s              | 0.2h  |
| 3 | Branche 3 | 606                 | 74%  | 0vh                  | 3vh      | 4s              | 0.2h  |
| 4 | Branche 4 | 694                 | 63%  | 0vh                  | 3vh      | 3s              | 0.3h  |
| 5 | Branche 5 | 755                 | 89%  | 0vh                  | 2vh      | 3s              | 0.1h  |
| 6 | Branche 6 | 925                 | 86%  | 0vh                  | 2vh      | 2s              | 0.1h  |
| 7 | Branche 7 |                     |      |                      |          |                 |       |

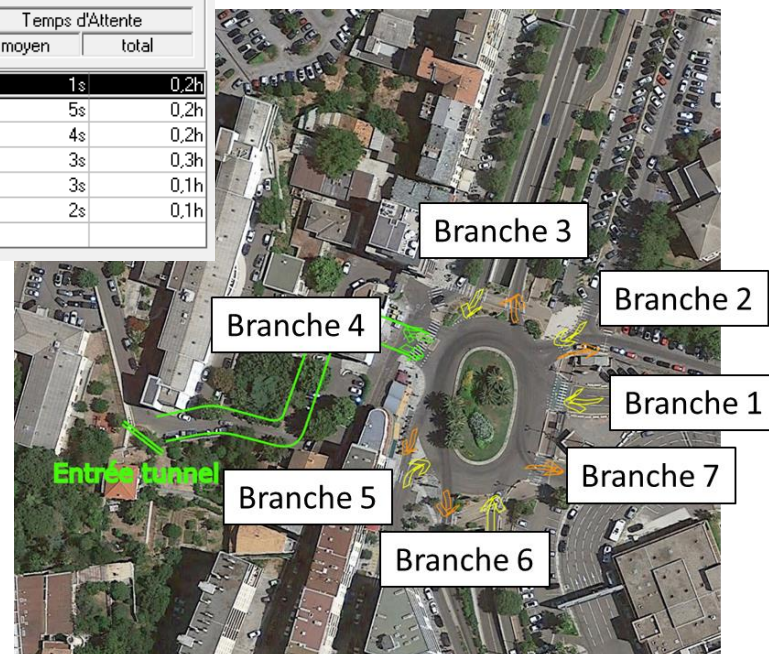
SC2 HPM

SC2HPS

En cours

Hypothèses :

- Géométrie actuelle
- Une voie/sens sur le nouvel accès vers tunnel



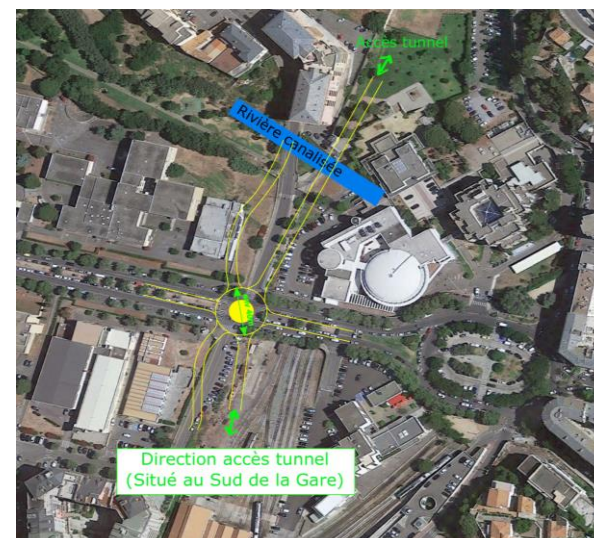
# 3. Fonctionnements des carrefours

## 3.1. Horizon 2030

### 3.1.b. Carrefour jonction des deux tunnels

Hypothèses :

- 1 file/sens pour chaque entrée



SC1 HPM

|   |           | Réserve de Capacité |      | Longueur de Stockage |          | Temps d'Attente |       |
|---|-----------|---------------------|------|----------------------|----------|-----------------|-------|
|   |           | en uvp/h            | en % | moyenne              | maximale | moyen           | total |
| 1 | Branche 1 | 293                 | 37%  | 1vh                  | 5vh      | 8s              | 1.1h  |
| 2 | Branche 2 | -73                 | -11% | 36vh                 | 104vh    | 205s            | 40.5h |
| 3 | Branche 3 | 143                 | 22%  | 2vh                  | 9vh      | 18s             | 2.5h  |
| 4 | Branche 4 | 311                 | 46%  | 1vh                  | 4vh      | 8s              | 0.8h  |
| 5 | Branche 5 | 615                 | 47%  | 1vh                  | 4vh      | 3s              | 0.5h  |

SC1 HPS

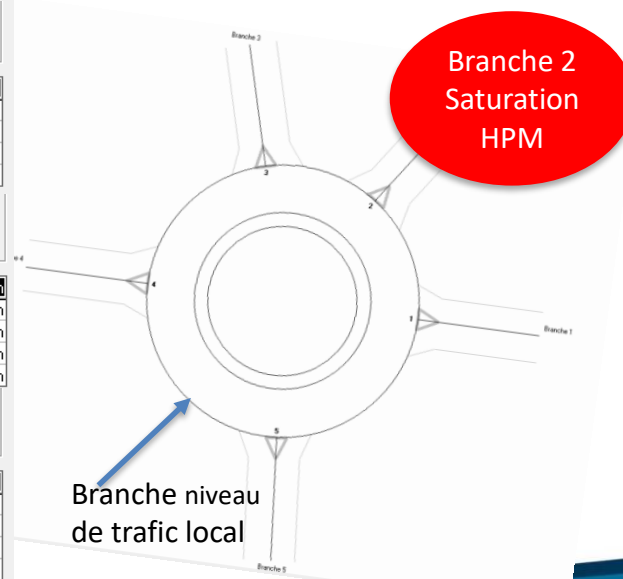
|   |           | Réserve de Capacité |      | Longueur de Stockage |          | Temps d'Attente |       |
|---|-----------|---------------------|------|----------------------|----------|-----------------|-------|
|   |           | en uvp/h            | en % | moyenne              | maximale | moyen           | total |
| 1 | Branche 1 | 495                 | 70%  | 0vh                  | 3vh      | 5s              | 0.3h  |
| 2 | Branche 2 | 439                 | 52%  | 1vh                  | 4vh      | 5s              | 0.6h  |
| 3 | Branche 3 | 405                 | 42%  | 1vh                  | 4vh      | 5s              | 0.8h  |
| 4 | Branche 4 | 449                 | 53%  | 1vh                  | 4vh      | 5s              | 0.6h  |
| 5 | Branche 5 | 426                 | 34%  | 1vh                  | 5vh      | 4s              | 0.9h  |

SC2 HPM

|   |           | Réserve de Capacité |      | Longueur de Stockage |          | Temps d'Attente |       |
|---|-----------|---------------------|------|----------------------|----------|-----------------|-------|
|   |           | en uvp/h            | en % | moyenne              | maximale | moyen           | total |
| 1 | Branche 1 | 344                 | 39%  | 1vh                  | 5vh      | 6s              | 1.0h  |
| 2 | Branche 2 | -51                 | -8%  | 30vh                 | 88vh     | 163s            | 32.4h |
| 3 | Branche 3 | 165                 | 25%  | 2vh                  | 8vh      | 15s             | 2.1h  |
| 4 | Branche 4 | 300                 | 44%  | 1vh                  | 5vh      | 8s              | 0.9h  |
| 5 | Branche 5 | 748                 | 59%  | 0vh                  | 3vh      | 2s              | 0.3h  |

SC2HPS

|   |           | Réserve de Capacité |      | Longueur de Stockage |          | Temps d'Attente |       |
|---|-----------|---------------------|------|----------------------|----------|-----------------|-------|
|   |           | en uvp/h            | en % | moyenne              | maximale | moyen           | total |
| 1 | Branche 1 | 556                 | 68%  | 0vh                  | 3vh      | 4s              | 0.3h  |
| 2 | Branche 2 | 512                 | 55%  | 0vh                  | 3vh      | 4s              | 0.5h  |
| 3 | Branche 3 | 473                 | 45%  | 1vh                  | 4vh      | 4s              | 0.7h  |
| 4 | Branche 4 | 462                 | 54%  | 1vh                  | 4vh      | 5s              | 0.5h  |
| 5 | Branche 5 | 596                 | 49%  | 0vh                  | 3vh      | 3s              | 0.5h  |



## 3. Fonctionnements des carrefours

### 3.1. Horizon 2030

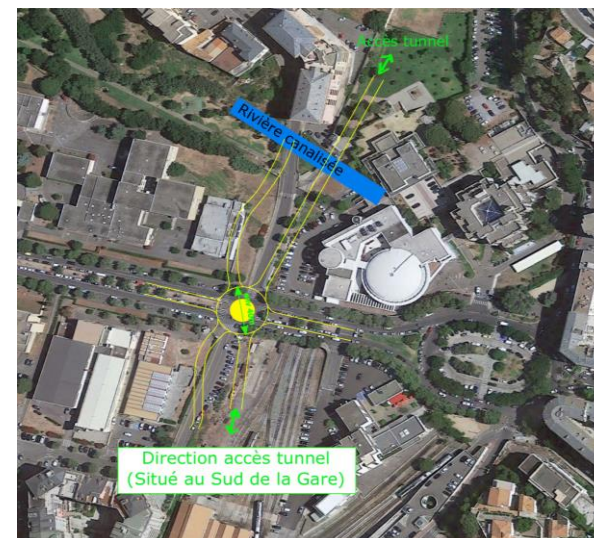
#### 3.1.b. Carrefour jonction des deux tunnels

Hypothèses :

- 2 file en entrée depuis les voies du tunnel
- 1 file sur les autres entrées.
- 1 file pour toutes les sortie.

Préconisations :

- 2 files sur XX mètres au Nord.
- 2 files sur XX mètres au Sud.



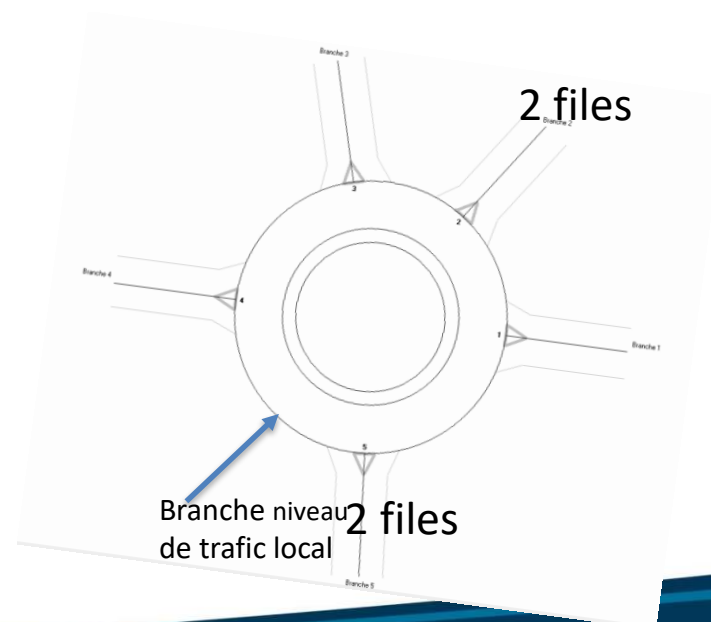
SC1 HPM

SC1 HPS

SC2 HPM

SC2HPS

En cours





# 3. Fonctionnements des carrefours

## 3.1. Horizon 2030

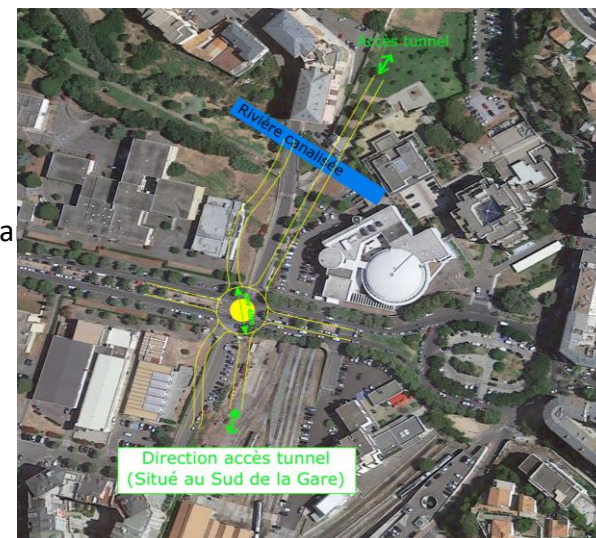
### 3.1.b. Carrefour jonction des deux tunnels

Hypothèses :

- Suppression de la branche Nord (chemin de l'Annonciade et report des flux sur la branche Ouest)
- 2 file en entrée depuis les voies du tunnel
- Nombre de files à déterminer sur branche Ouest
- 1 file sur branche Est et sur rue Marcel Paul.
- 1 file pour toutes les sortie.

Préconisations :

- 2 files sur XX mètres au Nord.
- 2 files sur XX mètres au Sud.
- 2 files sur XX mètres sur branche Ouest (avenue Jean Zucarelli)

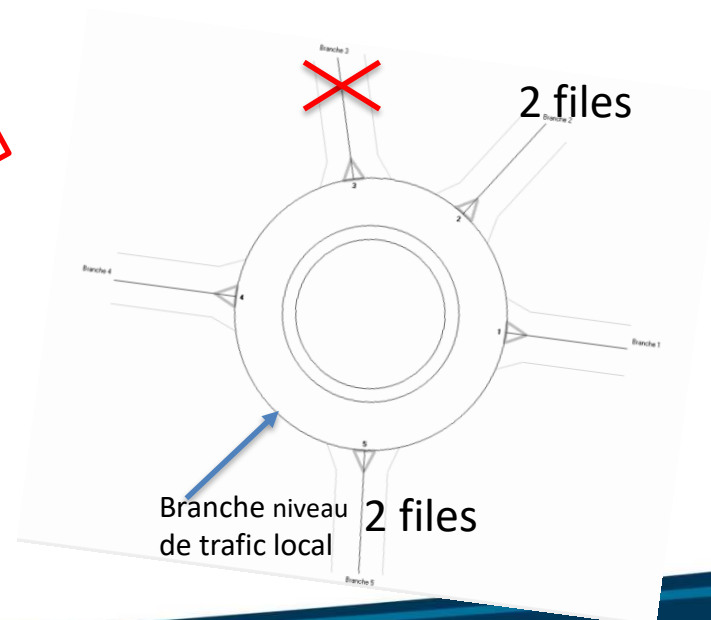
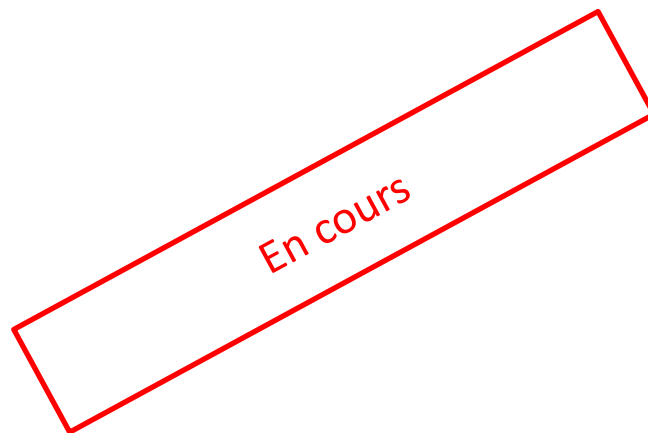


SC1 HPM

SC1 HPS

SC2 HPM

SC2HPS



# 3. Fonctionnements des carrefours

## 3.1. Horizon 2030

### 3.1.c. Carrefour Sud

Hypothèses :

- 1 file/sens pour chaque entrée



SC1 HPM

|   |           | Réserve de Capacité |      | Longueur de Stockage |          | Temps d'Attente |       |
|---|-----------|---------------------|------|----------------------|----------|-----------------|-------|
|   |           | en uvp/h            | en % | moyenne              | maximale | moyen           | total |
| 1 | Branche 1 | -292                | -32% | 146vh                | 369vh    | 573s            | 192h  |
| 2 | Branche 2 | -461                | -84% | 230vh                | 483vh    | 1504s           | 423h  |
| 3 | Branche 3 | 297                 | 15%  | 2vh                  | 8vh      | 4s              | 1,9h  |

SC1 HPS

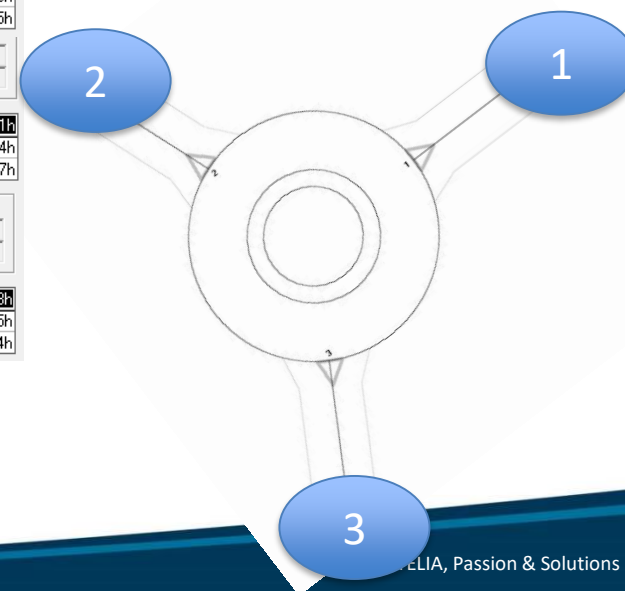
|   |           | Réserve de Capacité |      | Longueur de Stockage |          | Temps d'Attente |       |
|---|-----------|---------------------|------|----------------------|----------|-----------------|-------|
|   |           | en uvp/h            | en % | moyenne              | maximale | moyen           | total |
| 1 | Branche 1 | -252                | -31% | 126vh                | 320vh    | 562s            | 165h  |
| 2 | Branche 2 | -146                | -23% | 73vh                 | 193vh    | 414s            | 89,5h |
| 3 | Branche 3 | 84                  | 4%   | 29vh                 | 90vh     | 56s             | 29,5h |

SC2 HPM

|   |           | Réserve de Capacité |      | Longueur de Stockage |          | Temps d'Attente |       |
|---|-----------|---------------------|------|----------------------|----------|-----------------|-------|
|   |           | en uvp/h            | en % | moyenne              | maximale | moyen           | total |
| 1 | Branche 1 | -111                | -10% | 56vh                 | 158vh    | 183s            | 61,1h |
| 2 | Branche 2 | -442                | -78% | 221vh                | 470vh    | 1412s           | 394h  |
| 3 | Branche 3 | 579                 | 29%  | 1vh                  | 4vh      | 2s              | 0,7h  |

SC2HPS

|   |           | Réserve de Capacité |      | Longueur de Stockage |          | Temps d'Attente |       |
|---|-----------|---------------------|------|----------------------|----------|-----------------|-------|
|   |           | en uvp/h            | en % | moyenne              | maximale | moyen           | total |
| 1 | Branche 1 | -364                | -53% | 182vh                | 422vh    | 947s            | 278h  |
| 2 | Branche 2 | -138                | -22% | 69vh                 | 185vh    | 397s            | 84,5h |
| 3 | Branche 3 | 368                 | 19%  | 1vh                  | 6vh      | 3s              | 1,4h  |





## 3. Fonctionnements des carrefours

### 3.1. Horizon 2030

#### 3.1.c. Carrefour Sud

Hypothèses :

- 2 files/sens pour chaque entrée

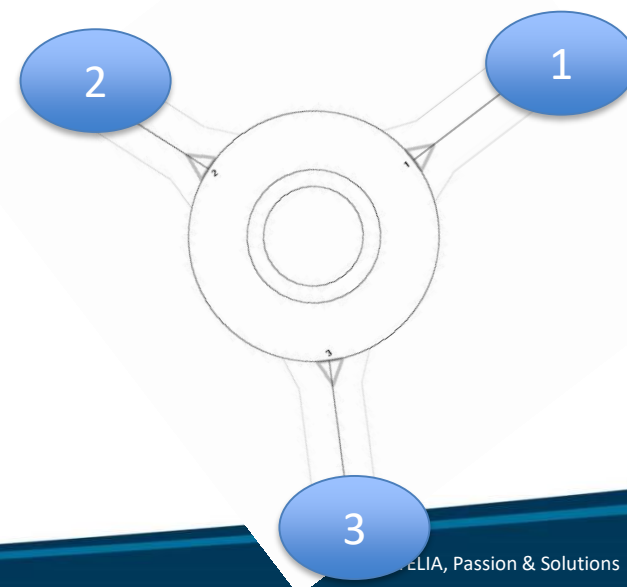
SC1 HPM

SC1 HPS

SC2 HPM

SC2HPS

En cours



# Conclusions

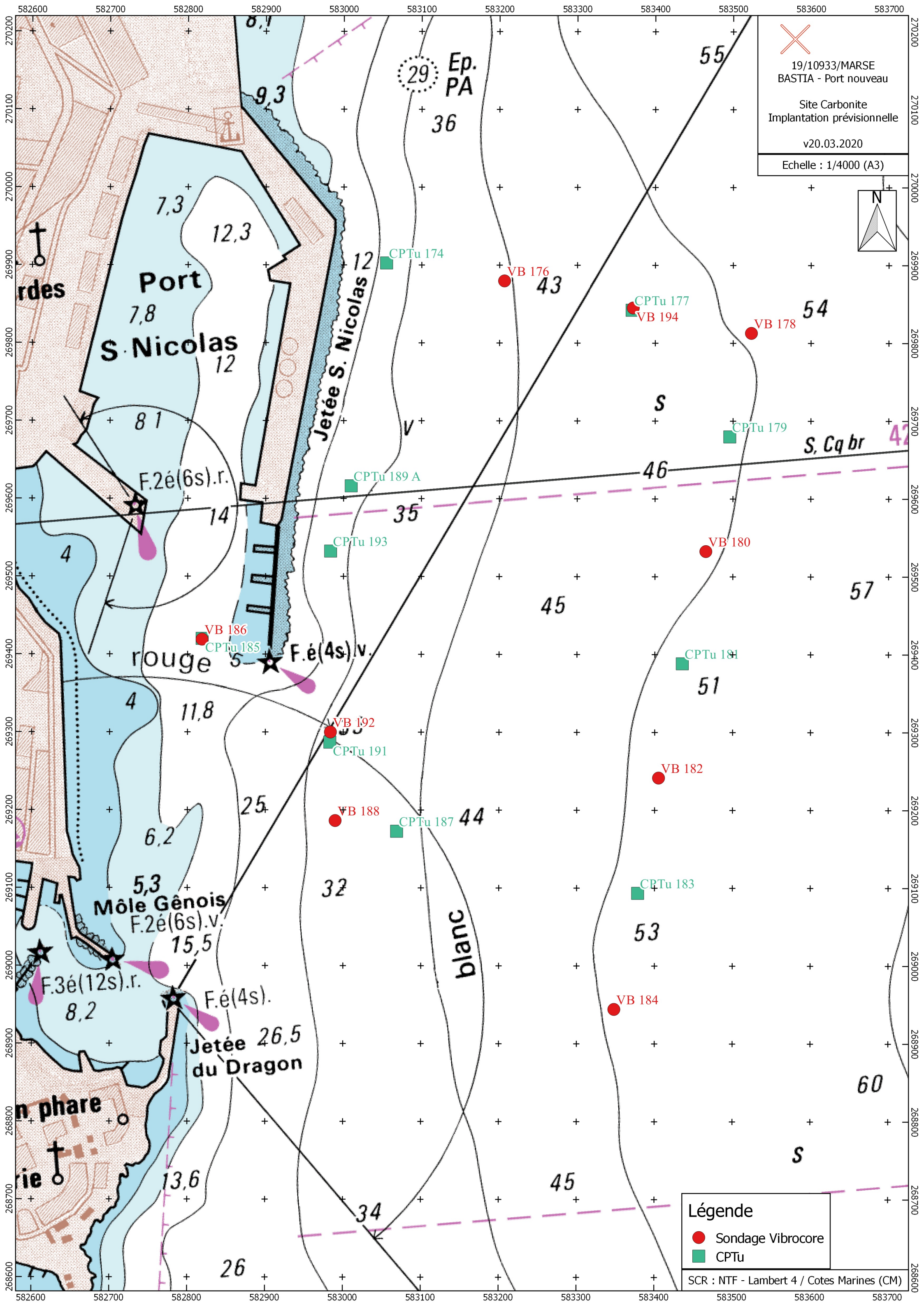
En cours

# Annexes

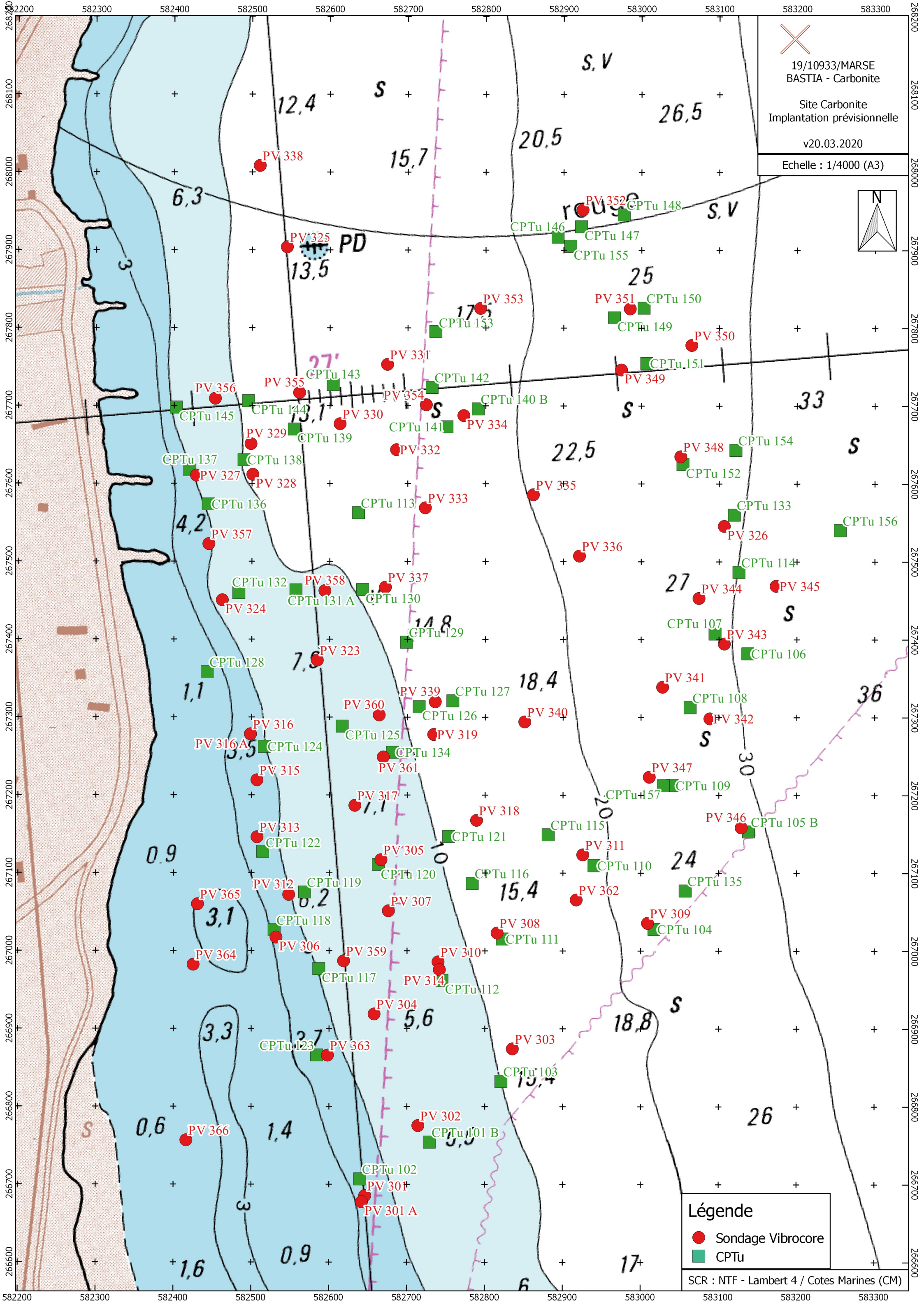


| VERSION  | DESCRIPTION | ÉTABLI PAR                | CONTRÔLÉ PAR | APPROUVÉ PAR | DATE |
|--|-------------|---------------------------|--------------|--------------|------|
|  |             | Emilie NGUYEN<br>VAN SANG |              |              |      |
|  |             |                           |              |              |      |
| <p><b>ARTELIA - MOBILITE et INFRASTRUCTURE</b><br/>47, avenue de Lugo · 94600 Choisy-le-Roi · France</p> <p><u>Contact responsable de mission :</u><br/>Emilie NGUYEN VAN SANG<br/>E-mail : emilie.nguyen-van-sang@arteliagroup.com<br/>Mob. : +33 (0) 6 11 37 92 52</p> |             |                           |              |              |      |

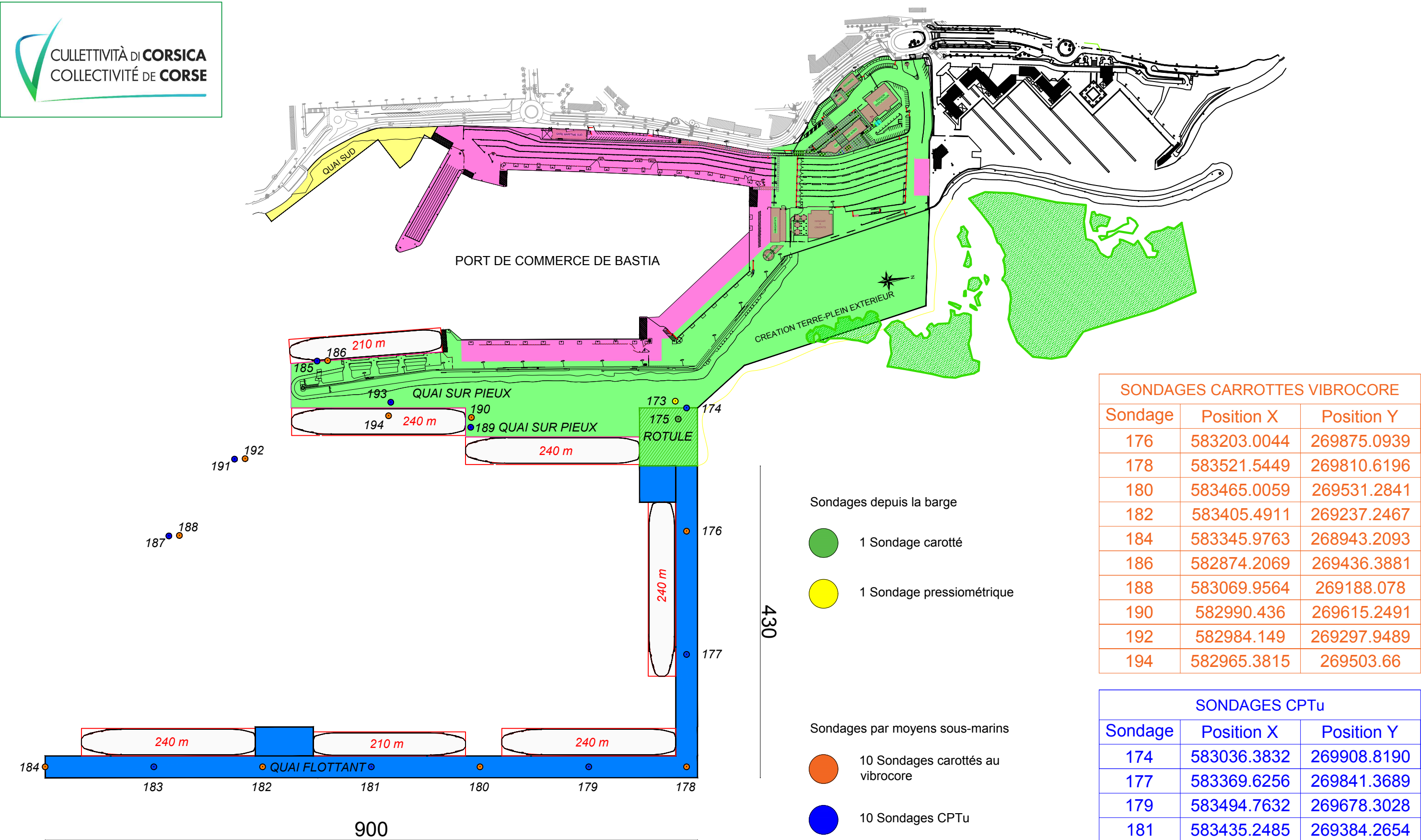












| SONDAGES CARROTTES VIBROCORE |             |             |
|------------------------------|-------------|-------------|
| Sondage                      | Position X  | Position Y  |
| 176                          | 583203.0044 | 269875.0939 |
| 178                          | 583521.5449 | 269810.6196 |
| 180                          | 583465.0059 | 269531.2841 |
| 182                          | 583405.4911 | 269237.2467 |
| 184                          | 583345.9763 | 268943.2093 |
| 186                          | 582874.2069 | 269436.3881 |
| 188                          | 583069.9564 | 269188.078  |
| 190                          | 582990.436  | 269615.2491 |
| 192                          | 582984.149  | 269297.9489 |
| 194                          | 582965.3815 | 269503.66   |

| SONDAGES CPTu |             |             |
|---------------|-------------|-------------|
| Sondage       | Position X  | Position Y  |
| 174           | 583036.3832 | 269908.8190 |
| 177           | 583369.6256 | 269841.3689 |
| 179           | 583494.7632 | 269678.3028 |
| 181           | 583435.2485 | 269384.2654 |
| 183           | 583375.7337 | 269090.2280 |
| 185           | 582871.9586 | 269421.9636 |
| 187           | 583067.708  | 269173.6535 |
| 189           | 583003.4711 | 269611.6163 |
| 191           | 582981.9007 | 269283.5244 |
| 193           | 582947.7696 | 269510.323  |

| SONDAGES PRESSIOMETRIQUES |             |             |
|---------------------------|-------------|-------------|
| Sondage                   | Position X  | Position Y  |
| 173                       | 583024.1917 | 269895.4102 |

| SONDAGES CARROTTES BARGE |             |             |
|--------------------------|-------------|-------------|
| Sondage                  | Position X  | Position Y  |
| 175                      | 583049.1738 | 269894.4648 |





| SONDAGES CARROTTES BARGE                  |           |           |
|---|-----------|-----------|
| COVADIS – Liste des points topographiques |           |           |
| MAT                                       | X         | Y         |
| CB .1                                     | 582673.17 | 267745.24 |
| CB .2                                     | 582767.77 | 267685.81 |
| CB .3                                     | 582684.50 | 267645.33 |
| CB .4                                     | 582497.37 | 267648.97 |
| CB .5                                     | 582495.42 | 267606.56 |
| CB .6                                     | 582403.25 | 267662.28 |
| CB .7                                     | 582459.70 | 267434.52 |
| CB .8                                     | 582666.57 | 267465.97 |
| CB .9                                     | 582733.32 | 267316.96 |
| CB .10                                    | 582490.97 | 267280.06 |
| CB .11                                    | 582635.89 | 267099.97 |
| CB .12                                    | 582508.84 | 267217.45 |
| CB .13                                    | 582501.88 | 267141.33 |
| CB .14                                    | 582786.86 | 267167.18 |
| CB .15                                    | 582922.79 | 267121.25 |
| CB .16                                    | 582697.79 | 267039.65 |
| CB .17                                    | 582546.51 | 267073.25 |
| CB .18                                    | 582528.07 | 267013.97 |
| CB .19                                    | 582821.75 | 267020.50 |
| CB .20                                    | 582654.95 | 266919.92 |
| CB .21                                    | 582822.12 | 266837.73 |
| CB .22                                    | 582536.33 | 266919.80 |
| CB .23                                    | 582631.06 | 266678.58 |

| SONDAGES PRESSIOMETRIQUES                 |           |           |
|---|-----------|-----------|
| COVADIS – Liste des points topographiques |           |           |
| MAT                                       | X         | Y         |
| PB.201                                    | 582740.68 | 267670.19 |
| PB.202                                    | 582675.86 | 267729.35 |
| PB.203                                    | 582682.06 | 267661.62 |
| PB.204                                    | 582493.16 | 267666.50 |
| PB.205                                    | 582495.26 | 267587.33 |
| PB.206                                    | 582402.73 | 267651.32 |
| PB.207                                    | 582453.84 | 267425.67 |
| PB.208                                    | 582638.03 | 267465.00 |
| PB.209                                    | 582480.96 | 267299.21 |
| PB.210                                    | 582706.04 | 267308.09 |
| PB.211                                    | 582490.34 | 267212.82 |
| PB.212                                    | 582651.74 | 267104.63 |
| PB.213                                    | 582770.11 | 267157.95 |
| PB.214                                    | 582903.03 | 267134.43 |
| PB.215                                    | 582812.04 | 267034.02 |
| PB.216                                    | 582690.64 | 267050.47 |
| PB.217                                    | 582538.47 | 267087.39 |
| PB.218                                    | 582545.89 | 267020.44 |
| PB.219                                    | 582540.30 | 266910.55 |
| PB.220                                    | 582665.47 | 266904.56 |
| PB.221                                    | 582817.91 | 266845.16 |
| PB.222                                    | 582649.89 | 266695.22 |
| PB.223                                    | 582498.10 | 267154.54 |

| SONDAGES CPTU                             |           |           |
|---|-----------|-----------|
| COVADIS – Liste des points topographiques |           |           |
| MAT                                       | X         | Y         |
| CTPU.101                                  | 582731.39 | 266750.47 |
| CTPU.102                                  | 582640.69 | 266705.12 |
| CTPU.103                                  | 582826.92 | 266831.12 |
| CTPU.104                                  | 583017.77 | 267024.43 |
| CTPU.105                                  | 583140.73 | 267150.95 |
| CTPU.106                                  | 583139.97 | 267380.06 |
| CTPU.107                                  | 583096.29 | 267403.04 |
| CTPU.108                                  | 583062.92 | 267310.05 |
| CTPU.109                                  | 583034.76 | 267208.94 |
| CTPU.110                                  | 582940.63 | 267110.18 |
| CTPU.111                                  | 582827.00 | 267013.72 |
| CTPU.112                                  | 582742.77 | 266962.42 |
| CTPU.113                                  | 582637.94 | 267563.36 |
| CTPU.114                                  | 583125.66 | 267478.51 |
| CTPU.115                                  | 582880.79 | 267147.76 |
| CTPU.116                                  | 582784.32 | 267085.48 |
| CTPU.117                                  | 582587.91 | 266973.86 |
| CTPU.118                                  | 582531.22 | 267024.16 |
| CTPU.119                                  | 582570.98 | 267072.43 |
| CTPU.120                                  | 582661.42 | 267109.17 |
| CTPU.121                                  | 582752.58 | 267147.72 |
| CTPU.122                                  | 582514.57 | 267127.40 |
| CTPU.123                                  | 582586.33 | 266865.28 |
| CTPU.124                                  | 582516.16 | 267259.38 |
| CTPU.125                                  | 582611.23 | 267284.33 |
| CTPU.126                                  | 582714.11 | 267310.98 |
| CTPU.127                                  | 582761.31 | 267322.61 |
| CTPU.128                                  | 582442.55 | 267353.84 |
| CTPU.129                                  | 582700.67 | 267395.54 |
| CTPU.130                                  | 582646.90 | 267465.13 |
| CTPU.131                                  | 582557.10 | 267459.79 |
| CTPU.132                                  | 582484.89 | 267457.10 |
| CTPU.133                                  | 583120.34 | 267560.38 |
| CTPU.134                                  | 582683.73 | 267252.79 |
| CTPU.135                                  | 583064.02 | 267079.26 |
| CTPU.136                                  | 582447.01 | 267575.59 |
| CTPU.137                                  | 582418.88 | 267615.02 |
| CTPU.138                                  | 582490.40 | 267627.83 |
| CTPU.139                                  | 582553.93 | 267667.06 |
| CTPU.140                                  | 582792.11 | 267690.53 |
| CTPU.141                                  | 582749.85 | 267671.99 |
| CTPU.142                                  | 582734.84 | 267721.11 |
| CTPU.143                                  | 582604.56 | 267722.59 |
| CTPU.144                                  | 582504.63 | 267705.35 |
| CTPU.145                                  | 582406.18 | 267690.03 |
| CTPU.146                                  | 582893.39 | 267912.14 |
| CTPU.147                                  | 582926.07 | 267929.21 |
| CTPU.148                                  | 582960.65 | 267943.28 |
| CTPU.149                                  | 582969.84 | 267812.24 |
| CTPU.150                                  | 583003.78 | 267826.18 |
| CTPU.151                                  | 583007.79 | 267754.76 |
| CTPU.152                                  | 583052.98 | 267620.82 |
| CTPU.153                                  | 582735.94 | 267789.12 |

| SONDAGES VIBROCORES                       |           |            |
|---|-----------|------------|
| COVADIS – Liste des points topographiques |           |            |
| MAT                                       | X         | Y          |
| PV.301                                    | 582647.30 | 266681.54  |
| PV.302                                    | 582709.32 | 266774.84  |
| PV.303                                    | 582813.10 | 266853.05  |
| PV.304                                    | 582656.81 | 266916.52  |
| PV.305                                    | 582692.91 | 267119.84  |
| PV.306                                    | 582532.21 | 267015.49  |
| PV.307                                    | 582699.47 | 267036.75  |
| PV.308                                    | 582819.88 | 267022.82  |
| PV.309                                    | 583009.32 | 267031.04  |
| PV.310                                    | 582968.69 | 267095.72  |
| PV.311                                    | 582926.58 | 267119.93  |
| PV.312                                    | 582548.42 | 267070.02  |
| PV.313                                    | 582506.60 | 267142.90  |
| PV.314                                    | 582761.55 | 266972.75  |
| PV.315                                    | 582513.53 | 267219.04  |
| PV.316                                    | 582495.47 | 267281.67  |
| PV.317                                    | 582626.59 | 267185.74  |
| PV.318                                    | 582790.76 | 267168.67  |
| PV.319                                    | 582732.96 | 267275.54  |
| PV.320                                    | 582454.56 | 267302.80  |
| PV.321                                    | 582445.12 | 267385.86  |
| PV.322                                    | 582487.41 | 267429.72  |
| PV.323                                    | 582582.32 | 267368.42  |
| PV.324                                    | 582462.90 | 267437.70  |
| PV.325                                    | 582547.95 | 267896.06  |
| PV.326                                    | 583100.43 | 267542.00  |
| PV.327                                    | 582421.54 | 267605.72  |
| PV.328                                    | 582501.47 | 267607.88  |
| PV.329                                    | 582496.21 | 267653.51  |
| PV.330                                    | 582612.75 | 267672.64  |
| PV.331                                    | 582672.76 | 267748.51  |
| PV.332                                    | 582685.15 | 267641.37  |
| PV.333                                    | 582723.55 | 267568.45  |
| PV.334                                    | 582771.01 | 267686.67  |
| PV.335                                    | 582858.24 | 267583.63  |
| PV.336                                    | 582918.13 | 267503.64  |
| PV.337                                    | 582670.93 | 267466.36  |
| PV.338                                    | 582512.52 | 268005.69  |
| PV.339                                    | 582737.21 | 267317.71  |
| PV.340                                    | 582856.69 | 267293.55  |
| PV.341                                    | 583030.21 | 267332.44  |
| PV.342                                    | 583088.22 | 267295.57  |
| PV.343                                    | 583114.05 | 267394.39  |
| PV.344                                    | 583076.00 | 267452.39  |
| PV.345                                    | 583168.98 | 267461.64  |
| PV.346                                    | 583128.88 | 267157.37  |
| PV.347                                    | 583008.79 | 267223.00  |
| PV.348                                    | 583048.66 | 267630.32  |
| PV.349                                    | 582971.47 | 267739.71  |
| PV.350                                    | 583062.45 | 267772.89  |
| PV.351                                    | 582985.93 | 267819.69  |
| PV.352                                    | 582919.65 | 267945.58  |
| PV.353                                    | 582793.13 | 267821.32  |
| PV.354                                    | 582721.94 | 267698.99  |
| PV.355                                    | 582559.73 | 267713.48  |
| PV.356                                    | 582466.90 | 267699.213 |
| PV.357                                    | 582441.59 | 267519.78  |
| PV.358                                    | 582604.75 | 267462.45  |
| PV.359                                    | 582617.88 | 266985.98  |
| PV.360                                    | 582658.48 | 267295.88  |
| PV.361                                    | 582669.03 | 267246.80  |
| PV.362                                    | 582918.76 | 267062.36  |
| PV.363                                    | 582599.62 | 266865.31  |

Sondages depuis la barge

23 Sondages carottés

23 Sondages  
pressiométriques

Sondages par moyens sous-marins

53 Sondages CPTu

63 Sondages carottés  
au vibrocore



---

## **GRAND PORT BASTIA-CORSE**



### **MISSION D'ETUDES POUR LE PROJET DE PORT DE COMMERCE SUR LE SITE DE LA CARBONITE**

### **MISSION M4 : PREMIERES ETUDES GEOTECHNIQUES**

## **RAPPORT M4-R2 : MISSION INGENIERIE G1PGC**

Groupement :  
ARTELIA Eau & Environnement  
ARTELIA Ville & Transport  
Bureau d'études techniques Pozzo Di Borgo





## N° 8 71 35 12 M4-R2 - Rapport M4-R2 : MISSION INGENIERIE G1PGC

|         |                                    |           |         |          |          |
|---------|------------------------------------|-----------|---------|----------|----------|
|         |                                    |           |         |          |          |
|         |                                    |           |         |          |          |
|         |                                    |           |         |          |          |
|         |                                    |           |         |          |          |
| V1      | Première version pour commentaires | GEOTEC    | TP      | CHC      | 15/06/15 |
| Version | Description                        | Rédaction | Vérifié | Approuvé | Date     |

# SOMMAIRE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. CONTEXTE</b>  | <b>3</b>  |
| <b>1.1. LE PROJET DU PORT DE LA CARBONITE</b>                 | <b>3</b>  |
| <b>1.2. LES ETUDES EN COURS</b>                               | <b>3</b>  |
| 1.2.1. LES COMPOSANTES DU PROJET                              | 3         |
| 1.2.2. LES ETUDES ATTRIBUEES AU GROUPEMENT                    | 4         |
| <b>1.3. OBJECTIF DU PRESENT DOCUMENT</b>                      | <b>5</b>  |
| <b>2. CADRE GEOLOGIQUE</b>                                    | <b>6</b>  |
| <b>2.1. CADRE GEOLOGIQUE GENERAL</b>                          | <b>6</b>  |
| <b>3. CONTEXTE DU SITE ET APPROCHE DU MODELE GEOTECHNIQUE</b> | <b>7</b>  |
| <b>3.1. DEFINITION DES SECTEURS</b>                           | <b>7</b>  |
| <b>3.2. SECTEUR 1</b>   | <b>8</b>  |
| 3.2.1. ETAT ACTUEL  | 8         |
| 3.2.2. NATURE ET CARACTERISTIQUES GENERALES DES SOLS          | 9         |
| 3.2.3. PRINCIPES GENERAUX DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES          | 10        |
| <b>3.3. SECTEUR 2</b>   | <b>10</b> |
| 3.3.1. ETAT ACTUEL  | 10        |
| 3.3.2. NATURE ET CARACTERISTIQUES GENERALES DES SOLS          | 11        |
| 3.3.3. PRINCIPES GENERAUX DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES          | 12        |
| <b>3.4. SECTEUR 3</b>   | <b>13</b> |
| 3.4.1. ETAT ACTUEL  | 13        |
| 3.4.2. NATURE ET CARACTERISTIQUES GENERALES DES SOLS          | 13        |
| 3.4.3. PRINCIPES GENERAUX DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES          | 14        |
| <b>3.5. SECTEUR 4</b>   | <b>14</b> |
| 3.5.1. ETAT ACTUEL  | 14        |
| 3.5.2. NATURE ET CARACTERISTIQUES GENERALES DES SOLS          | 15        |
| 3.5.3. PRINCIPES GENERAUX DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES          | 15        |
| <b>3.6. RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES</b>                  | <b>15</b> |
| <b>4. RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET</b>     | <b>17</b> |
| <b>BIBLIOGRAPHIE</b>  | <b>18</b> |

## FIGURES

|  |    |
|--|----|
| Figure 1. Localisation du projet du port de la Carbonite.....                        | 3  |
| Figure 2. Indication sommaire du périmètre et des composantes du projet .....        | 4  |
| Figure 3. Extrait de la carte géologique édité par le BRGM .....                     | 6  |
| Figure 4. Extrait de la carte géologique BRGM avec positionnement des secteurs ..... | 7  |
| Figures 5. Photographies du secteur 1 .....  | 8  |
| Figures 6. Talus amont et ouvrages actuels dans le talus .....                       | 8  |
| Figures 7. Zone remblayée en bord de voirie.....                                     | 9  |
| Figures 8. Sables de la plage et alluvions remblayées .....                          | 9  |
| Figures 9. Photographie du secteur 2 .....   | 11 |
| Figures 10. Photographie du secteur 2 .....  | 11 |
| Figures 11. Photographies de la voirie actuelle .....                                | 13 |
| Figures 12. Photographies du secteur 3.....  | 13 |
| Figures 13. Photographies depuis la voirie actuelle .....                            | 14 |
| Figures 14. Photographies depuis la route départementale actuelle .....              | 15 |

# 1. CONTEXTE

## 1.1. LE PROJET DU PORT DE LA CARBONITE

Depuis 2002, le projet d'un développement portuaire à Bastia a fait l'objet de nombreuses études permettant de définir les scénarios envisageables sur le port actuel et sur des sites nouveaux. Les conclusions du débat Public de 2007 a conduit l'Assemblée de Corse à retenir le site de la Carbonite (voir la Figure 1) pour le développement d'un nouveau port.



**Figure 1. Localisation du projet du port de la Carbonite**

Ce projet de nouveau port sur le site de la Carbonite était cependant conditionné par l'obtention d'une dérogation par le Conseil National de Protection de la Nature (CNPN) pour destructions d'espèces protégées. Compte tenu des enjeux, un Comité Scientifique indépendant a été mis en place.

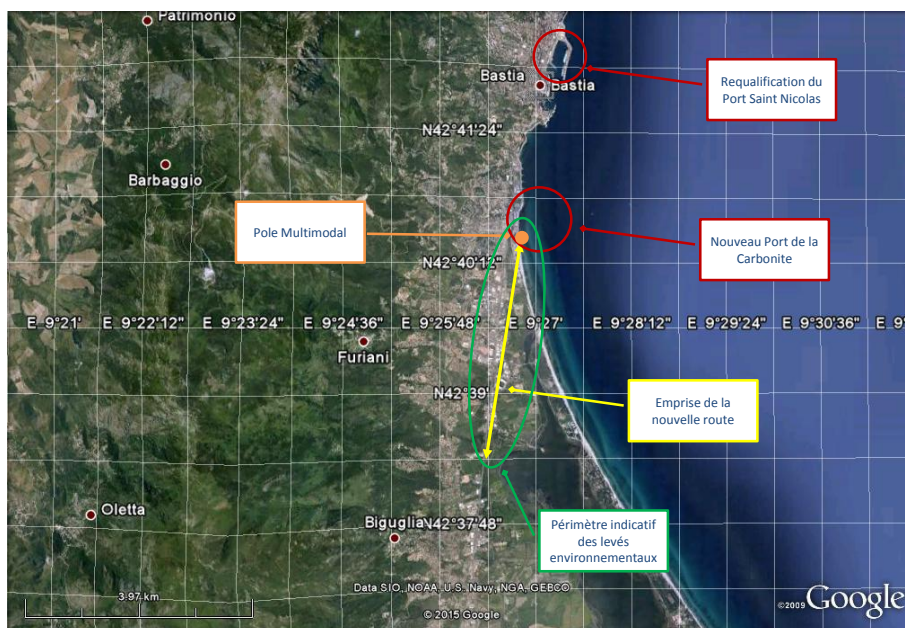
Des études complémentaires juridiques, environnementales, économiques et techniques ont permis une actualisation des perspectives de trafics, une optimisation du plan masse, et des propositions par le Comité scientifique de mesures compensatoires, ce qui a conduit le Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel (CSRPN) à donner un avis favorable au projet du nouveau port.

Le 20 décembre 2012, le CNPN rendait lui aussi un avis favorable au projet, ce qui a permis à la Collectivité Territoriale de Corse (CTC ou Maître d'Ouvrage) d'engager la poursuite des études du projet.

## 1.2. LES ETUDES EN COURS

### 1.2.1. Les composantes du projet

Le périmètre du projet et ses quatre principales composantes sont indiqués dans la figure suivante.



**Figure 2. Indication sommaire du périmètre et des composantes du projet**

Les composantes du projet sont :

1. le projet du nouveau port de la Carbonite ;
2. la nouvelle desserte routière ;
3. un pôle multimodal entre le port et le réseau routier et ferroviaire de connexion sud-nord ;
4. le projet de requalification du port actuel de St Nicolas pour la plaisance, grande plaisance et la croisière.

### 1.2.2. Les études attribuées au Groupement

Avec un contrat en date du 24 mars 2015, la CTC a confié au Groupement formé par ARTELIA et le Cabinet POZZO DI BORGIO (le Groupement, ou Maître d'Œuvre) un ensemble d'études réglementaires techniques, environnementales, économiques, financières et institutionnelles nécessaires pour pouvoir :

- disposer d'un dossier complet qui sera présenté à l'Assemblée de Corse intégrant tous les éléments de décision sur les formes juridiques, organisationnelles et de portage du projet, afin de mettre en place les financements et conditions nécessaires à la construction et à l'exploitation du port et de ses installations connexes ;
- présenter et élaborer, dans le cadre d'une stratégie de communication, un dossier complet, relatif à l'ensemble du projet, et accompagner la CTC dans la concertation publique pour la route.

En particulier, le programme des prestations d'études est organisé comme suit :

- Tranche ferme composée de 9 missions:
  - **Mission 1 :** Établissement d'un dossier pré-opérationnel de présentation du projet, basé sur les études déjà réalisées,



- **Mission 2** : Constitution d'un dossier de présentation du projet dans sa globalité (coût, phasage de réalisation, financement et mode de portage),
- **Mission 3** : Procédure appropriée pour garantir la réalisation du projet au regard de la disponibilité des emprises nécessaires et de la compatibilité des documents d'urbanisme,
- **Mission 4** : Premières études géotechniques et sismiques,
- **Mission 5** : Réalisation des études préliminaires de l'opération : port, desserte routière et pôle multimodal,
- **Mission 6** : Réalisation des relevés faunes et flores et conduire les procédures réglementaires au titre du code de l'environnement pour la desserte routière,
- **Mission 7** : Réalisation des études de recherche et d'approvisionnement des matériaux nécessaires au projet,
- **Mission 8** : Réalisation des procédures liées à l'archéologie préventive,
- **Mission 9** : Organisation de la concertation publique et assurer l'ensemble de la communication sur le projet tout le long des études.
- Tranches conditionnelles correspondant à quatre (4) tranches:
  - **Tranche conditionnelle 1** : Pilotage des études géotechniques nécessaires à la phase projet,
  - **Tranche conditionnelle 2** : Réalisation des études d'avant-projet des infrastructures portuaires,
  - **Tranche conditionnelle 3** : Réalisation des études d'avant-projet des infrastructures routières,
  - **Tranche conditionnelle 4** : Programme et esquisse des bâtiments.

### 1.3. OBJECTIF DU PRESENT DOCUMENT

Le présent document a pour but de définir les principes généraux géotechniques de construction des ouvrages du projet : route, passerelles et bâtiment.

Il est réalisé à partir des données d'archive existantes et est préalable aux investigations géotechniques de la phase Avant-Projet.

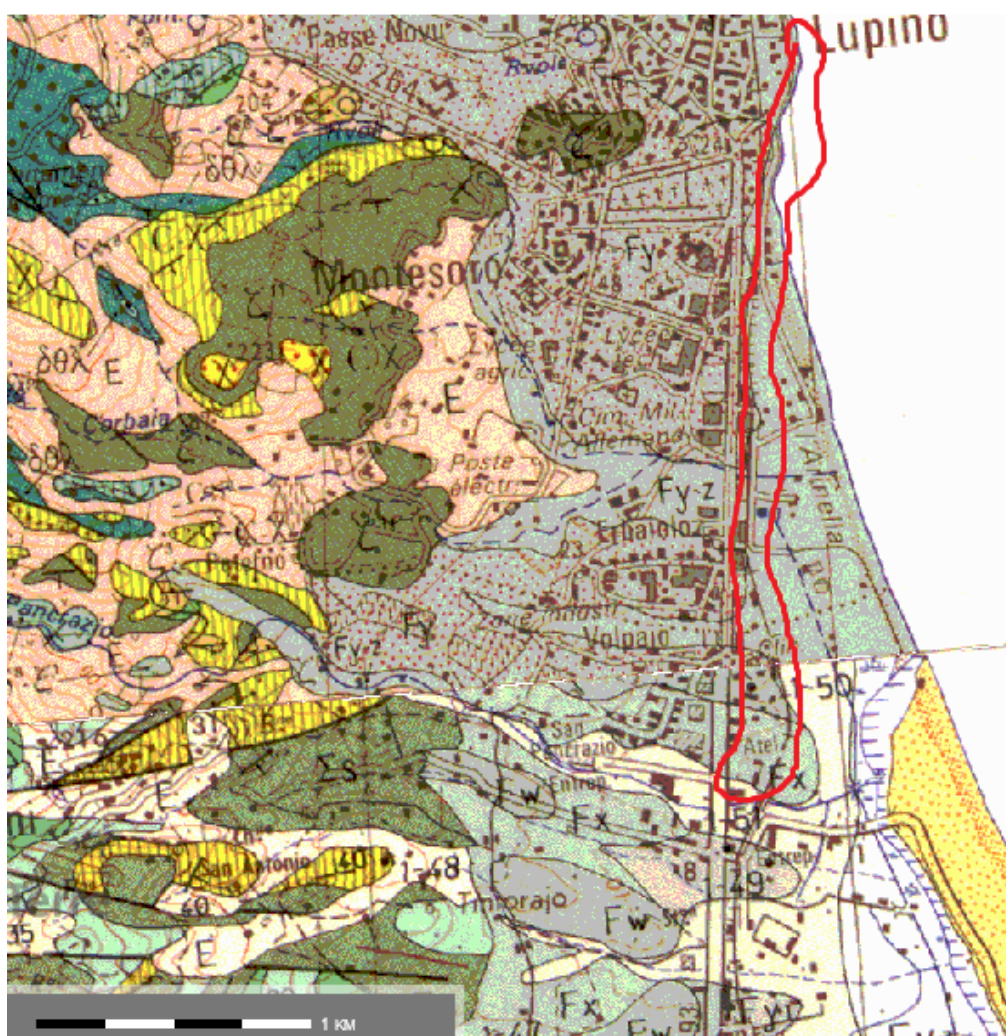
oOo

## 2. CADRE GEOLOGIQUE

### 2.1. CADRE GEOLOGIQUE GENERAL

D'après la carte géologique de Bastia, la géologie attendue est la suivante :

- des sables marins et éoliens au niveau de la côte ;
- des alluvions anciennes et récentes constituées de matériaux argilo-sableux sur une forte épaisseur (plus de 20 à 30m). Ce faciès peut renfermer des galets, des niveaux sableux et des niveaux riches en matière organique ;
- le substratum gneissique.



**Figure 3. Extrait de la carte géologique édité par le BRGM**

### 3.1. DEFINITION DES SECTEURS

**Figure 4.** *Extrait de la carte géologique BRGM avec positionnement des secteurs*



## 3.2. SECTEUR 1

### 3.2.1. ETAT ACTUEL

Le secteur situé le plus au nord (zone de l'Arinella nord) est un secteur relativement plat, constitué par la zone d'érosion marine et limité par le talus présent en amont de la voie ferrée. Ce talus est constitué d'alluvions argilo-sableuses à niveaux de graviers roulés. Des alluvions argileuses à sableuses sont présentes entre la plage et le talus et la plage (présente uniquement dans la partie sud de ce secteur) est constituée de sables.

Ce secteur est également en partie remblayé entre la voirie actuelle et la mer.



**Figures 5. Photographies du secteur 1**



**Figures 6. Talus amont et ouvrages actuels dans le talus**



**Figures 7. Zone remblayée en bord de voirie**



**Figures 8. Sables de la plage et alluvions remblayées**

### 3.2.2. NATURE ET CARACTERISTIQUES GENERALES DES SOLS

Les données d'archive permettent de définir les sols suivants :

- des remblais sablo-graveleux identifiés sur 0.5 à 1.5m d'épaisseur environ. Ce faciès étant d'origine anthropique, sa nature, son épaisseur et ses caractéristiques peuvent très fortement varier. Les caractéristiques mesurées sont les suivantes :
  - $p_l^*$  moyen de 0.6MPa,
  - $E_M$  moyen de 4.5MPa ;
- des sables plus ou moins limoneux peu compacts identifiés sur 3m d'épaisseur environ. Les caractéristiques mesurées sont les suivantes :
  - $p_l^*$  allant de 0.2 à 1.2MPa,
  - $E_M$  allant de 2.3 à 8.3MPa,
  - $Q_c$  allant de 3 à 12MPa ;
- des sables plus ou moins argileux et plus compacts identifiés sur 2 à 4m d'épaisseur environ. Les caractéristiques mesurées sont les suivantes :
  - $p_l^*$  allant de 1.0 à 2.0MPa,



- $E_M$  allant de 10 à 33MPa,
- $Q_c$  allant de 8 à 30MPa ;
- des alluvions argileuses à galets plus compactes identifiées à partir de 7 à 10m de profondeur environ. Les caractéristiques mesurées sont les suivantes :
  - $p_l^*$  allant de 1.4 à 2.2MPa ,
  - $E_M$  allant de 7.5 à 27MPa,
  - $Q_c$  allant de 2 à 18MPa.

### 3.2.3. PRINCIPES GENERAUX DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

Pour des **ouvrages à charges réparties et homogènes**, des solutions de fondations superficielles de type semelles ou radier pourront être envisagées. Un remblai technique pourra s'avérer nécessaire en fonction des cotes projets et de la présence de remblai divers.

Pour des **ouvrages à charges ponctuelles importantes**, du fait des tassements différentiels pouvant être importants, on s'orientera plutôt vers des fondations profondes.

Pour les **ouvrages d'art routier**, des fondations superficielles de type radier ou grandes semelles sont envisageables avec de possibles adaptations en fonctions des tassements absolus et différentiels attendus. La réalisation de fondations profondes ne doit cependant pas être écartée dans le cas d'anomalies géotechniques (remblais, chenal, ...) ou d'ouvrages mitoyens.

Du fait de la présence d'eau à faible profondeur, les **ouvrages enterrés** devront nécessiter des adaptations (drainage, reprise des sous-pressions, cuvelage, ...).

Le projet est situé en limite d'un talus de l'ordre de 5 à 10m de hauteur en un ou plusieurs paliers et qui présente localement des signes d'érosion. Des travaux de terrassements et éventuellement de renforcement (mur de soutènement, drainage, protections superficielles, ...) devront être réalisés en fonction de la géométrie et des niveaux finis des ouvrages projetés.

Les investigations prévues dans le cadre de la mission G2AVP permettront de préciser ces points et d'effectuer les pré-dimensionnements des ouvrages géotechniques.

## 3.3. SECTEUR 2

### 3.3.1. ETAT ACTUEL

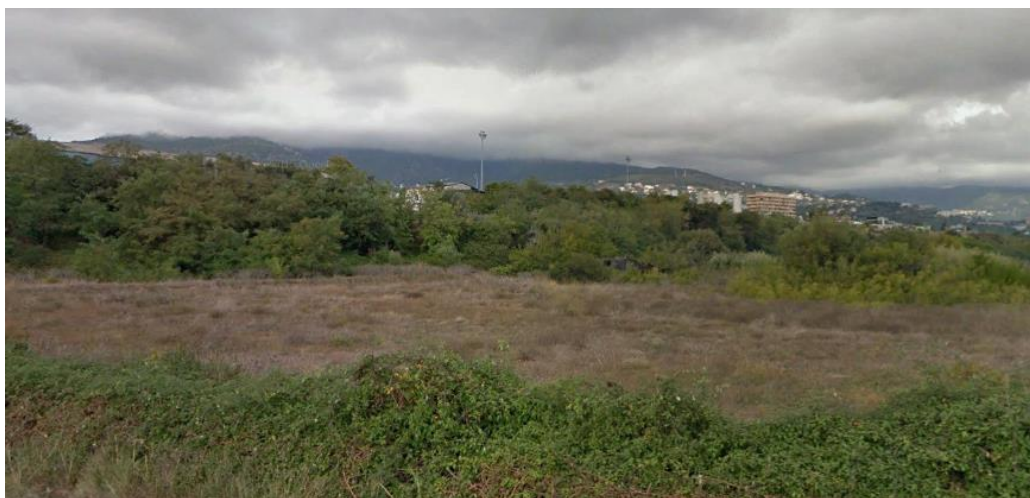
Ce secteur est un secteur relativement plat, constitué par la zone d'érosion marine et limité par le talus présent en amont de la voie ferrée. Ce talus est constitué d'alluvions argilo-sableuses à niveaux de graviers roulés. Des alluvions argileuses à sableuses sont présentes entre la plage et le talus et la plage (présente uniquement dans la partie sud de ce secteur) est constituée de sables.

Ce secteur est également en partie remblayé entre la voirie actuelle et la mer.

La route enjambant la voie ferrée a également nécessité la mise en œuvre d'un important remblai.



**Figures 9. Photographie du secteur 2**



**Figures 10. Photographie du secteur 2**

### 3.3.2. NATURE ET CARACTERISTIQUES GENERALES DES SOLS

Les données d'archive permettent de définir les sols suivants :

- des remblais sablo-graveleux identifiés sur 0 à 1.5m d'épaisseur environ. Ce faciès étant d'origine anthropique, sa nature, son épaisseur et ses caractéristiques peuvent très fortement varier ;
- des sables plus ou moins limoneux peu compacts identifiés sur 3m d'épaisseur environ. Les caractéristiques mesurées sont les suivantes :
  - $p_l^*$  allant de 0.6 à 1.2MPa,
  - $E_M$  allant de 4.5 à 8.3MPa,

- Qc allant de 3 à 12MPa ;
- des sables plus ou moins argileux et plus compacts identifiés sur 2 à 4m d'épaisseur environ. Les caractéristiques mesurées sont les suivantes :
  - $p_l^*$  allant de 1.0 à 2.0MPa,
  - $E_M$  allant de 10 à 21MPa,
  - Qc allant de 8 à 30MPa,
- des alluvions argileuses à galets plus compactes identifiées à partir de 7 à 10m de profondeur environ. Les caractéristiques mesurées sont les suivantes :
  - $p_l^*$  allant de 1.4 à 2.2MPa,
  - $E_M$  allant de 7.5 à 27MPa,
  - Qc allant de 2 à 18MPa.

### 3.3.3. PRINCIPES GENERAUX DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

Pour les **ouvrages d'art routiers**, des fondations superficielles de type radier ou grandes semelles sont envisageables avec de possibles adaptations en fonctions des tassements absolus et différentiels attendus. La réalisation de fondations profondes ne doit cependant pas être écartée dans le cas d'anomalies géotechniques (remblais, chenal, ...) ou d'ouvrages mitoyens.

Des ouvrages en palplanches servant de soutènement et de fondations pourraient s'avérer intéressants du fait de la nature des sols et de la présence d'eau à faible profondeur.

L'importance des remblais à réaliser au niveau de l'ouvrage passant au-dessus de la voie ferrée pourra nécessiter des adaptations et des renforcements de sols pour limiter les tassements en fonction des niveaux finis et des tassements calculés.

Du fait de la présence d'eau à faible profondeur, les ouvrages enterrés devront nécessiter des adaptations (drainage, reprise des sous-pressions, cuvelage, ...).

Les investigations prévues dans le cadre de la mission G2AVP permettront de préciser ces points et d'effectuer les pré-dimensionnements des ouvrages géotechniques.

### 3.4. SECTEUR 3

#### 3.4.1. ETAT ACTUEL

Ce secteur est un secteur relativement plat, constitué par la zone d'érosion marine et limité par la voie ferrée.

Ce secteur est également localement remblayé.



**Figures 11. Photographies de la voirie actuelle**



**Figures 12. Photographies du secteur 3**

#### 3.4.2. NATURE ET CARACTERISTIQUES GENERALES DES SOLS

Les données d'archive permettent de définir les sols suivants :

- localement des remblais ;
- des sables plus ou moins limoneux peu compacts identifiés sur 1 à 3m d'épaisseur environ. Les caractéristiques mesurées sont les suivantes :
  - $pl^*$  de l'ordre de 0.1 à 0.6MPa,
  - $E_M$  allant de 2 à 8MPa ;
- des sables plus ou moins argileux et plus compacts identifiés sur plus de 10m d'épaisseur. Les caractéristiques mesurées sont les suivantes :
  - $pl^*$  allant de 1.2 à 3.8MPa,
  - $E_M$  allant de 8 à 39MPa.



### 3.4.3. PRINCIPES GENERAUX DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

Pour les **ouvrages d'art routiers**, des fondations superficielles de type radier ou grandes semelles sont envisageables avec de possibles adaptations en fonctions des tassements absolus et différentiels attendus. Des adaptations sont également à prévoir du fait de la présence de faciès non porteurs sur 1 à 2m d'épaisseur et de la présence du niveau d'eau à très faible profondeur.

La réalisation de fondations profondes ne doit cependant pas être écartée dans le cas d'anomalies géotechniques (remblais, chenal, ...) ou d'ouvrages mitoyens.

Des ouvrages en palplanches servant de soutènement et de fondations pourraient s'avérer intéressants du fait de la nature des sols et de la présence d'eau à faible profondeur.

L'importance des remblais à réaliser au niveau de l'ouvrage passant au-dessus de la voie ferrée pourra nécessiter des adaptations et des renforcements de sols pour limiter les tassements en fonction des niveaux finis et des tassements calculés.

Du fait de la présence d'eau à faible profondeur, les ouvrages enterrés devront nécessiter des adaptations (drainage, reprise des sous-pressions, cuvelage, ...).

Les investigations prévues dans le cadre de la mission G2AVP permettront de préciser ces points et d'effectuer les pré-dimensionnements des ouvrages géotechniques.

## 3.5. SECTEUR 4

### 3.5.1. ETAT ACTUEL

Ce secteur est un secteur relativement vallonné, constitué par des zones de sables situées de part et d'autre de la voie ferrée.

Ce secteur est également localement remblayé.



**Figures 13. Photographies depuis la voirie actuelle**





**Figures 14. Photographies depuis la route départementale actuelle**

### 3.5.2. NATURE ET CARACTERISTIQUES GENERALES DES SOLS

Les données d'archive permettent de définir les sols suivants :

- localement des remblais ;
- des sables plus ou moins argileux qui seraient sur plus de 10m d'épaisseur.

### 3.5.3. PRINCIPES GENERAUX DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

Les faciès en place au niveau du franchissement de la voie ferrée pourraient s'avérer intéressants, dans le cadre du **besoin en matériaux** pour les remblaiements nécessaires à la nouvelle route.

Pour les **ouvrages d'art routiers**, le type de fondation sera défini en fonction des cotes projets, mais des fondations superficielles de type radier ou grandes semelles sont envisageables avec de possibles adaptations en fonctions des tassements absolus et différentiels attendus.

L'importance des remblais à réaliser au niveau de l'ouvrage passant au-dessus de la voie ferrée pourra nécessiter des adaptations et des renforcements de sols pour limiter les tassements en fonction des niveaux finis et des tassements calculés.

Les investigations prévues dans le cadre de la mission G2AVP permettront de préciser ces points et d'effectuer les pré-dimensionnements des ouvrages géotechniques.

## 3.6. RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

La consultation du site de prévention des risques majeurs (Prim.net) a permis d'identifier un certain nombre de risques se produisant sur la commune du terrain étudié :

- le terrain se situe en zone d'aléas très faible (1) selon le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention des risques sismiques ;
- d'après la base de données georisques, la zone d'étude comporte un mouvement de terrain recensé ;
- d'après la base de données georisques, la zone est classée en aléa faible pour les mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols.

Le risque de remontée de nappe n'est pas défini pour le secteur du projet, mais la nappe peut être considérée comme étant située à faible profondeur et localement sub-affleurante.

Les alluvions du fait de leur mode de dépôt lenticulaire pourront présenter des variations latérales de faciès. Ainsi, il sera possible de rencontrer des lentilles sableuses et/ou graveleuses au sein des horizons argileux et inversement.

Compte tenu de l'environnement partiellement construit du site, la présence de remblais ne doit pas être écartée. Ces derniers pourront également contenir des vestiges de construction (fondations, blocs, dalles béton, anciens réseaux, ouvrages enterrés....).

oOo

## 4. RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET

Le présent rapport constitue le compte rendu et fixe la fin de la mission d'étude géotechnique de Principe Géotechniques de Construction. Cette mission G1PGC confiée à GEOTEC a permis de donner les principes généraux de constructions pour le projet.

Les investigations géotechniques d'avant-projet ont été définies dans le rapport R3 de la mission 4 : « CTC – Mission 4 - Programme d'investigations géotechniques à terre - 8 71 3512 / M4-R3 – Mai 2015 ».

Les missions G2AVP et G2PRO devront être réalisées afin de définir les modalités de réalisation des ouvrages géotechniques et de leur dimensionnement.

oOo

## BIBLIOGRAPHIE

- Carte géologique de BASTIA au 1/50000 (4348) éditée par le BRGM et sa notice, 1983 ;
- Rapport d'étude du BRGM pour l'aménagement de la plage de l'Arinella, réalisé pour le compte de la mairie de BASTIA, 1992 ;
- Rapport d'étude de Corse Géosciences pour la création d'un quai de transfert sur le site de l'Arinella, réalisé pour le compte de la communauté d'agglomération de Bastia, 2005.



## **GRAND PORT BASTIA-CORSE**



### **MISSION D'ETUDES POUR LE PROJET DE PORT DE COMMERCE SUR LE SITE DE LA CARBONITE**

### **MISSION M4 : PREMIERES ETUDES GEOTECHNIQUES**

## **RAPPORT M4-R1 : RAPPORT GEOSISMIQUE EN MER**

Groupement :  
ARTELIA Eau & Environnement  
ARTELIA Ville & Transport  
Bureau d'études techniques Pozzo Di Borgo





N° 8 71 35 12 M4-R1- V00 – Rapport M4-R1 : Rapport géosismique en mer

|         |                                    |           |         |          |            |
|---------|------------------------------------|-----------|---------|----------|------------|
|         |                                    |           |         |          |            |
|         |                                    |           |         |          |            |
|         |                                    |           |         |          |            |
|         |                                    |           |         |          |            |
| 1       | Première version pour commentaires | GTC       | ARE     | PTH      | 21/07/2015 |
| Version | Description                        | Rédaction | Vérifié | Approuvé | Date       |

## SYNTHESE ET CONCLUSIONS

Dans le cadre de la mission d'études pour le développement du nouveau port de Commerce de Bastia sur le site de la Carbonite, et plus particulièrement de la mission M4 « premières études géotechniques », G-tec sas a réalisé un relevé géophysique en mer par sismique réflexion et sismique réfraction.

Les objectifs des investigations géosismiques sont de définir l'épaisseur de la couche sédimentaire, de positionner le sommet du substratum (carte du toit), de détecter la présence éventuelle d'accidents géologiques et enfin de déterminer les variations de consolidation/induration des couches successives (sédiment et substratum) sur lesquelles est envisagé l'aménagement du nouveau port de commerce de Bastia.

Ce rapport présente la méthodologie et les résultats des mesures de sismique réflexion et réfraction. Une interprétation de ces résultats est également fournie. Cette dernière est susceptible d'être révisée ou mise à jour si de nouvelles informations, telles que géotechniques, devenaient disponibles.

Les opérations géosismiques se sont déroulées du 6 au 8 juin à bord du bateau « Camille » pour la sismique réflexion et la sismique réfraction en mode flottant et du 13 au 16 juin à bord du bateau « Aldo II » pour la sismique réfraction en mode coulé. Au total, 58 lignes de mesure pour un total de 80.4 km ont été relevées en réflexion et 73 lignes de mesure totalisant 82.3 km ont été suivies en réfraction.

Les résultats de sismique réflexion déterminent le niveau de pénétration acoustique dans les sédiments. Le réflecteur R1 interprété comme un niveau induré interne à la séquence sédimentaire évolue à une profondeur comprise entre -4.4 et -46.3 m IGN78. L'épaisseur de la couche sédimentaire délimitée par ce réflecteur varie de 0.4 à 15.2 m. Au NE du site, le réflecteur R2 représente le sommet d'une zone de masque acoustique empêchant la détection du réflecteur R1 plus profond. La présence du réflecteur multiple du fond sur les images acoustiques, particulièrement sur les zones les moins profondes, empêche également la bonne définition des réflecteurs réels. L'inclinaison des réflecteurs montre un pendage général vers l'Est suivant le sens de la pente. Aucun accident géologique majeur n'a été identifié sur les images acoustiques.

Un réfracteur principal a été détecté. Ce réfracteur est caractérisé par des vitesses sismiques faibles à moyennes comprises entre 1600 et 2500 m/s qui représentent des sédiments compactés ou des roches très altérées et/ou très fracturées. Les vitesses sismiques sont constantes sur l'entière du site et ne dépassent que localement 2000 m/s. En considérant le cadre géologique qui signale la présence de roches métamorphiques (gneiss), il est très peu probable que les vitesses sismiques mesurées correspondent à ce type de matériaux très indurés. Les interfaces sur lesquelles la réfraction s'est faite doivent probablement correspondre avec des niveaux indurés (tels que des graviers) internes à la séquence sédimentaire. La profondeur du réfracteur évolue entre -3.7 et -45.9 m IGN78. L'épaisseur de la couche délimitée par ce réfracteur est comprise entre 0.0 et 9.4 m.

La combinaison des résultats de sismique réflexion et réfraction montre 3 situations distinctes où le réfracteur se situe au même niveau, au-dessus ou en-dessous du réflecteur R1. Pour la majeure partie du site de la Carbonite, lorsque réflecteur et réfracteur sont concordants, les vitesses indiquent la présence d'une couche indurée interne à la séquence sédimentaire. En face de la plage de l'Arinella, où le réfracteur est au-dessus du réflecteur, les mêmes vitesses sismiques indiquent la présence de sédiments consolidés. Enfin, au SE du site de mesure et le long du littoral, là où le réfracteur se situe sous le réflecteur, les vitesses sismiques sont plus élevées, jusqu'à 2500 m/s et signalent la présence de roche fracturée et/ou altérée mais non représentative du substratum métamorphique.

L'épaisseur importante de sédiments quaternaires et la présence très probable de niveaux indurés et compactés internes à cette séquence sédimentaire sont responsables de la réflexion et de la réfraction des ondes sismiques sur de multiples interfaces qui ne sont probablement pas celles du toit du substratum. Sur base des résultats géophysiques actuels, il est donc difficile de proposer une carte du toit du substratum qui n'a probablement pas été détecté pour des raisons purement géologiques et structurales.

Les résultats des mesures mettent en évidence que les structures géologiques sont hétérogènes en termes de caractéristiques sismiques, par extension en termes de caractéristiques mécaniques. Leur cartographie est donc le guide pour définir les prochaines investigations géotechniques. Leurs résultats seront à injecter dans les modèles géophysiques pour finalement obtenir une interprétation géologique et géomécanique.

# SOMMAIRE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>SYNTHESE ET CONCLUSIONS</b>                  | <b>A</b>  |
| <b>OBJET DE L'ETUDE</b>                         | <b>I</b>  |
| <b>1. INFORMATIONS</b>                          | <b>1</b>  |
| 1.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE                        | 1         |
| 1.2. BATHYMETRIE                                | 2         |
| 1.3. EMPRISE DE LA ZONE                         | 2         |
| <b>2. RESUME DES OPERATIONS</b>                 | <b>4</b>  |
| 2.1. MOYENS NAUTIQUES                           | 4         |
| 2.2. PLANNING                                   | 5         |
| 2.3. OPERATIONS                                 | 6         |
| <b>3. GEODESIE</b>                              | <b>10</b> |
| 3.1. DATUM HORIZONTAL                           | 10        |
| 3.2. DATUM VERTICAL                             | 11        |
| <b>4. EQUIPEMENTS</b>                           | <b>12</b> |
| 4.1. LISTE DES EQUIPEMENTS                      | 12        |
| 4.2. INSTALLATION ET ACQUISITION                | 12        |
| 4.2.1. NAVIGATION                               | 12        |
| 4.2.2. POSITIONNEMENT                           | 13        |
| 4.2.3. BATHYMETRIE                              | 13        |
| 4.2.4. SISMIQUE REFLEXION                       | 14        |
| 4.2.4.1. Installation                           | 14        |
| 4.2.4.2. Acquisition des données et interfaçage | 14        |
| 4.2.5. SISMIQUE REFRACTION                      | 15        |
| 4.2.5.1. Installation                           | 15        |
| 4.2.5.2. Acquisition des données et interfaçage | 16        |
| <b>5. RESULTATS DE LA SISMIQUE REFLEXION</b>    | <b>17</b> |
| 5.1. TRAITEMENT                                 | 17        |
| 5.2. INTERPRETATION                             | 17        |
| 5.3. RESULTATS                                  | 17        |
| <b>6. RESULTATS DE LA SISMIQUE REFRACTION</b>   | <b>24</b> |
| 6.1. TRAITEMENT                                 | 24        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>6.2. INTERPRETATION</b>                                   | <b>24</b> |
| <b>6.3. RESULTATS</b>  | <b>24</b> |
| <b>7. COMBINAISON DES DONNEES DE REFLEXION ET REFRACTION</b> | <b>28</b> |
| <b>8. CONCLUSION</b>   | <b>30</b> |
| <b>ANNEXE 1 POINT DE CONTROLE GEODESIQUE</b>                 | <b>32</b> |
| <b>ANNEXE 2 DETAILS TECHNIQUES DES EQUIPEMENTS</b>           | <b>35</b> |

## TABLEAUX

|   |    |
|---|----|
| Tableau 1 – Coordonnées de l'emprise de la zone   | 2  |
| Tableau 2 – Planning                              | 5  |
| Tableau 3 – Résumé des opérations géosismiques    | 9  |
| Tableau 4 – Géodésie                              | 10 |
| Tableau 5 – Datum shift                           | 10 |
| Tableau 6 – Projection cartographique             | 10 |
| Tableau 7 – Liste des équipements                 | 12 |
| Tableau 8 – Interprétation des vitesses sismiques | 25 |
| Tableau 9 – DGPS Hemisphere V110                  | 36 |
| Tableau 10 – Echosondeur Odom Hydrotrac           | 36 |
| Tableau 11 – Unité centrale                       | 36 |
| Tableau 12 – Source sismique                      | 37 |
| Tableau 13 – Récepteur                            | 37 |
| Tableau 14 – Source sismique (airgun)             | 37 |
| Tableau 15 – Frame sismique                       | 37 |
| Tableau 16 – Flûte sismique (récepteur)           | 38 |
| Tableau 17 – Senseur pression                     | 38 |
| Tableau 18 – Treuil                               | 38 |
| Tableau 19 – Poulie compteuse                     | 38 |

## FIGURES

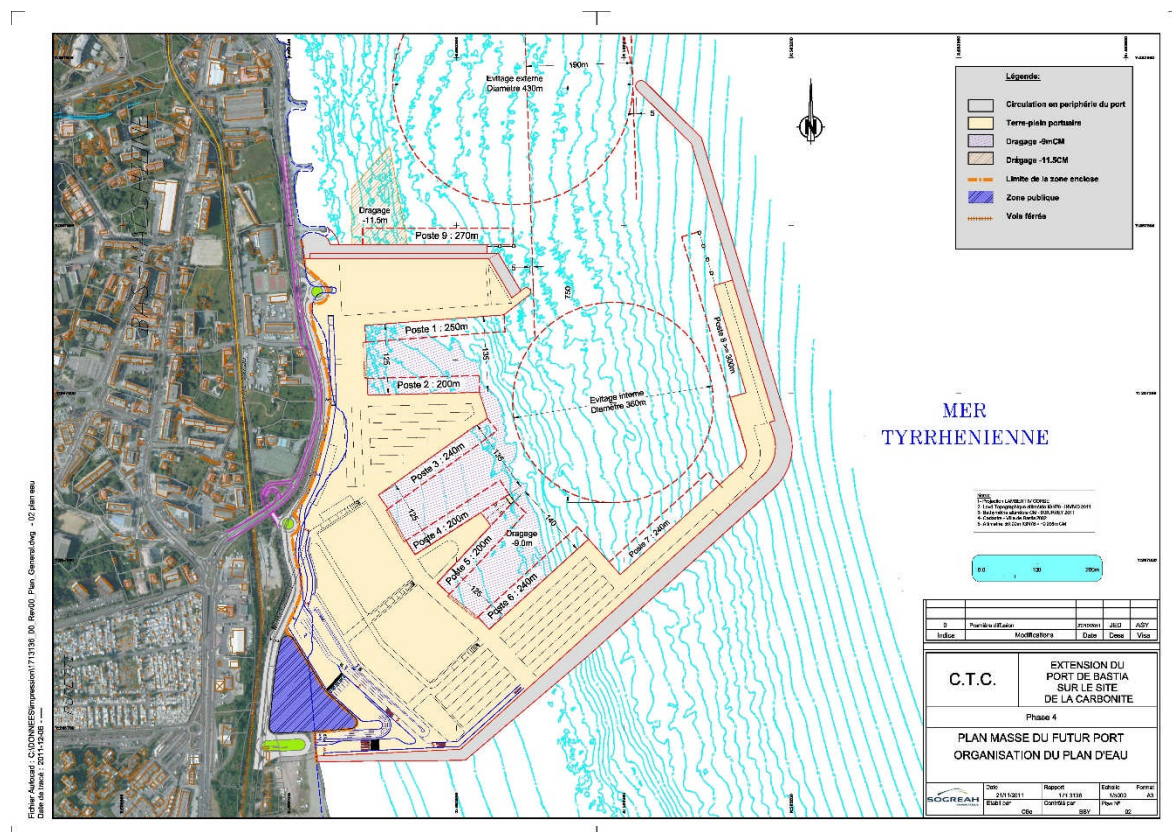
|   |   |
|---|---|
| Figure 1. Emprise du projet du port de commerce de Bastia sur le site de la Carbonite | I |
| Figure 2. Extrait de la carte géologique de Bastia éditée par le BRGM au 1/50.000     | 1 |
| Figure 3. Bathymétrie (IGN78) sur le site de la Carbonite                             | 2 |
| Figure 4. Emprise de la zone de mesure géosismique                                    | 3 |
| Figure 5. Camille   | 4 |
| Figure 6. Aldo II   | 5 |
| Figure 7. Trajectoires de mesure en réflexion à bord du Camille                       | 6 |



|   |    |
|---|----|
| Figure 8. Trajectoires de mesure en réfraction flottante à bord du Camille .....  | 7  |
| Figure 9. Trajectoires de mesure en réfraction coulée à bord de l'Aldo II.....  | 8  |
| Figure 10. Exemple de vue Helmsman's Display pour la navigation .....   | 13 |
| Figure 11. Opérations en sismique réflexion .....   | 14 |
| Figure 12. Gauche : vue de l'airgun suspendu au frame configuré en mode flottant. Droite : flûte de 24 hydrophones espacés de 2 m .....   | 15 |
| Figure 13. Illustration du portique supportant la poulie compteuse et du treuil permettant d'ajuster en continu l'altitude du dispositif au-dessus du fond.....                                   | 16 |
| Figure 14. Profondeur (en m) du réflecteur R1 sous le fond .....  | 19 |
| Figure 15. Image acoustique du profil sismique réflexion LL25-9 (longitudinal) .....  | 20 |
| Figure 16. Image acoustique du profil sismique réflexion XL-9 (transversal) .....   | 21 |
| Figure 17. Image acoustique du profil sismique réflexion XL-2 (transversal) .....   | 22 |
| Figure 18. Image acoustique du profil sismique réflexion LL16 (longitudinal) .....  | 22 |
| Figure 19. Image acoustique du profil sismique réflexion LL6 (longitudinal) .....   | 23 |
| Figure 20. Image acoustique du profil sismique réflexion LL25-2 (longitudinal) .....  | 23 |
| Figure 21. Vitesses sismiques le long du réfracteur.....  | 26 |
| Figure 22. Profondeur du réfracteur sous le fond.....   | 27 |
| Figure 23. Décalage (en m) des profondeurs du réflecteur R1 et du réfracteur (en bleu : réfracteur localisé au-dessus du réflecteur, en rouge : réfracteur sous le réflecteur) .....              | 29 |
| Figure 24. Fiche de contrôle de conversion géodésique.....  | 33 |
| Figure 25. Interface du logiciel de navigation NaviPac pour le contrôle des paramètres géodésiques montrant les résultats de la conversion des coordonnées GPS brutes Lat/Long en E/N local. .... | 34 |

## OBJET DE L'ETUDE

Dans le cadre de la mission d'études pour le développement du nouveau port de Commerce de Bastia sur le site de la Carbonite, il a été confié au groupement G-tec/Geotec la réalisation de la mission M4 « premières études géotechniques ».



**Figure 1. Emprise du projet du port de commerce de Bastia sur le site de la Carbonite**

Les objectifs de la reconnaissance géophysique sont de définir l'épaisseur de la couche sédimentaire, de positionner le sommet du substratum (carte du toit), de détecter la présence éventuelle d'accidents géologiques et enfin de déterminer les variations de consolidation/induration des couches successives (sédiment et substratum) sur lesquelles est envisagé l'aménagement du nouveau port de commerce de Bastia.

Afin d'atteindre ces objectifs, G-tec a mis en œuvre deux techniques géophysiques :

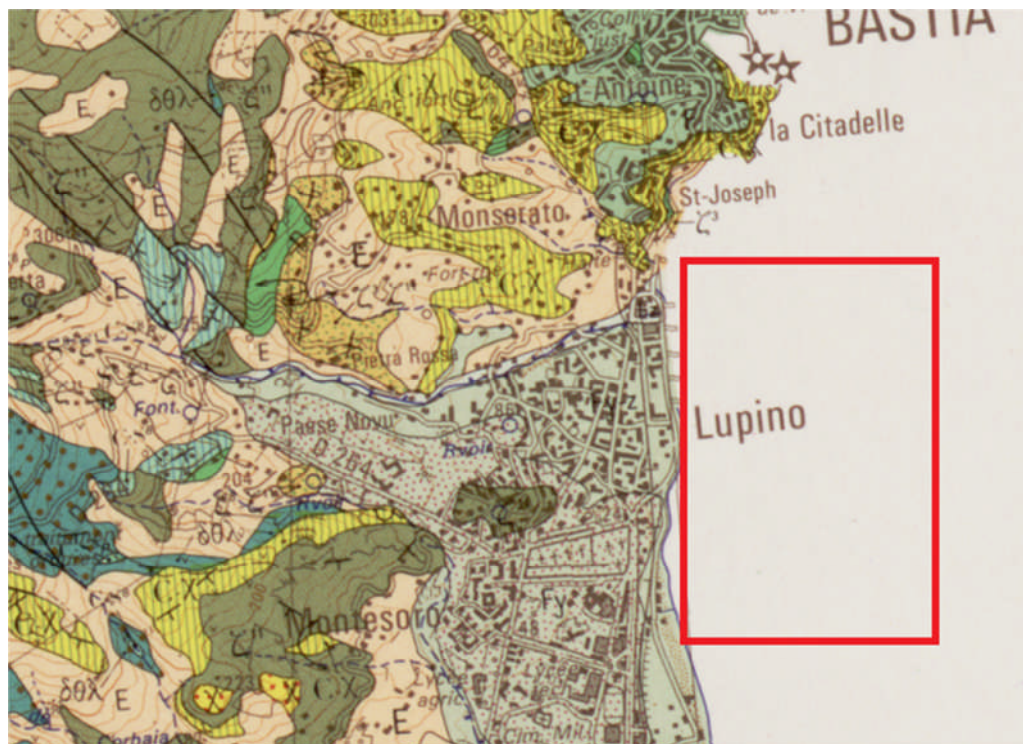
- D'une part la sismique **réflexion** ou technique dite de profileur de fond (en l'occurrence un équipement de type boomer) pour l'obtention d'images acoustiques de la sub-surface (sédiment + substratum) desquelles sont dérivées l'épaisseur de la couche sédimentaire ou de la roche altérée (carte isopaque), la position du toit du substratum et la structure géologique du fond (orientation des couches, accidents géologiques, etc.) ;
- Et d'autre part la sismique **réfraction** pour mettre en évidence les variations de consolidation ou de dureté des matériaux investigués.

# 1. INFORMATIONS

## 1.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE

L'extrait de la carte géologique de Bastia (Figure 2) montre que les environs du site de la Carbonite sont constitués, par ordre stratigraphique<sup>1</sup> :

- De sables marins et éoliens au niveau de la côte ;
- De formations quaternaires récentes et anciennes composées d'alluvions argilo-sableuses pouvant atteindre une épaisseur importante de plus de 30 m et contenant des niveaux de galets, de matière organique et d'éboulis ;
- Des formations métamorphiques, dites du Pigno, constituant le substratum et composé de gneiss, prasinites, cipolins et quartzites.



**Figure 2. Extrait de la carte géologique de Bastia éditée par le BRGM au 1/50.000**

Le fond marin est constitué d'enrochements naturels et artificiels (notamment la partie littorale située au nord du site) et de sables fins et grossiers (plage de l'Arinella) devenant plus vaseux vers l'est<sup>2</sup>.

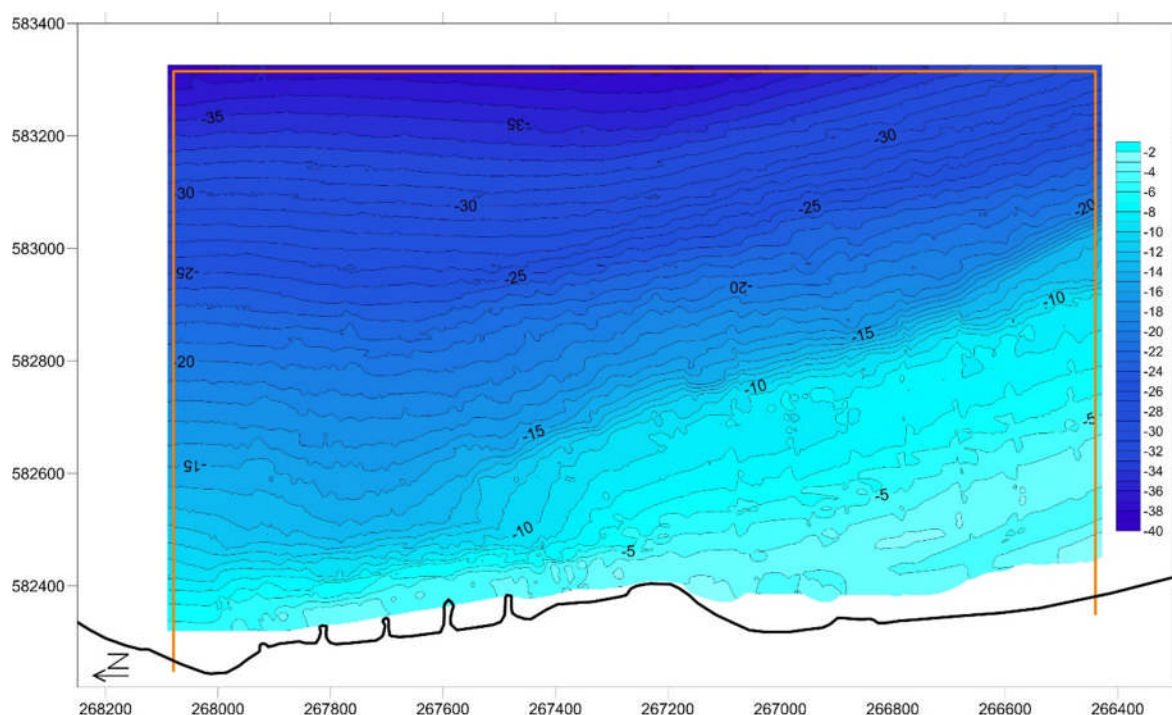
<sup>1</sup> Atlas thématique de la Corse. Bastia 1/50000. Données multicritères appliquées à l'environnement. Rapport BRGM R 38 881.

<sup>2</sup> CREOCEAN, 2006. Extension du port de Bastia, Etudes environnementales. Rapport définitif.



## 1.2. BATHYMETRIE

La bathymétrie du site de la Carbonite présente des variations importantes et évolue entre 0 m pour la zone intertidale de la plage de l'Arinella à plus de 37 m au NE du site (Figure 3). Ces changements de profondeur, et particulièrement l'accès à la zone du banc de sable en face de la plage de l'Arinella où le fond remonte à moins de 3 m, ont nécessité une adaptation des opérations en mer (voir le point 2.1 relatif aux moyens nautiques ci-dessous).



**Figure 3. Bathymétrie (IGN78) sur le site de la Carbonite**

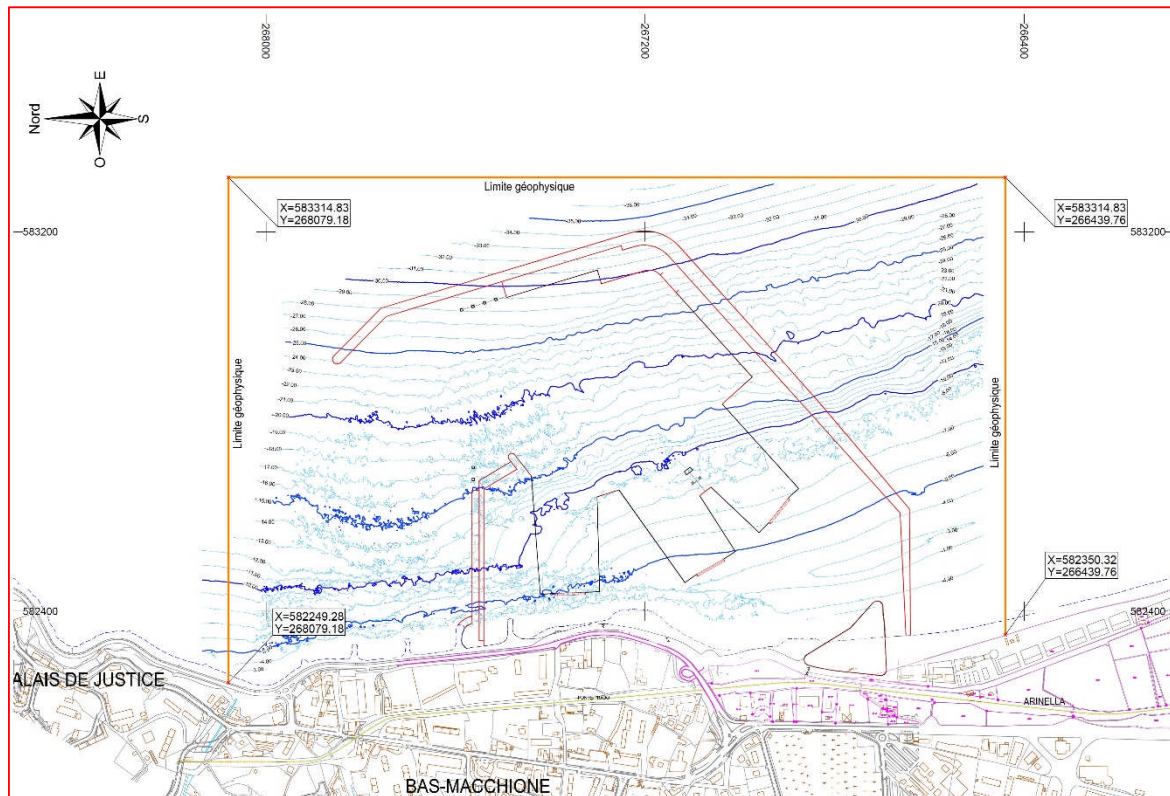
## 1.3. EMPRISE DE LA ZONE

Les limites de la zone de mesure sont définies par les coordonnées géographiques (Lambert IV Corse) suivantes :

**Tableau 1 – Coordonnées de l'emprise de la zone**

| Easting (X) | Northing (Y) |
|-------------|--------------|
| 582249.28   | 268079.18    |
| 583314.83   | 268079.18    |
| 583314.83   | 266439.76    |
| 582350.32   | 266439.76    |

La **Figure 4** ci-dessous présente l'emprise géographique de la zone de mesure. Un quadrillage en lignes longitudinales et transversales fut tracé afin d'en couvrir l'entièreté.



**Figure 4. Emprise de la zone de mesure géosismique**



## 2. RESUME DES OPERATIONS

Les investigations géosismiques marines ont été réalisées en deux phases. Une première phase à bord du Camille pour la sismique réflexion et la sismique réfraction en mode flottant et une deuxième phase à bord de l'Aldo II pour la sismique réfraction en mode coulé. Les relevés sont effectués en opérations diurnes selon un horaire de 12h par jour.

### 2.1. MOYENS NAUTIQUES

Comme signalé précédemment, la bathymétrie du site de la Carbonite présente des variations importantes entre 0 m le long du littoral à plus de 37 m pour la zone la plus offshore. Cet environnement étant relativement contraignant au regard des techniques à mettre en œuvre, il fut décidé d'employer deux moyens nautiques différents.

Le premier bateau, le Camille, (Figure 5), un faeton de 9.8 m de long avec un faible tirant d'eau (0.70 m), fut retenu afin d'atteindre les zones les moins profondes, de naviguer au plus proche de la plage et ainsi d'optimiser au maximum la surface couverte en sismique réflexion et réfraction. De plus, la bonne manœuvrabilité du Camille était un élément essentiel pour naviguer en toute sécurité à quelques mètres seulement des enrochements.

Le deuxième bateau, l'Aldo II, (Figure 6), un bateau de pêche de 10.6 m de long, fut quant à lui retenu pour son espace de travail et surtout sa capacité à recevoir un treuil volumineux de 300 kg nécessitant des points d'attache sur le pont et ainsi satisfaire à la méthode de mesure. Le dispositif de réfraction a donc pu être tracté à quelques mètres d'altitude seulement au-dessus du fond, et ce même pour les zones profondes.

La sismique réflexion étant un dispositif flottant, les mesures ont pu être entièrement réalisées à bord du premier bateau. Les mesures en sismique réfraction ont par contre dû être réparties entre les 2 bateaux :

- Une première phase à bord du Camille pour atteindre les zones peu profondes proches de la plage, le dispositif de sismique réfraction étant configuré en mode flottant ;
- Une deuxième phase à bord de l'Aldo II visant à investiguer les zones profondes, le dispositif de réfraction étant ici utilisé en mode coulé et opéré dynamiquement avec le treuil.



Figure 5. Camille



Figure 6. Aldo II

## 2.2. PLANNING

La mission d'investigation géophysique sur le site de la Carbonite s'est étendue du 31 mai au 18 juin 2015. Le **Tableau 2** ci-dessous présente le détail des opérations.

**Tableau 2 – Planning**

| Date                  | Activité   |
|-----------------------|--|
| Dimanche 31 mai 2015  | Arrivée du personnel et des équipements                          |
| Lundi 1 juin 2015     | Préparations logistique et contractuelle                         |
| Mardi 2 juin 2015     | Préparations logistique et contractuelle                         |
| Mercredi 3 juin 2015  | Préparations logistique et contractuelle                         |
| Jeudi 4 juin 2015     | Arrivée du Camille au port de Toga, mobilisation de la réflexion |
| Vendredi 5 juin 2015  | Mobilisation et tests en réflexion                               |
| Samedi 6 juin 2015    | Opérations en mer (réflexion)                                    |
| Dimanche 7 juin 2015  | Opérations en mer (réflexion) et démobilisation                  |
| Lundi 8 juin 2015     | Mobilisation de la réfraction et opérations en mer (réfraction)  |
| Mardi 9 juin 2015     | Démobilisation complète du Camille et retour du bateau           |
| Mercredi 10 juin 2015 | Mobilisation de l'Aldo II au port de Taverna                     |
| Jeudi 11 juin 2015    | Mobilisation de la réfraction                                    |
| Vendredi 12 juin 2015 | Mobilisation de la réfraction                                    |
| Samedi 13 juin 2015   | Opérations en mer (réfraction) puis standby météo                |
| Dimanche 14 juin 2015 | Opérations en mer (réfraction)                                   |
| Lundi 15 juin 2015    | Opérations en mer (réfraction) mais obstruction du site (filets) |
| Mardi 16 juin 2015    | Opérations en mer (matin), démobilisation et retour du bateau    |
| Mercredi 17 juin 2015 | Retour du personnel et des équipements                           |
| Jeudi 18 juin 2015    | Retour du personnel et des équipements                           |

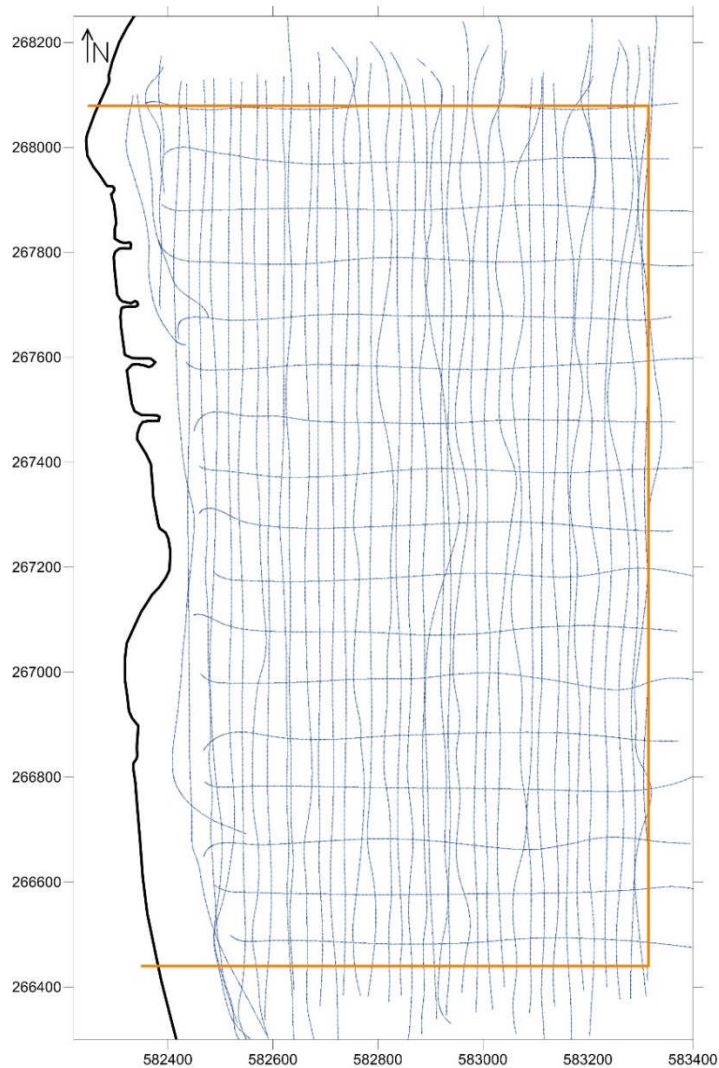
## 2.3. OPERATIONS

Les opérations géosismiques en mer se sont déroulées du 6 au 8 juin à bord du Camille et du 13 au 16 juin à bord de l'Aldo II.

Le personnel à bord du Camille comprenait J.-P. Carducci (Capitaine), S. Bergmans (surveyor) et G. Cambier (surveyor). Le personnel à bord de l'Aldo II comprenait D. Defusco (Capitaine), N. Eloit (surveyor), S. Bergmans (surveyor) et G. Cambier (surveyor).

Les deux bateaux étaient localisés au port de Toga.

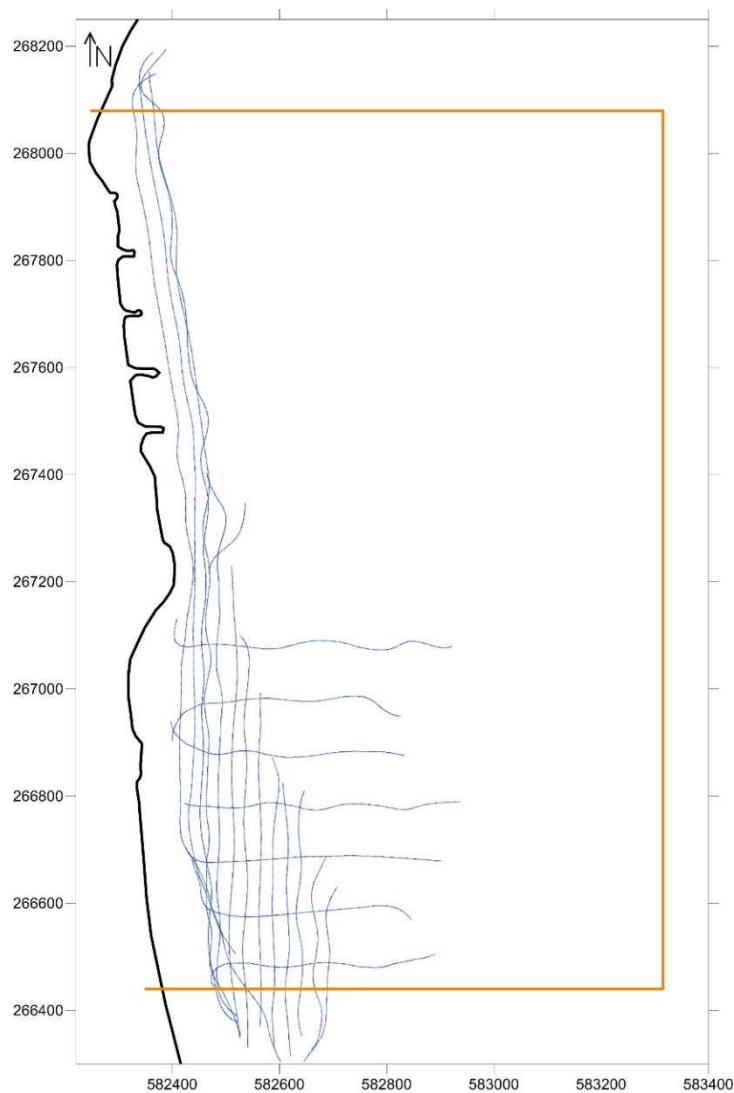
Les relevés en sismique réflexion ont été réalisés le 6 et le 7 juin. Au total, 41 lignes longitudinales (parallèles au trait de côte) et 17 lignes transversales (perpendiculaires au trait de côte) ont été suivies. Les trajectoires de mesure sont données en Figure 7. L'espacement entre les lignes longitudinales et transversales était respectivement de 25 et de 100 m. La distance cumulée d'acquisition de données est de 80.5 km. La navigation à proximité immédiate du littoral était possible compte tenu du faible tirant d'eau du Camille et de sa très bonne manœuvrabilité.



**Figure 7. Trajectoires de mesure en réflexion à bord du Camille**

Les équipements de sismique réflexion étaient disposés de la manière suivante : la partie émettrice (catamaran) était tirée à tribord à une distance constante de 30 m et la partie réceptrice (flûte d'hydrophones) était tractée à bâbord à distance égale.

La première partie de mesure en réfraction, à bord du Camille, s'est déroulée le 8 juin. Au total, 12 lignes longitudinales espacées de 25 m ainsi que 7 lignes transversales espacées de 100 m ont été suivies sur une longueur cumulée de 11.6 km (Figure 8). La zone de mesure était concentrée au sud du site de la Carbonite (banc de sable en face l'Arinella) et le long du littoral sur l'entièreté du site. Les équipements de sismique réfraction étaient configurés en mode flottant.

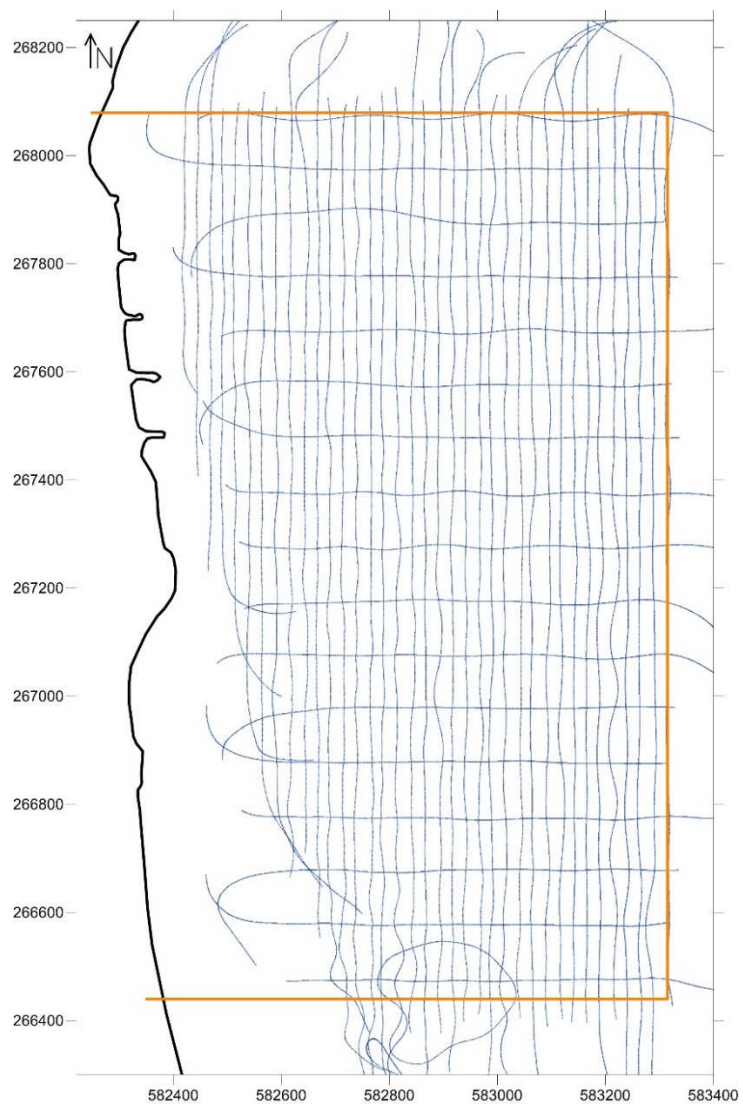


**Figure 8. Trajectoires de mesure en réfraction flottante à bord du Camille**

La deuxième partie de mesure en réfraction, à bord de l'Aldo II, s'est déroulée du 13 au 16 juin. L'acquisition des données fut compliquée et rallongée par une journée de standby météo (vent fort et houle le 13 juin) et par l'obstruction d'une partie du site par des filets de pêche le 15 juin. Au cours de cette deuxième phase, 27 lignes longitudinales espacées de 25 m et 17 lignes transversales espacées de 100 m ont été relevées pour une distance cumulée de 70.7 km (Figure 9). Les équipements de sismique réfraction étaient ici configurés en mode coulé.



Au total, environ 4400 tirs sismiques ont été réalisés sur le site.



**Figure 9. Trajectoires de mesure en réfraction coulée à bord de l'Aldo II**



Le **Tableau 3** ci-dessous présente un résumé des opérations géosismiques en mer :

**Tableau 3 – Résumé des opérations géosismiques**

| Technique             | Bateau  | Nombre de ligne (longueur)  | Kilométrage cumulé |
|-----------------------|---------|-----------------------------|--------------------|
| Réflexion             | Camille | 41 longitudinales (65.1 km) | 80.4               |
|                       |         | 17 transversales (15.3 km)  |                    |
| Réfraction (flottant) | Camille | 12 longitudinales (8.8 km)  | 11.6               |
|                       |         | 7 transversales (2.8 km)    |                    |
| Réfraction (coulée)   | Aldo II | 37 longitudinales (55.4 km) | 70.7               |
|                       |         | 17 transversales (15.3 km)  |                    |
|                       |         | 131 lignes de mesure        | 162.7 km           |

### 3. GEODESIE

Les paramètres géodésiques, le datum shift et les données de projection cartographique utilisés pour ce projet sont listés dans les tables ci-dessous. Un point de contrôle géodésique pour la calibration du système de navigation (conversion des données) est disponible en Annexe 1.

#### 3.1. DATUM HORIZONTAL

**Tableau 4 – Géodésie**

| Système géodésique  | NTF            |
|---------------------|----------------|
| Ellipsoïde          | Clarke 1880    |
| Demi grand axe (a)  | 6378249.200 m  |
| Aplatissement (1/f) | 293.46602      |
| Excentricité        | 0.082483256945 |

**Tableau 5 – Datum shift**

|                   |    |            |
|-------------------|----|------------|
| Translation       | dX | 169.236 m  |
|                   | dY | 60.55 m    |
|                   | dZ | -321.418 m |
| Rotation          | rX | NA         |
|                   | rY | NA         |
|                   | rZ | NA         |
| Facteur d'échelle | NA |            |

**Tableau 6 – Projection cartographique**

| Projection                 | Lambert IV Corse                      |
|----------------------------|---------------------------------------|
| Type de projection         | Projection conique conforme (Lambert) |
| 1 <sup>er</sup> parallèle  | 41°33'37.3960"                        |
| 2 <sup>ème</sup> parallèle | 42°46'3.5880"                         |
| Latitude à l'origine       | 42°09'54.0000"                        |
| Méridien central           | 2°20'14.0250"                         |
| Constante Est E0           | 234.3580                              |
| Constante Nord N0          | 185861.3690                           |
| Facteur d'échelle K0       | 0.99994471                            |

---

### **3.2. DATUM VERTICAL**

Durant l'acquisition des données de sismique réflexion et réfraction, les profondeurs des couches (ou des réflecteurs et des réfracteurs) sont calculées par rapport au fond marin (i.e. ces valeurs sont exprimées en mètres sous le fond). Un datum vertical n'est donc pas nécessaire pour la production des plans représentant l'épaisseur des couches.

Après le traitement et l'interprétation des profils sismiques, les valeurs de profondeur de couche sont recalculées par rapport à la bathymétrie de l'échosondeur mono-faisceau corrigée de l'influence locale de la marée et ramenée au niveau de référence altimétrique IGN78. Le zéro hydrographique du port de Bastia (0 m CM) se situe à 0.485 m sous le niveau zéro IGN78<sup>3</sup>.

Les fichiers de marée utilisés proviennent des prévisions du SHOM dont le zéro instrumental correspond au zéro hydrographique. Il s'agit bien de prévisions et par conséquent il existe une certaine incertitude quant à la concordance entre les hauteurs d'eau prévues et les hauteurs d'eau réelles. Cependant, le marnage sur le site de la Carbonite au moment des mesures était très faible, environ 20 cm. Ces imprécisions sont donc très probablement minimales.

---

<sup>3</sup> IN VIVO, octobre 2011. Levé Topométrique de la zone de la Carbonite – l'Arinella à Bastia (Haute-Corse). Rapport final.

---

## 4. EQUIPEMENTS

### 4.1. LISTE DES EQUIPEMENTS

Les équipements géophysiques déployés pour les mesures géosismiques sont listés dans le [Tableau 7](#) ci-dessous. Les détails techniques de tous les équipements peuvent être consultés en Annexe 2.

**Tableau 7 – Liste des équipements**

| Equipement                 | Marque             | Modèle    | Spécifications                |
|----------------------------|--------------------|-----------|-------------------------------|
| <b>Positionnement</b>      |                    |           |                               |
| GPS                        | Hemisphere         | V110      | Correction DGPS SBAS          |
| Senseur de cap             | Hemisphere         | V110      | Double antenne GPS            |
| Poulie compteuse           | MacArtney          | MKII      |                               |
| <b>Bathymétrie</b>         |                    |           |                               |
| Echosondeur mono-faisceau  | Odom               | Hydrotrac | 200 kHz                       |
| Senseur pression           | Keller             | PAA-36XW  |                               |
| <b>Sismique réflexion</b>  |                    |           |                               |
| Boomer                     | Applied Accoustics | AA300     | 50-350J, 2-4 kHz              |
| Flûte d'hydrophones        | C-products         | C-phone   | Streamer 8 éléments           |
| <b>Sismique réfraction</b> |                    |           |                               |
| Airgun                     | Bolt               | 600B      | Volume de 10 in <sup>3</sup>  |
| Flûte d'hydrophones        | G-tec              |           | 24 hydrophones séparés de 2 m |

### 4.2. INSTALLATION ET ACQUISITION

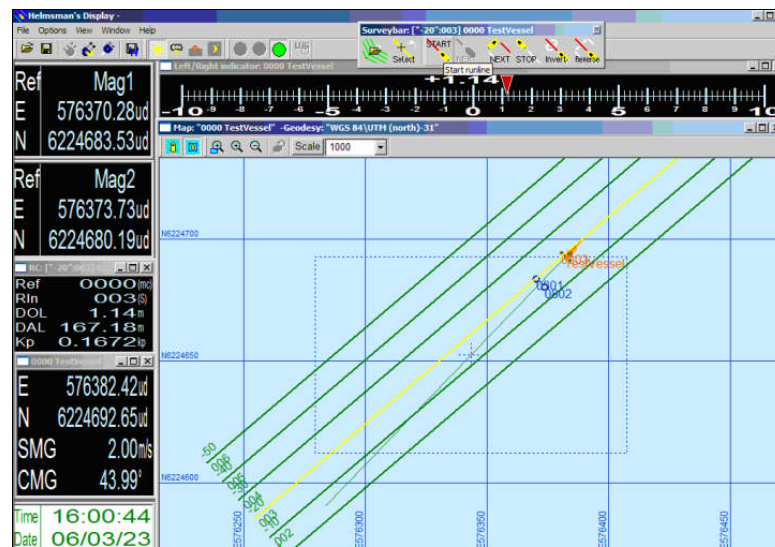
#### 4.2.1. Navigation

Le logiciel de navigation EIVA NaviPac (NP) fut utilisé durant la campagne géophysique pour l'interfaçage des équipements, la conversion des coordonnées géographiques Lat/Long en Easting/Northing local (i.e. Lambert IV Corse), la gestion des opérations de mesure et le contrôle qualité en temps réel.

Les paramètres géodésiques (ellipsoïde, datum shift et projection) sont introduits dans NP et vérifiés avec un point de contrôle géodésique (voir en Annexe 1). Les offsets des différents instruments mobilisés ont ensuite été mesurés au mètre-ruban et également introduits dans NP. Basés sur les paramètres géodésiques et sur les offsets, NP convertit la position de tous les équipements en temps réel. Étaient ainsi interfacés dans NaviPac : le GPS, le senseur de cap, l'échosondeur mono-faisceau et la poulie compteuse.

NaviPac transmet une chaîne d'information dédiée (incluant la navigation) vers les logiciels :

- Substar pour la visualisation et l'enregistrement de la sismique réflexion ;
- Positiv pour le suivi et la visualisation online des équipements de réfraction tractés à quelques mètres au-dessus du fond et dont la position dynamique est dérivée de la poulie compteuse ;
- Sismo pour la visualisation et l'enregistrement des données de sismique réfraction.



**Figure 10. Exemple de vue Helmsman's Display pour la navigation**

#### 4.2.2. Positionnement

Le positionnement GPS précis des bateaux était assuré par un Hemisphere Vector V110 fonctionnant en mode différentiel sur base des corrections transmises par le réseau SBAS (Satellite-Based Augmentation System). La précision des corrections fournies en XY est d'échelle métrique.

L'Hemisphere V110 est en réalité constitué de deux antennes GPS séparées. La définition de l'orientation du vecteur entre les 2 antennes fournit un cap en addition des données de positionnement.

Le système GPS fut installé au sommet des bateaux où aucune obstruction majeure (masque éventuel des satellites) n'était présente.

#### 4.2.3. Bathymétrie

Un échosondeur mono-faisceau Odom Hydrotrac opérant à une fréquence de 200 kHz a été utilisé pour le suivi bathymétrique durant les mesures. Le transducteur monté sur pôle était installé côté bâbord pour le Camille et l'Aldo II. La profondeur du transducteur sous le niveau d'eau fut établie à 0.4 et 0.6 m pour le Camille et l'Aldo II respectivement.

L'échosondeur était interfacé dans le logiciel de navigation NaviPac. Les valeurs bathymétriques étaient transmises via une chaîne dédiée vers le logiciel Positiv afin d'anticiper en temps réel la position verticale des équipements tractés au-dessus du fond et ainsi garantir une sécurité optimale des opérations en mer.



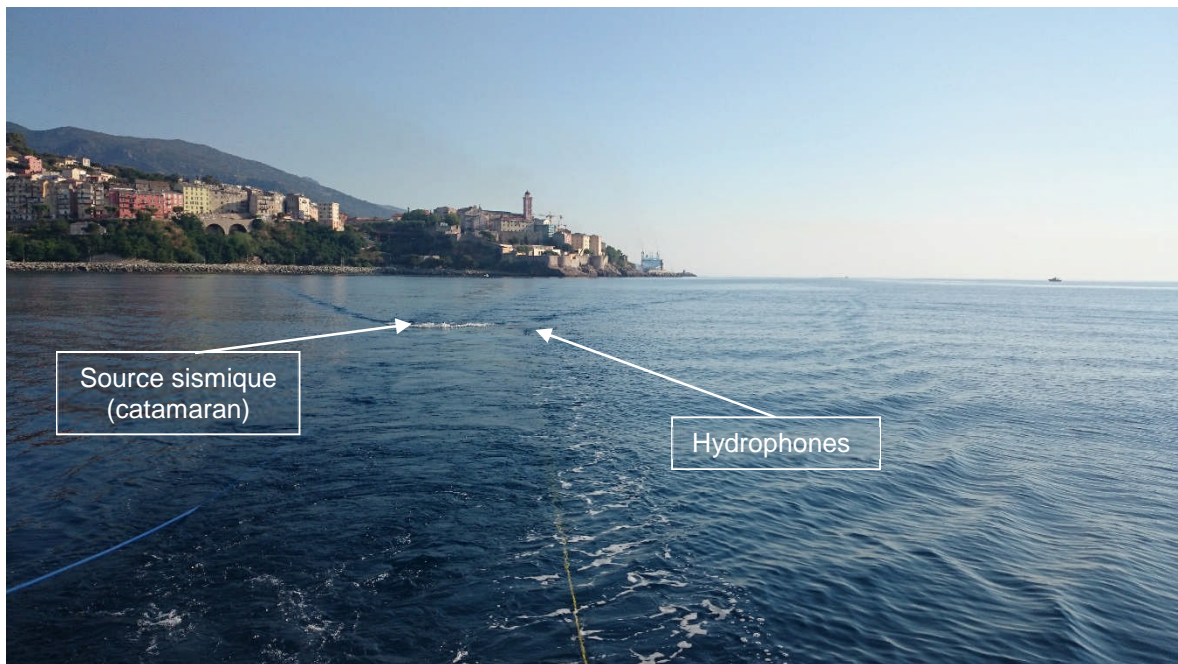
#### 4.2.4. Sismique réflexion

##### 4.2.4.1. Installation

Dans le cadre de l'acquisition des données sismique réflexion, un catamaran Applied Acoustics AA300 alimenté par une source d'énergie AA CSP-P a été utilisé. D'une fréquence centrale comprise entre 2 et 4 kHz, l'énergie sortante produite est fixée entre 50 et 300 J.

La source sismique était déclenchée à intervalle régulier et fonctionnait selon une fréquence de 4 pulsations/seconde. L'énergie était adaptée sur site en fonction des données en cours d'acquisition. Les lignes ont été mesurées avec une énergie de 100 J.

Le catamaran AA300 (partie émettrice) était remorqué côté tribord à une distance de 30 m derrière le Camille. La flûte d'hydrophones était tractée à bâbord et à égale distance. La séparation entre le catamaran et les hydrophones durant l'acquisition était de 3-4 m (Figure 11).



**Figure 11. Opérations en sismique réflexion**

##### 4.2.4.2. Acquisition des données et interfaçage

Les données de sismique réflexion sont acquises via le logiciel G-tec Substar qui permet le contrôle de l'acquisition, l'affichage et le stockage des données. Le logiciel Substar est également interfacé pour recevoir la chaîne de positionnement envoyée depuis NaviPac afin d'intégrer la géolocalisation directement dans les fichiers de sismique réflexion et de synchroniser l'acquisition avec l'heure GPS.

## 4.2.5. Sismique réfraction

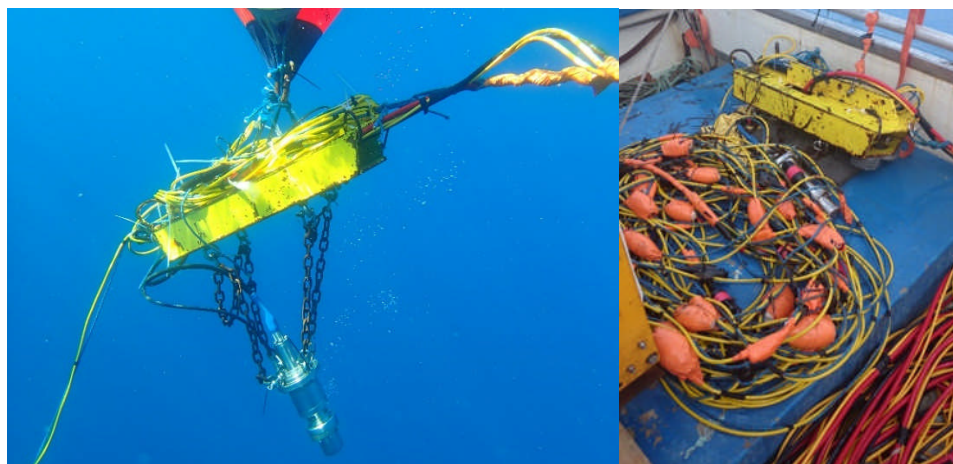
### 4.2.5.1. Installation

La configuration du système de sismique réfraction tracté consiste en :

- Une source sonore : un airgun qui dans notre cas dispose d'une chambre de 10 in<sup>3</sup> alimentée directement par des bouteilles de plongée et qui libère un volume d'air comprimé à 90 bars (Figure 12). Pour des raisons pratiques et de sécurité, l'utilisation d'un compresseur pour le remplissage des bouteilles était réalisé à terre avec du matériel et du personnel qualifiés
- Une flûte sismique (streamer) composée de 24 hydrophones espacés systématiquement de 2 m (Figure 12). La distance entre la source sismique (airgun) et le premier hydrophone est déterminée sur base des informations disponibles (notamment issue de la réflexion) et fut établie à 5, 16, 27 ou 40 m. En effet, cette distance fut ajustée sur site en fonction des observations et du contrôle qualité afin d'observer un maximum de réfraction.
- Une structure (« airgun frame ») sur laquelle sont montés, pour des raisons pratiques de manipulation, l'airgun ainsi qu'un senseur pression permettant de fournir en temps réel la profondeur exacte du dispositif.
- Une suite de logiciel développée par G-tec et constituée par « Sismo » pour l'acquisition des données et de « Positiv » pour la représentation verticale des équipements tractés.

Durant l'acquisition, la source sismique et la flûte d'hydrophones doivent être tractées le plus proche possible du fond (environ 3-4 m). Durant la phase d'acquisition en mode flottant, le frame auquel est suspendu l'airgun était maintenu à la surface à l'aide de deux bouées. Le dispositif était ensuite tracté à une distance fixe du bateau. Cette distance fut établie à 11 m. Durant l'acquisition en mode coulé, et pour pallier aux profondeurs d'eau changeantes du site de la Carbonite, le dispositif devait être opéré dynamiquement depuis le bateau. A cet effet, une poulie compteuse supportée par un portique et reliée à un câble en acier enroulé sur un treuil était installée sur le pont (Figure 13). L'altitude du dispositif au-dessus du fond était donc ajustée en permanence en fonction des profondeurs observées.

Les données provenant de la poulie compteuse (i.e. la longueur de câble déroulé dans l'eau) sont utilisées pour recalculer la position de la source sismique.



**Figure 12. Gauche : vue de l'airgun suspendu au frame configuré en mode flottant.  
Droite : flûte de 24 hydrophones espacés de 2 m**



**Figure 13.** Illustration du portique supportant la poulie compteuse et du treuil permettant d'ajuster en continu l'altitude du dispositif au-dessus du fond

#### 4.2.5.2. Acquisition des données et interfaçage

Tous les instruments sont interfacés dans le logiciel NaviPac qui envoie une chaîne de navigation dédiée vers les logiciels Sismo et Positiv. Sur base de la position du bateau et de sa vitesse, et en fonction de la distance parcourue, Sismo contrôle le déclenchement automatique de l'airgun afin de produire un tir sismique tous les 20 m. Sismo permet également l'affichage des traces sismiques et l'enregistrement des données.



## 5. RESULTATS DE LA SISMIQUE REFLEXION

Les résultats de sismique réflexion permettent d'observer la structure géologique du fond, de déduire l'allure et la profondeur du toit du substratum et de déterminer l'épaisseur des sédiments.

### 5.1. TRAITEMENT

Le traitement des données suit la séquence suivante :

- Correction de la navigation ;
- Création des fichiers de navigation corrigée ;
- Filtre passe-bande ;
- Application du gain approprié ;
- Pointage du fond (bottom tracking) ;
- Filtre de la houle (swell filtering).

### 5.2. INTERPRETATION

L'interprétation des données suit la séquence suivante :

- Identification des artéfacts ;
- Identification des réflecteurs ;
- Corrélation entre lignes longitudinales et transversales ;
- Compréhension de la structure géologique ;
- Pointage des réflecteurs ;
- Exportation des réflecteurs pointés.

### 5.3. RESULTATS

Les résultats de la sismique réflexion sont présentés dans les documents cartographiques suivants :

- **M4-R1-000-01.pdf** présente la profondeur (en mètre) du réflecteur 1 sous le fond (carte isopaque). Ce plan est également présenté en [Figure 14](#) du rapport ;
- **M4-R1-000-02.pdf** présente la profondeur (en mètre) du réflecteur 2 sous le fond (carte isopaque) ;
- **M4-R1-000-03.pdf** présente la profondeur (en mètre) du réflecteur 1 en référence altimétrique IGN78 ;
- **M4-R1-000-04.pdf** présente la profondeur (en mètre) du réflecteur 2 en référence altimétrique IGN78.

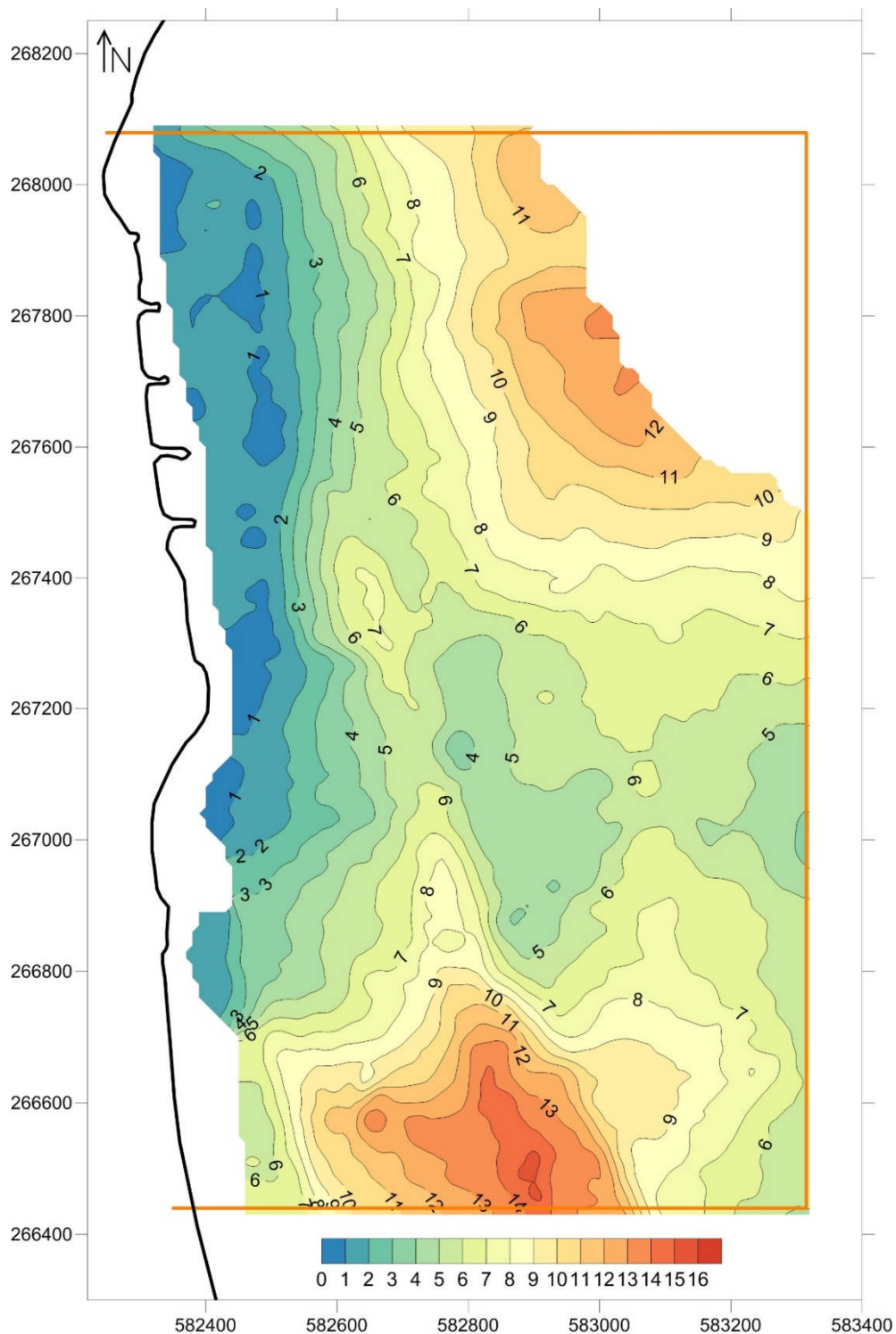
La vitesse du son dans les sédiments paramétrée durant l'acquisition en mer et le traitement des données fut établie à 1500 m/s. Comme il pourrait s'agir d'une sous-estimation, particulièrement pour les couches profondes plus compactes, il est possible que certains réflecteurs soient légèrement plus profonds qu'ils n'y paraissent.

Toutes les épaisseurs mentionnées dans les résultats sont exprimées en mètre sous le fond. Toutes les profondeurs sont quant à elles exprimées en mètre par rapport à la bathymétrie mesurée à l'échosondeur mono-faisceau corrigée de l'influence locale de la marée et ramenée au niveau altimétrique de référence IGN78.

Un réflecteur principal (R1) a été identifié. Ce réflecteur est détecté sur tous les profils sismiques. Il s'agit d'un réflecteur de forte amplitude qui est facilement suivi sur la quasi-totalité des lignes longitudinales et transversales. La profondeur du réflecteur R1 est comprise entre -4.4 et -46.3 m. L'épaisseur de la couche délimitée par ce réflecteur est comprise entre 0.4 et 15.2 m.

La carte suivante (Figure 14) présente la profondeur du réflecteur R1 sous le fond, c'est-à-dire l'épaisseur de la couche délimitée à sa base par ce réflecteur. L'épaisseur de cette couche est fort variable sur le site de la Carbonite puisque évoluant entre 0.4 m à proximité du rivage et de ses enrochements jusqu'à une dizaine de mètre pour la partie NE du site et même 15 m en face de la plage de l'Arinella.



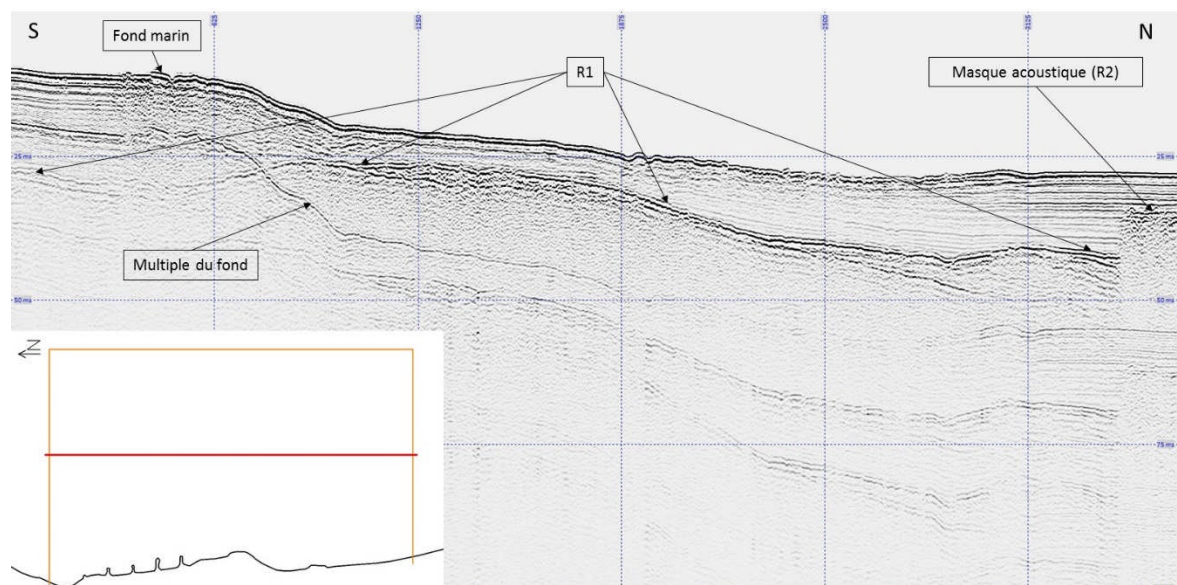


**Figure 14. Profondeur (en m) du réflecteur R1 sous le fond**

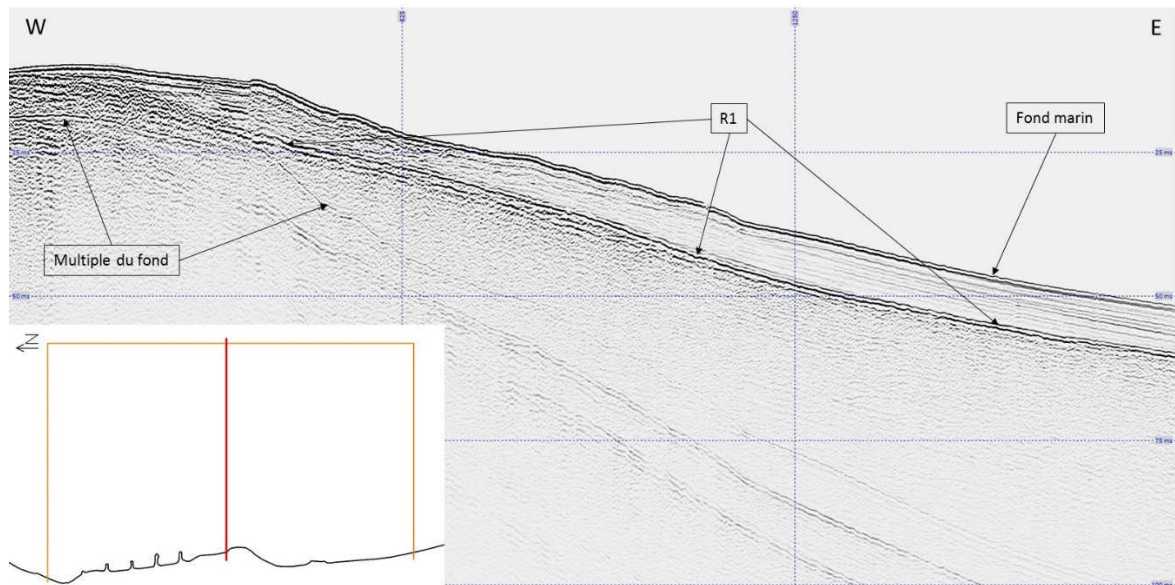
A titre d'illustration, les **Figure 15** et **Figure 16** ci-dessous présentent respectivement les images acoustiques obtenues en sismique réflexion le long d'un profil longitudinal S-N et le long d'un profil transversal W-E. Le réflecteur R1 y est clairement identifiable.

Ces images acoustiques montrent également que deux faciès sismiques distincts sont présents. Le premier faciès présente une structure interne bien organisée constituée d'une superposition de réflecteurs réguliers. Il représente le remplissage sédimentaire et est délimité à sa base par le réflecteur R1 de plus forte amplitude correspondant probablement à un niveau induré toujours localisé dans la couche sédimentaire. Le deuxième faciès présente une structure interne un peu moins organisée, voire localement légèrement chaotique bien que l'empilement des réflecteurs soit dans l'ensemble généralement observable. Le contact du premier faciès de réflecteurs réguliers sur le faciès plus chaotique ne se fait pas de façon franche puisqu'une série de 2-3 réflecteurs marque le passage d'un faciès vers l'autre.

L'orientation des réflecteurs montre un pendage vers l'est suivant le sens de la pente. Aucun accident géologique majeur, qui serait potentiellement identifiable dans la séquence régulière et organisée de réflecteurs du premier faciès sismique, n'a été observé.



**Figure 15. Image acoustique du profil sismique réflexion LL25-9 (longitudinal)**



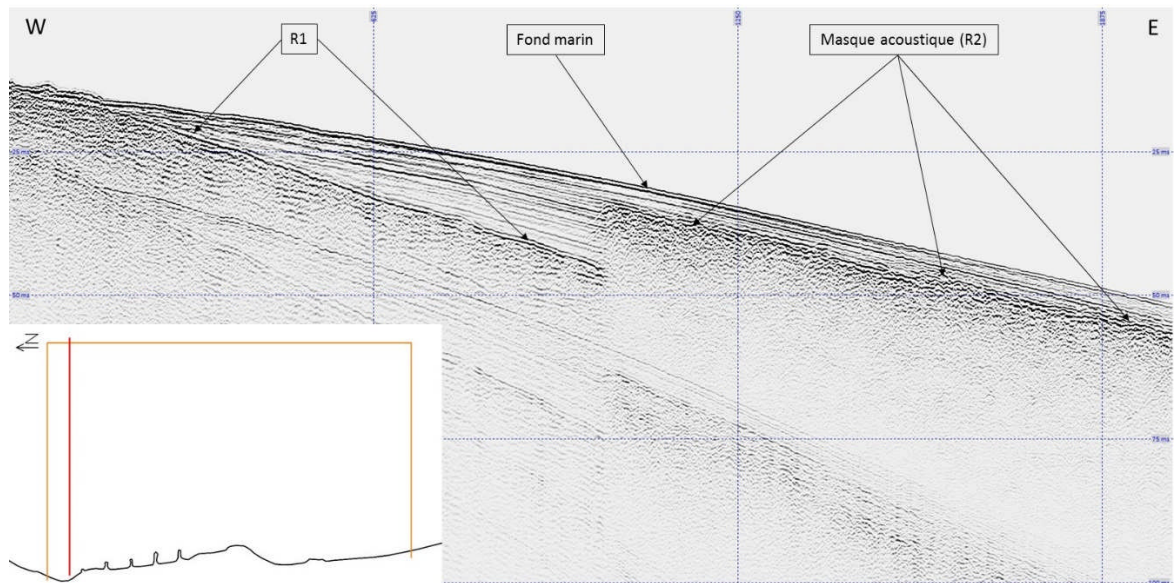
**Figure 16. Image acoustique du profil sismique réflexion XL-9 (transversal)**

La pénétration des ondes sismiques émises par le boomer dépend fortement de la composition du substratum et certains types de matériaux peuvent causer une forte atténuation du signal. Une telle atténuation a été détectée dans la partie NE du site de la Carbonite. Une cause possible et généralement avancée pour expliquer la présence de ce masque acoustique réside dans l'existence de petites bulles de gaz, tel le méthane produit par la dégradation de la matière organique, qui absorbent l'énergie sismique et produisent une forte atténuation du signal sismique. Le contexte géologique quaternaire de la région de Bastia mentionne la présence de niveaux riches en matière organique.

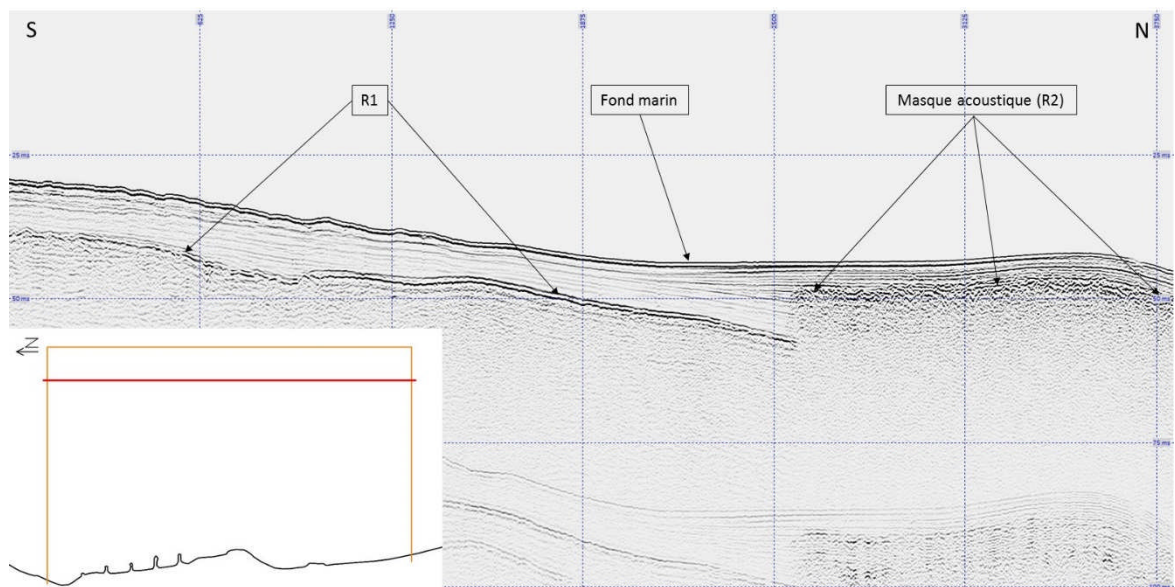
Afin de localiser et de représenter ce masque acoustique, son sommet a été pointé sous le nom de réflecteur R2. Ce deuxième réflecteur R2 est détecté tant sur les profils longitudinaux que transversaux. La profondeur du sommet du masque (IGN78) est comprise entre -25.3 et -42.1 m alors que sa profondeur sous le fond est comprise entre 2.5 et 6.4 m.

Les Figure 17 et Figure 18 ci-dessous présentent respectivement un profil transversal W-E et un profil longitudinal S-N où le masque acoustique est clairement observable. L'atténuation des ondes sismiques en-dessous de ce masque est responsable de l'absence de réflecteur et de structure nette sur les images acoustiques. De plus, la couche responsable du masque est localisée à un niveau verticalement plus élevée que le réflecteur R1 plus profond et en empêche donc la détection.





**Figure 17. Image acoustique du profil sismique réflexion XL-2 (transversal)**



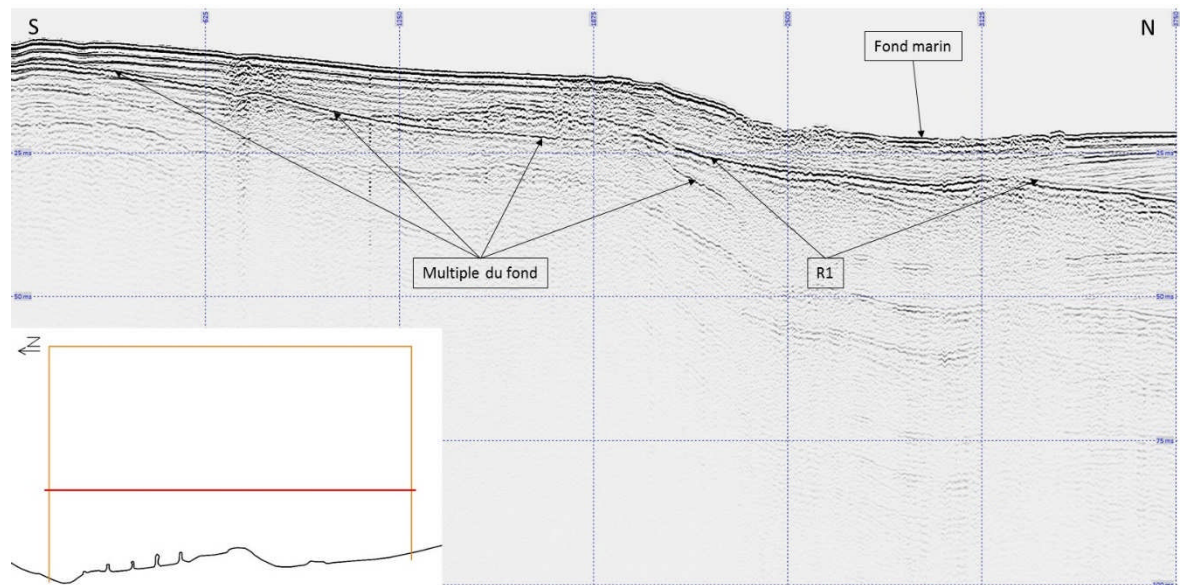
**Figure 18. Image acoustique du profil sismique réflexion LL16 (longitudinal)**

Comme n'importe quelle technique géophysique, la sismique réflexion possède certaines limites dont la plus importante concerne la réflexion multiple. Les multiples apparaissent avec deux fois, trois fois (etc.) la profondeur d'eau et, dans la plupart des cas, il est très difficile d'observer et d'interpréter des réflecteurs réels sous le premier multiple du fond.

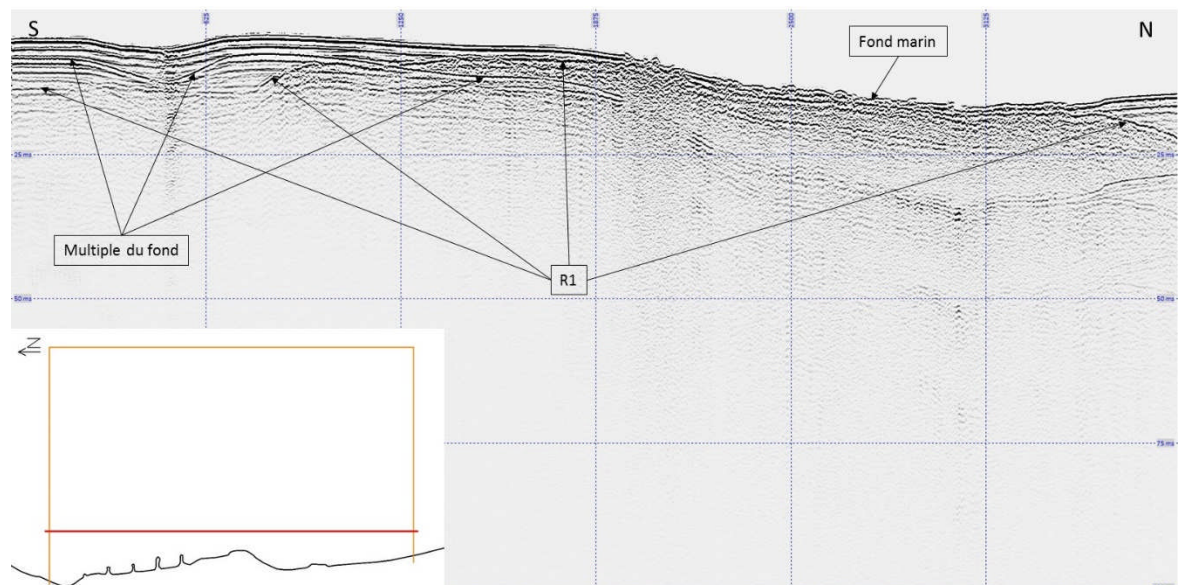
La bathymétrie du site de la Carbonite est très changeante et comprise entre 0 et -37 m. Pour les zones profondes, la limite de pénétration du boomer était dès-lors très bonne jusqu'à environ 37 m

**sous le fond.** En revanche, pour les zones peu profondes (quelques mètres d'eau), l'image acoustique des structures réelles est fortement limitée, de l'ordre de quelques mètres sous le fond.

Les **Figure 19** et **Figure 20** ci-dessous présentent un profil sismique longitudinal orienté S-N recoupant dans leur partie sud le banc de sable en face de la plage de l'Arinella. La bathymétrie à cet endroit est faible, environ 3-4 m. Il en résulte sur les images acoustiques la présence d'un réflecteur multiple du fond à un niveau verticalement élevé. Ce réflecteur ne possède aucune signification géologique ou structurale réelle et est responsable de la non-observation ou mauvaise définition du réflecteur réel R1 situé au même niveau ou en-dessous.



**Figure 19. Image acoustique du profil sismique réflexion LL6 (longitudinal)**



**Figure 20. Image acoustique du profil sismique réflexion LL25-2 (longitudinal)**



## 6. RESULTATS DE LA SISMIQUE REFRACTION

Les résultats de sismique réfraction déterminent les vitesses de propagation des ondes sismiques le long de réfracteurs. La compacité ou consolidation des matériaux peut être déduite de ces vitesses sismiques.

### 6.1. TRAITEMENT

Le traitement des données suit la séquence suivante :

- Correction de la navigation ;
- Calcul de la position réelle du dispositif tracté (layback correction) ;
- Application de gain ;
- Filtre ;
- Pointage des premières arrivées.

Le pointage des premières arrivées représente l'étape la plus longue des procédures de traitement des données qui peut cependant être accélérée en utilisant une technique de picking automatique. Cette méthode limite le contrôle qualité et un pointage manuel a donc été préféré et réalisé sur les 4400 tirs sismiques.

### 6.2. INTERPRETATION

L'interprétation des données suit la séquence suivante :

- Identification des différentes couches sismiques ;
- Ajustement des pointages ;
- Intégration des données de sismique réflexion ;
- Compréhension de la structure géologique.

### 6.3. RESULTATS

Les résultats de la sismique réfraction sont présentés dans les documents cartographiques suivants :

- **M4-R1-000-05.pdf** présente les vitesses sismiques (en m/s) le long du réfracteur avec en superposition les localisations des tirs sismiques. Les vitesses sont également présentées en [Figure 21](#) du rapport ;
- **M4-R1-000-06.pdf** présente la profondeur (en mètre) du réfracteur sous le fond (carte isopaque). Ce plan est également présenté en [Figure 22](#) du rapport ;
- **M4-R1-000-07.pdf** présente la profondeur (en mètre) du réfracteur par rapport à la référence altimétrique IGN78 ;
- **M4-R1-000-08a.pdf**, **M4-R1-000-08b.pdf** et **M4-R1-000-08c.pdf** présentent les résultats combinés en sismique réflexion et réfraction avec une série de profils longitudinaux et transversaux superposant les positions verticales du réfracteur et du réflecteur principal (R1) calculées par rapport au niveau de référence altimétrique IGN78. La localisation des profils est reprise en superposition sur le plan des vitesses **M4-R1-000-05.pdf**.

Les données de sismique réfraction permettent de définir les vitesses de propagation des ondes de compression (ondes P) à travers la masse rocheuse ou sédimentaire investiguée. Cette vitesse est un excellent indicateur de la consolidation des matériaux et par conséquent de leur altération et/ou fracturation qui ont une influence majeure sur leur compacité. Le **Tableau 8** présente les intervalles de vitesses habituellement rencontrés lors des investigations et leur signification en matière de consolidation des matériaux

**Tableau 8 – Interprétation des vitesses sismiques**

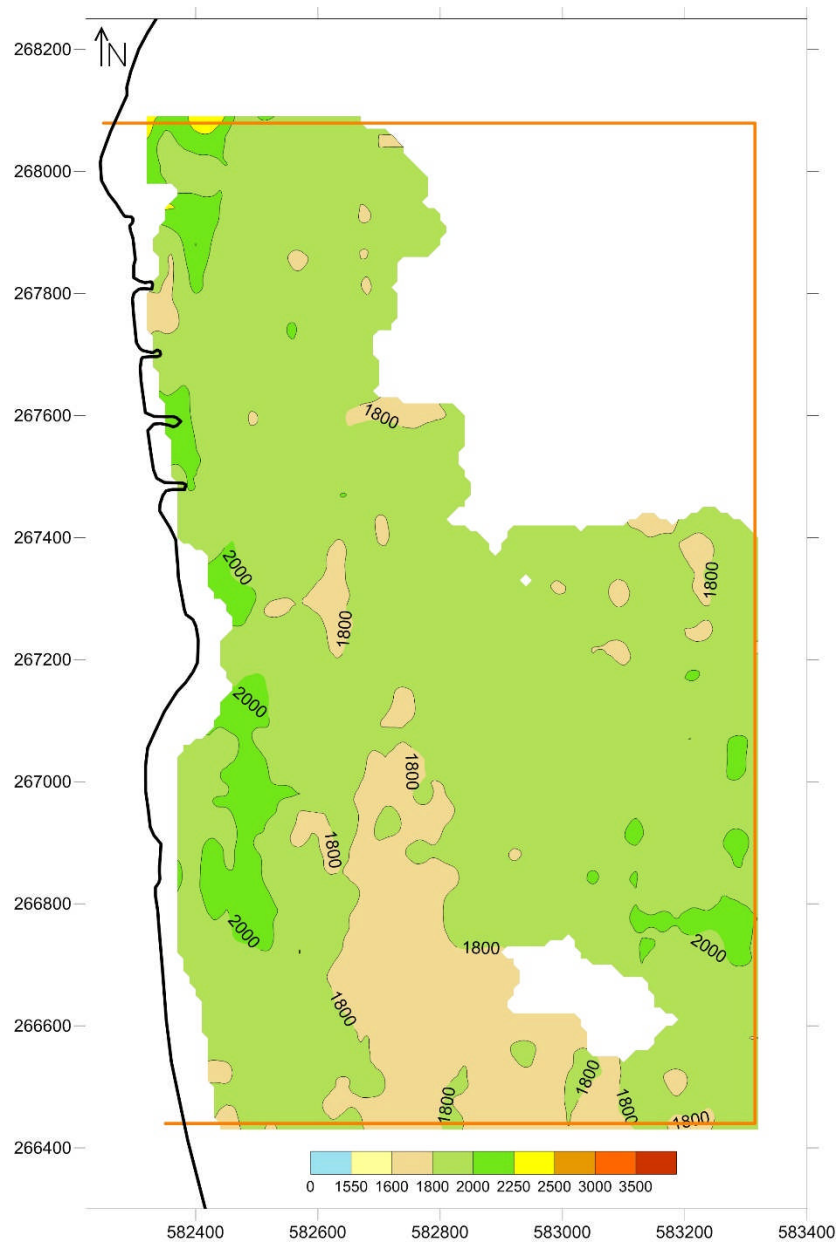
| Vitesse sismique (m/s) | Interprétation  |
|------------------------|---|
| 1400 – 1600            | Eau, sédiments consolidés                                       |
| 1600 – 2000            | Sédiments consolidés<br>Roche très altérée et/ou très fracturée |
| 2000 – 2500            | Craie et marne<br>Roche altérée et/ou fracturée                 |
| 2500 – 3000            | Roche légèrement altérée et/ou fracturée                        |
| 3000 – 3500            | Roche saine, légèrement fracturée                               |
| > 3500                 | Roche saine   |

Un réfracteur principal a été largement détecté sur le site de la Carbonite. Ce réfracteur est caractérisé par des vitesses sismiques faibles à moyennes comprises entre 1600 et 2500 m/s.

La majeure partie du site montre des vitesses inférieures à 2000 m/s (**Figure 21**). Ces vitesses relativement faibles représentent des sédiments consolidés ou des roches très altérées et/ou très fracturées.

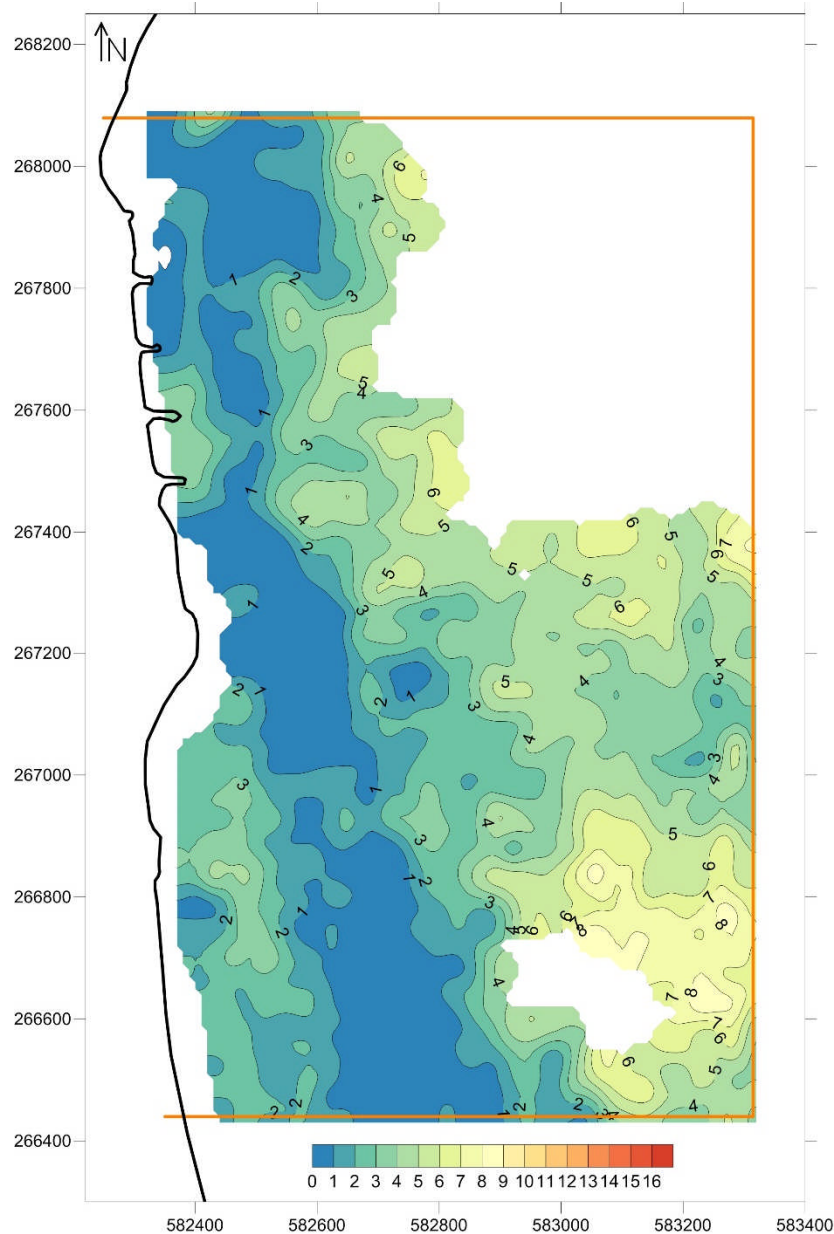
Le site est également marqué par l'homogénéité générale des vitesses sismiques. Aucune zone à l'intérieur de l'emprise du site ne se dégage et ne se différencie vraiment. Aucune poche de roche légèrement altérée/fracturée voire de roche saine n'a ainsi été détectée. Localement, les vitesses sismiques dépassent légèrement 2000 m/s, notamment dans la partie SE et à l'ouest le long du littoral, mais ne représentent pas un changement important de consolidation des matériaux.

En considérant le cadre géologique qui signale la présence de roches métamorphiques (gneiss) et donc de matériaux très compactés, il est très peu probable que les faibles vitesses sismiques mesurées correspondent à ce type de matériaux très indurés. Les interfaces sur lesquelles la réfraction s'est faite doivent probablement correspondre avec des niveaux indurés (tels que des graviers ou des argiles compactes) internes à la séquence sédimentaire.



**Figure 21. Vitesses sismiques le long du réfracteur**

La profondeur du réfracteur sous le fond varie entre 0.0 (le réfracteur étant très proche de la surface) et 9.4 m (Figure 22). La profondeur du réfracteur (IGN78) évolue entre -3.7 et -45.9 m. La combinaison des résultats de sismique réflexion et réfraction présentée au point 7 ci-après apporte plus de précision quant à la signification du réfracteur et à sa position verticale dans la séquence des matériaux investigués.



**Figure 22. Profondeur du réfracteur sous le fond**

Deux zones de non-détection de réfraction sont observées. Une première zone au NE du site (correspondant avec la zone de masque acoustique détectée en sismique réflexion) et une deuxième zone, plus restreinte, au SE du site.

## 7. COMBINAISON DES DONNEES DE REFLEXION ET REFRACTION

Les plans **M4-R1-000-08a.pdf**, **M4-R1-000-08b.pdf** et **M4-R1-000-08c.pdf** en attaché présentent une série de profils longitudinaux et transversaux sur lesquels sont affichés la position du réfracteur et la vitesse de propagation sismique de long de ce réfracteur. Ces mêmes profils contiennent également la position du réflecteur R1 dont la profondeur peut être comparée à celle du réfracteur.

Le plan ci-dessous (**Figure 23**) synthétise cette différence de profondeur entre réflecteur R1 et réfracteur pour l'emprise complète du site. Ce plan montre que les positions verticales du réflecteur R1 et du réfracteur coïncident relativement bien (décalage de l'ordre de 1-2 m) avec toutefois un décalage très important pour la partie sud.

En effet, en face de la plage de l'Arinella, la sismique réflexion a mis à jour un réflecteur R1 relativement profond représentant une épaisseur de sédiment conséquente pouvant atteindre 15 m. A cet endroit, la profondeur du réfracteur ne coïncide pas avec la profondeur du réflecteur puisque la différence entre les deux niveaux atteint jusqu'à 12 m (en bleu sur la **Figure 23**).

La raison de ce décalage s'explique par la réfraction des ondes sismiques non pas sur le même niveau que le réflecteur R1, comme c'est généralement le cas sur le reste du site, mais sur une couche interne à la séquence sédimentaire sus-jacente et donc localisée à un niveau plus élevé que le réflecteur R1.

D'après les profils en attachés et la **Figure 23**, trois situations sont identifiables :

- Les zones pour lesquelles la position verticale des niveaux de réflexion et de réfraction est coïncidente (différence de l'ordre de 1 ou 2 m) permettent de préciser que la réfraction des ondes sismiques s'est produite sur la même limite de couche que celle observée sur les images acoustiques de sismique réflexion.

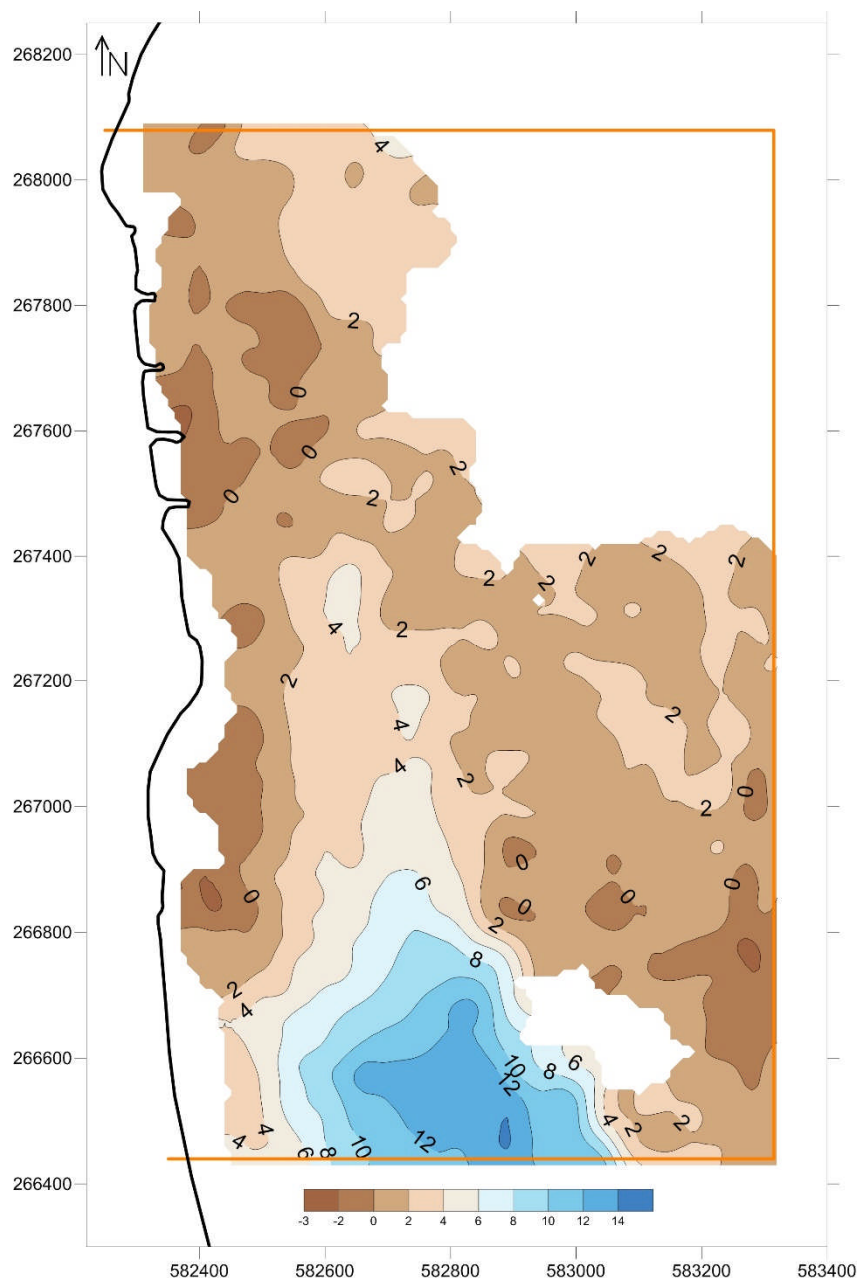
Autrement dit, si l'on considère que le réflecteur R1 correspond à un niveau induré interne à la couche de sédiment, les vitesses sismiques mesurées à l'endroit de cette correspondance entre réflecteur et réfracteur doivent indiquer la compacité ou consolidation de ce même niveau sédimentaire. Les vitesses mesurées sont faibles et généralement comprises entre 1800 et 2000 m/s ce qui indique des sédiments compactés.

Au vu de ces vitesses, il est peu probable que le réflecteur R1 corresponde au toit du substratum, au vu de la nature métamorphique de ce dernier.

- Pour les zones où le niveau de réfraction ne correspond pas au niveau du réflecteur R1 mais lui est supérieur (en bleu sur la **Figure 23**), les vitesses sismiques, également faibles, doivent indiquer la compacité ou consolidation d'un niveau encore plus supérieur et interne à la séquence sédimentaire et non celle du niveau précédemment identifié. Les vitesses mesurées sont faibles, toujours de l'ordre de 1800-2000 m/s, et indiquent des sédiments compactés. ;
- Enfin, pour les zones où le niveau de réfraction ne correspond pas au niveau du réflecteur R1 mais lui est inférieur, tel que le long du rivage et au SE du site (en rouge sur la **Figure 23**), les vitesses sismiques mesurées doivent indiquer la compacité ou consolidation d'une couche inférieure au réflecteur R1 et donc inférieure au niveau sédimentaire induré précédemment identifié. Les vitesses mesurées sont légèrement plus élevées et généralement comprises entre 2000 et 2500 m/s ce qui indique une roche fracturée et/ou altérée, c'est-à-dire légèrement plus consolidée et compactée que les niveaux sédimentaires



supérieurs mais toujours pas assez indurée pour être représentative de roches métamorphiques.



**Figure 23. Décalage (en m) des profondeurs du réflecteur R1 et du réfracteur (en bleu : réfracteur localisé au-dessus du réflecteur, en rouge : réfracteur sous le réflecteur)**

## 8. CONCLUSION

Dans le cadre de la mission d'études pour le développement du nouveau port de Commerce de Bastia sur le site de la Carbonite, et plus particulièrement de la mission M4 « premières études géotechniques », G-tec sas a réalisé un relevé géophysique en mer par sismique réflexion et sismique réfraction.

Les objectifs des investigations géosismiques sont de définir l'épaisseur de la couche sédimentaire, de positionner le sommet du substratum (carte du toit), de détecter la présence éventuelle d'accidents géologiques et enfin de déterminer les variations de consolidation/induration des couches successives (sédiment et substratum) sur lesquelles est envisagé l'aménagement du nouveau port de commerce de Bastia.

Ce rapport présente la méthodologie et les résultats des mesures de sismique réflexion et réfraction. Une interprétation de ces résultats est également fournie. Cette dernière est susceptible d'être révisée ou mise à jour si de nouvelles informations, telles que géotechniques, devenaient disponibles.

Les opérations géosismiques se sont déroulées du 6 au 8 juin à bord du bateau « Camille » pour la sismique réflexion et la sismique réfraction en mode flottant et du 13 au 16 juin à bord du bateau « Aldo II » pour la sismique réfraction en mode coulé. Au total, 58 lignes de mesure pour un total de 80.4 km ont été relevées en réflexion et 73 lignes de mesure totalisant 82.3 km ont été suivies en réfraction.

Les résultats de sismique réflexion déterminent le niveau de pénétration acoustique dans les sédiments. Le réflecteur R1 interprété comme un niveau induré interne à la séquence sédimentaire évolue à une profondeur comprise entre -4.4 et -46.3 m IGN78. L'épaisseur de la couche sédimentaire délimitée par ce réflecteur varie de 0.4 à 15.2 m. Au NE du site, le réflecteur R2 représente le sommet d'une zone de masque acoustique empêchant la détection du réflecteur R1 plus profond. La présence du réflecteur multiple du fond sur les images acoustiques, particulièrement sur les zones les moins profondes, empêche également la bonne définition des réflecteurs réels. L'inclinaison des réflecteurs montre un pendage général vers l'Est suivant le sens de la pente. Aucun accident géologique majeur n'a été identifié sur les images acoustiques.

Un réfracteur principal a été détecté. Ce réfracteur est caractérisé par des vitesses sismiques faibles à moyennes comprises entre 1600 et 2500 m/s qui représentent des sédiments compactés ou des roches très altérées et/ou très fracturées. Les vitesses sismiques sont constantes sur l'entièreté du site et ne dépassent que localement 2000 m/s. En considérant le cadre géologique qui signale la présence de roches métamorphiques (gneiss), il est très peu probable que les vitesses sismiques mesurées correspondent à ce type de matériaux très indurés. Les interfaces sur lesquelles la réfraction s'est faite doivent probablement correspondre avec des niveaux indurés (tels que des graviers) internes à la séquence sédimentaire. La profondeur du réfracteur évolue entre -3.7 et -45.9 m IGN78. L'épaisseur de la couche délimitée par ce réfracteur est comprise entre 0.0 et 9.4 m.


La combinaison des résultats de sismique réflexion et réfraction montre 3 situations distinctes où le réfracteur se situe au même niveau, au-dessus ou en-dessous du réflecteur R1. Pour la majeure partie du site de la Carbonite, lorsque réflecteur et réfracteur sont concordants, les vitesses indiquent la présence d'une couche indurée interne à la séquence sédimentaire. En face de la plage de l'Arinella, où le réfracteur est au-dessus du réflecteur, les mêmes vitesses sismiques indiquent la présence de sédiments consolidés. Enfin, au SE du site de mesure et le long du littoral, là où le réfracteur se situe sous le réflecteur, les vitesses sismiques sont plus élevées, jusqu'à 2500 m/s et signalent la présence de roche fracturée et/ou altérée mais non représentative du substratum métamorphique.

L'épaisseur importante de sédiments quaternaires et la présence très probable de niveaux indurés et compactés internes à cette séquence sédimentaire sont responsables de la réflexion et de la réfraction des ondes sismiques sur de multiples interfaces qui ne sont probablement pas celles du toit du substratum. Sur base des résultats géophysiques actuels, il est donc difficile de proposer une carte du toit du substratum qui n'a probablement pas été détecté pour des raisons purement géologiques et structurales.

Les résultats des mesures mettent en évidence que les structures géologiques sont hétérogènes en termes de caractéristiques sismiques, par extension en termes de caractéristiques mécaniques. Leur cartographie est donc le guide pour définir les prochaines investigations géotechniques. Leurs résultats seront à injecter dans les modèles géophysiques pour finalement obtenir une interprétation géologique et géomécanique.

## **ANNEXE 1**

# **POINT DE CONTROLE GEODESIQUE**

| Rapport de calibration   |  |                  |                                    |   |
|--|--|------------------|------------------------------------|---|
| <b>Activités</b> Mesures géosismiques<br><b>Projet #:</b> 15041_M_LH_Artelia_Bastia<br><b>Client:</b> Artelia/Pozzo di Borgo - CTC<br><b>Site :</b> Bastia<br><b>Date:</b> 1/06/2015<br><b>Heure :</b> UTC+1<br><b>Projection :</b> Lambert IV Corse<br><b>Bateaux :</b> Camille / Aldo II<br><b>Opérateurs :</b> GCA/SBE<br><b>Instrument/software:</b> EIVA NaviPac (navigation)<br><b>Control:</b> Trimble Geomatics Office (TGO) |  <b>G-tec</b><br><b>G-tec s.a.s.</b><br>Le Vaisseau<br>120, Bd Amiral Mouchez<br>F-76600 Le Havre - France<br>Phone: +33(0) 235 25 44 47<br>Fax: +33(0) 972 11 68 21<br>info@g-tec.eu<br>www.g-tec.eu |                  |                                    |   |
| Géodésie   |  |                  |                                    |   |
| <b>Datum local</b>   | Nom<br>Ellipsoïde<br>Demi grand axe (a)<br>Aplatissement (f)<br>Excentricité   |                  |                                    | NTF<br>Clarke 1880<br>6378249.200 m<br>293.46602<br>0.0824832569  |
| <b>Datum shift</b>   | Translations (m)   | Tx<br>Ty<br>Tz   | 169.236 m<br>60.55 m<br>-321.418 m |   |
|  | Rotations (")  | Rx<br>Ry<br>Rz   | 0.00000<br>0.00000<br>0.00000      |   |
|  | Scale factor (ppm)   | SF               | 0.0000                             |   |
| <b>Projection</b>  | Nom<br>Type<br>1er parallèle<br>2ème parallèle<br>Latitude à l'origine<br>Méridien central<br>Constante Est E0<br>Constante Nord N0<br>Facteur d'échelle K0  |                  |                                    | Lambert IV Corse<br>Projection conique conforme<br>41°33'37.3960"<br>42°46'3.5880"<br>42°09'54.0000"<br>2°20'14.0250"<br>234.358<br>185861.3690<br>0.99994471 |
| <b>Vérification géodésique</b>   |  |                  |                                    |   |
| <b>Point de contrôle : borne IGN Furiani I 2B12001 (site A)</b>  |  |                  |                                    |   |
| IAG GRS 1980 (=WGS84)  | ->   | Lambert 93       | ->*                                | Lambert IV Corse  |
| Lat = 42°39'32.50731" N  | ->   | N = 6194677.874  | ->                                 | N = 264810.575  |
| Long = 9°25'11.67730" E  | ->   | E = 1226455.876  | ->                                 | E = 580326.827  |
| <b>Conversion dans le logiciel de navigation NaviPac</b>   |  |                  |                                    |   |
| WGS84  | ->   | Lambert IV Corse |                                    | Différence  |
| Lat = 42°39'32.50731" N  | ->   | N = 264810.5977  |                                    | $\Delta Y = -2.27 \text{ cm}$   |
| Long = 9°25'11.67730" E  | ->   | E = 580326.8214  |                                    | $\Delta X = 0.56 \text{ cm}$  |

\*conversion réalisée avec le logiciel IGN Circé France

Figure 24. Fiche de contrôle de conversion géodésique



Calculate WGS 84

|           |                      |
|-----------|----------------------|
| Easting   | 580269.456636 m      |
| Northing  | 264815.820015 m      |
| Height    | 0 m                  |
| Latitude  | N 042° 39' 32.50731" |
| Longitude | E 009° 25' 11.6773"  |
| Datum     | WGS 84               |

WGS 84 to User Datum

User Datum to WGS 84

Input: Datum Shift: WGS84 Clarke 1880 (Bastia)

Result

Projection: Lamberts Conformal Conical

Ellipsoid: WGS 84: Clarke 1880 (Bastia)

|            |                      |                      |
|------------|----------------------|----------------------|
| Easting:   | 580269.4566          | 580326.8214          |
| Northing:  | 264815.8200          | 264810.5977          |
| Latitude:  | N 042° 39' 32.50731" | N 042° 39' 32.24904" |
| Longitude: | E 009° 25' 11.6773"  | E 009° 25' 13.08382" |

Close


**Figure 25.** Interface du logiciel de navigation NaviPac pour le contrôle des paramètres géodésiques montrant les résultats de la conversion des coordonnées GPS brutes Lat/Long en E/N local.

## **ANNEXE 2**

# **DETAILS TECHNIQUES DES EQUIPEMENTS**


## Hemisphere V110

**Tableau 9 – DGPS Hemisphere V110**

|                           |                        |   |
|---------------------------|------------------------|---|
| Type                      | Hemisphere Vector V110 |  |
| Mode GPS                  | DGPS                   |   |
| Correction différentielle | SBAS                   |   |
| Précision en XY           | < 0.6 m RMS 95%        |   |
| Ré-acquisition            | < 1 sec.               |   |


## Echosondeur mono-faisceau

**Tableau 10 – Echosondeur Odom Hydrotrac**


|                     |                                |  |
|---------------------|--------------------------------|--|
| Type                | ODOM Hydrotrac                 |  |
| Fréquence           | 200 kHz                        |  |
| Gamme de profondeur | 0.2 – 600 m                    |  |
| Calibration interne | Sonde de vitesse, tirant d'eau |  |
| Data output         | Transmission par câble série   |  |
| Transducteur        | ODOM SMBB200-9                 |  |
| Ping rate           | Maximum 20/seconde             |  |

## Sismique réflexion

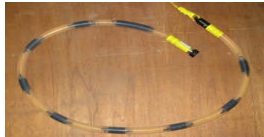
**Tableau 11 – Unité centrale**

|                    |                         |   |
|--------------------|-------------------------|---|
| PSU                | Applied Acoustics CSP-P |  |
| Energie            | 50-350 J sélectionnable |   |
| Voltage de sortie  | 2500-3900V              |   |
| Taux de Chargement | 1050 J/s, opérationnel  |   |
| Taux de répétition | 3-6 pps, 3pps @ 350J    |   |


**Tableau 12 – Source sismique**

|                            |                         |   |
|----------------------------|-------------------------|---|
| Source sismique            | Applied acoustics AA300 |  |
| Transducteur / technologie | Electromécanique        |   |
| Fréquence centrale         | 2-4 kHz @ 350-50 J      |   |


**Tableau 13 – Récepteur**

|           |                          |   |
|-----------|--------------------------|---|
| Récepteur | Flûte C-Phone 8 éléments |  |
|-----------|--------------------------|---|


**Sismique réfraction****Tableau 14 – Source sismique (airgun)**

|                    |                              |   |
|--------------------|------------------------------|---|
| Type               | Source pneumatique Bolt 600B |  |
| Chambre            | 10 in <sup>3</sup>           |   |
| Pression min-max   | 50-140 bar                   |   |
| Pression typique   | 70-120 bar                   |   |
| Taux de répétition | Up to 1 in 5 sec             |   |


**Tableau 15 – Frame sismique**

|            |                    |   |
|------------|--------------------|---|
| Type       | G-tec Nemo 2 Frame |  |
| Dépresseur | Deep wing          |   |


**Tableau 16 – Flûte sismique (récepteur)**

|                              |               |   |
|------------------------------|---------------|---|
| Type                         | EMCI          |  |
| Hydrophones                  | Geospace MP25 |   |
| Nombre d'hydrophones         | 24            |   |
| Espacement entre hydrophones | 2 m           |   |
| Longueur active              | 46 m          |   |
| Longueur maximale à l'avant  | 150 m         |   |



**Tableau 17 – Senseur pression**

|                     |                    |  |
|---------------------|--------------------|--|
| Type                | Keller PAA-36XW    |  |
| Gamme de profondeur | 0-200m             |  |
| Précision           | 0.1% FSV i.e. 0.2m |  |
| Calibration         | Zéro en surface    |  |

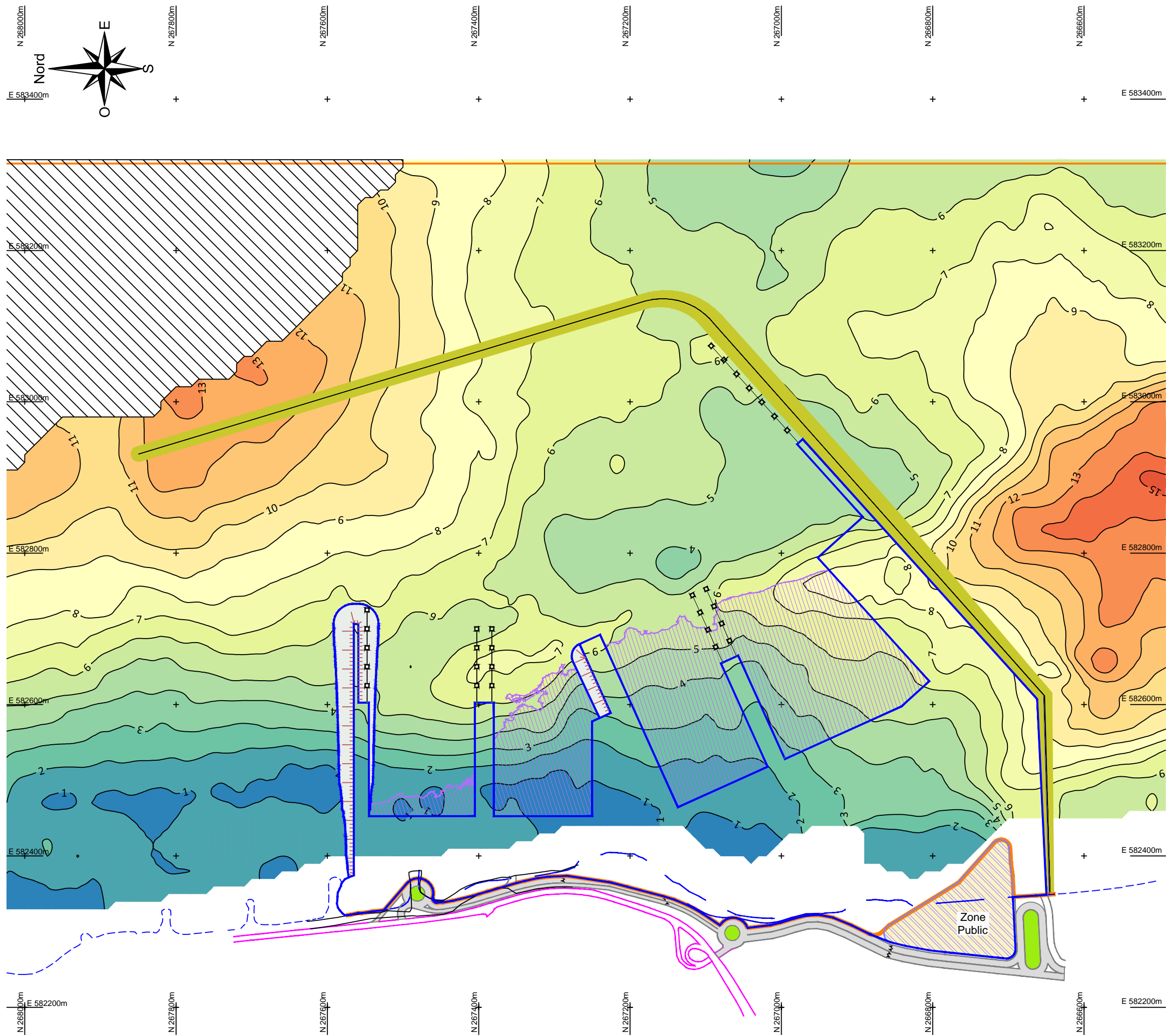
**Tableau 18 – Treuil**

|                   |                   |   |
|-------------------|-------------------|---|
| Type              | Huchez            |  |
| Puissance         | Electrical, 4 kVA |   |
| Charge            | 3.7 kN            |   |
| Longueur du câble | 250 m             |   |
| Poids net         | 300 kg            |   |
|                   |                   |   |

**Tableau 19 – Poulie compteuse**

|                                    |                               |   |
|------------------------------------|-------------------------------|---|
| Type                               | McArtney MKII                 |  |
| Charge maximale                    | 25 kN                         |   |
| Diamètre du câble                  | 8-16 mm                       |   |
| Diamètre de la poulie              | 490 mm                        |   |
| Résolution                         | 0.5 m                         |   |
| Indicateur de statut Communication | McArtney MKII<br>Serial RS232 |  |





**Légende :**

Profondeur du réflecteur sous le fond (m) :

Profondeur du réflecteur sous le niveau de référence (m) :

Emprise des mesures

Masque acoustique

Limite du terre-plein portuaire

Dragage -9m CM

**Informations générales :**

ACQUISITION :  
Positionnement : Hemisphere V110  
Navigation : EIVA Navipac  
Echosondeur : Odom Hydrotrack  
Sismique réflexion : Applied Acoustics AA300 - Flûte sismique C-phone 8hydrophones  
Sismique réfraction : Airgun Bolt 600B - Flûte sismique G-tec 24hydrophones

DATES : 06/06/2015 - 16/06/2015

LOGICIELS D'ACQUISITION / TRAITEMENT DES DONNEES :  
EIVA Navipac, G-tec Substar, G-tec Positiv, G-tec Sismo /  
G-tec Inspire, G-tec Toolslab, Golden Software Surfer

GEODESIE :  
Système géodésique : NTF  
Ellipsoïde : Clarke 1880  
Demi grand axe (a) : 6378249.200 m  
Aplatissement (1/f) : 93.46602  
Excentricité : 0.082483256945

DATUM SHIFT  
Translation : dX : 169.236 m dY : 60.55 m dZ : -321.418 m  
Rotation : rX : NA rY : NA rZ : NA  
Facteur d'échelle : NA

PROJECTION CARTOGRAPHIQUE :  
Projection : Lambert IV Corse  
Type de projection : Projection conique conforme (Lambert)  
1er parallèle : 41°33'37.3960"  
2ème parallèle : 42°46'3.5880"  
Latitude à l'origine : 42°09'54.0000"  
Méridien central : 2°20'14.0250"  
Constante Est E0 : 234.3580  
Constante Nord N0 : 185861.3690  
Facteur d'échelle K0 : 99994471

REFERENCE ALTIMETRIQUE : IGN78 / 0 m IGN 78 = 0.485 m CM

**G-tec s.a.s.**  
Le Vaisseau  
120 boulevard Amiral Mouchez  
F-76087 Le Havre Cedex  
France  
Tel : +33 (0) 235 25 44 47  
Fax : +33 (0) 972 11 68 21  
e-mail : [info@g-tec.eu](mailto:info@g-tec.eu) - web : [www.g-tec.eu](http://www.g-tec.eu)

|        |                    |          |            |              |              |
|--------|--------------------|----------|------------|--------------|--------------|
|        |                    |          |            |              |              |
| A      | Première diffusion | 15-07-15 | MPE        | GCA          | ARE          |
| Indice | Modifications      | Date     | Etabli par | Contrôle par | Approuvé par |

**GRAND PORT BASTIA-CORSE**

MISSION D'ETUDES POUR LE PORT DE COMMERCE SUR LE SITE DE LA CARBONITE

Mission M4 :  
Premières études géotechniques

Mesures géosismiques en mer  
Sismique réflexion  
Profondeur du réflecteur sous le fond (R1)

Plan N° : M4-R1-000-01  
Echelle de tracé : 1:5\_XREF

Projet N° : 8 71 3512  
Format : A3

---

# INVESTIGATIONS SUBSEA

## Prélèvement de sédiment

### Fascicule 1A : Rapport d'intervention

---

#### BASTIA – CARBONITE

| Référence : 19/10933/MARSE |            |                               |                 | Investigations géotechniques |             |              |
|----------------------------|------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|-------------|--------------|
| Indice                     | Date       | Modifications<br>Observations | Nbre pages      | Établi par                   | Vérifié par | Approuvé par |
|                            |            |                               | Texte + Annexes |                              |             |              |
| 0                          | 30/03/2020 | Première diffusion            | 20 + 64         | L. FAUBERT                   | N. DOISNEAU | E. GRABOWSKI |
| A                          |            |                               |                 |                              |             |              |
| B                          |            |                               |                 |                              |             |              |
| C                          |            |                               |                 |                              |             |              |

## SOMMAIRE

|             |   |           |
|-------------|---|-----------|
| <b>I.</b>   | <b>Cadre de l'intervention .....</b>          | <b>4</b>  |
| I.1.        | Intervenants .....                            | 4         |
| I.2.        | Mission.....                                  | 4         |
| <b>II.</b>  | <b>Contexte du site.....</b>                  | <b>6</b>  |
| II.1.       | Contexte géographique .....                   | 6         |
| II.2.       | Contexte géologique .....                     | 7         |
| <b>III.</b> | <b>Déroulé de l'intervention .....</b>        | <b>8</b>  |
| III.1.      | Réalisation de l'intervention.....            | 8         |
| III.2.      | Matériel / Équipement utilisé.....            | 9         |
| III.3.      | Méthodologie.....                             | 10        |
| <b>IV.</b>  | <b>Contenu de la reconnaissance.....</b>      | <b>12</b> |
| IV.1.       | Contenu de la reconnaissance.....             | 12        |
| IV.2.       | Implantation et nivellement des sondages..... | 18        |
| <b>V.</b>   | <b>Annexe A.....</b>                          | <b>21</b> |
| <b>VI.</b>  | <b>Annexe B.....</b>                          | <b>22</b> |
| <b>VII.</b> | <b>Annexe C.....</b>                          | <b>23</b> |

### TABLE DES FIGURES :

|  |   |
|--|---|
| Figure 1 : Schéma d'implantation des sondages.....   | 4 |
| Figure 2 : Carte de l'emprise de la zone d'investigation <i>subsea</i> (en vert) de la Carbonite (carte satellite). .... | 6 |
| Figure 3 : Carte géologique de la zone d'étude (BRGM).....   | 7 |

### TABLE DES TABLEAUX :

|  |    |
|--|----|
| Tableau 1 : Récapitulatif des opérations .....                     | 8  |
| Tableau 2 : Matériels utilisés .....                               | 9  |
| Tableau 3 : Récapitulatif CPTu.....                                | 14 |
| Tableau 4 : Récapitulatif Vibrocore.....                           | 17 |
| Tableau 5 : Récapitulatif des sondages réalisés en Lambert IV..... | 18 |

## ACRONYMES

BV : Bureau Veritas

CPTu : Cone Penetration Test (Pénétromètre Statique)

GAIDF : Géotechnique Appliquée d'Ile De France

MOB : Mobilisation

OPR : Opération

VC : Vibrocarottier

## I. CADRE DE L'INTERVENTION

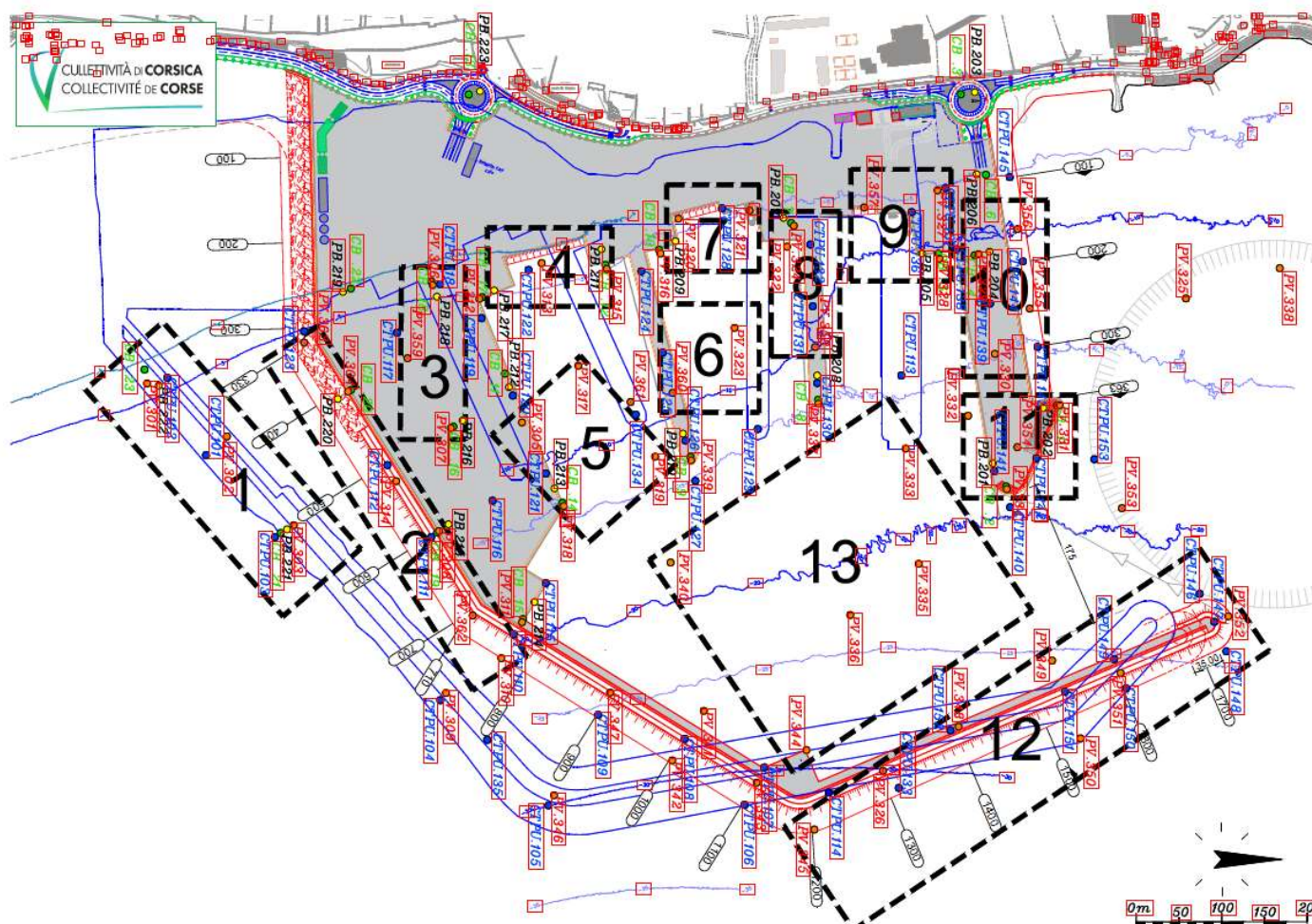
### I.1. INTERVENANTS

À la demande et pour le compte de la COLLECTIVITÉ DE CORSE, le groupement ROCCA E TERRA, GAIDF, NATALI, avec la société IGEOTEST en tant que sous-traitant a réalisé des investigations géotechniques sous-marine sur le site de la CARBONITE (Bastia).

### I.2. MISSION

La présente intervention réalisée en mars 2020 a consisté en la réalisation de prélèvements carottés avec un outil de type VibroCore, et de la réalisation d'essais au pénétromètre statique CPTu, en mer sur le secteur du projet du nouveau port de commerce de Bastia.

Cette mission a pour but de réaliser des prélèvements visant à caractériser les matériaux, leurs propriétés géotechniques et leurs compositions bactériologiques en vue d'un dragage et de travaux pour la construction d'un nouveau port.



**Figure 1 : Schéma d'implantation des sondages.**

En bleu les CPTu ; en rouge les vibrocarottiers ; les rectangles en tiret indiquent les différentes zones d'échantillonnages (COLLECTIVITÉ DE CORSE).



Les investigations et études portant sur ce projet comporteront plusieurs fascicules dont les 2 premiers regroupent uniquement l'intervention réalisée avec les moyens sous-marins en mars 2020 :

- **Fascicule 1A : Rapport d'intervention (BASTIA SUBSEA – CARBONITE)**
- Fascicule 1B : Rapport d'intervention (BASTIA SUBSEA – PORT ACTUEL)

L'ensemble des rapports, documents et résultats seront regroupés dans différents fascicules qui sont en cours de définition en fonction des ouvrages.

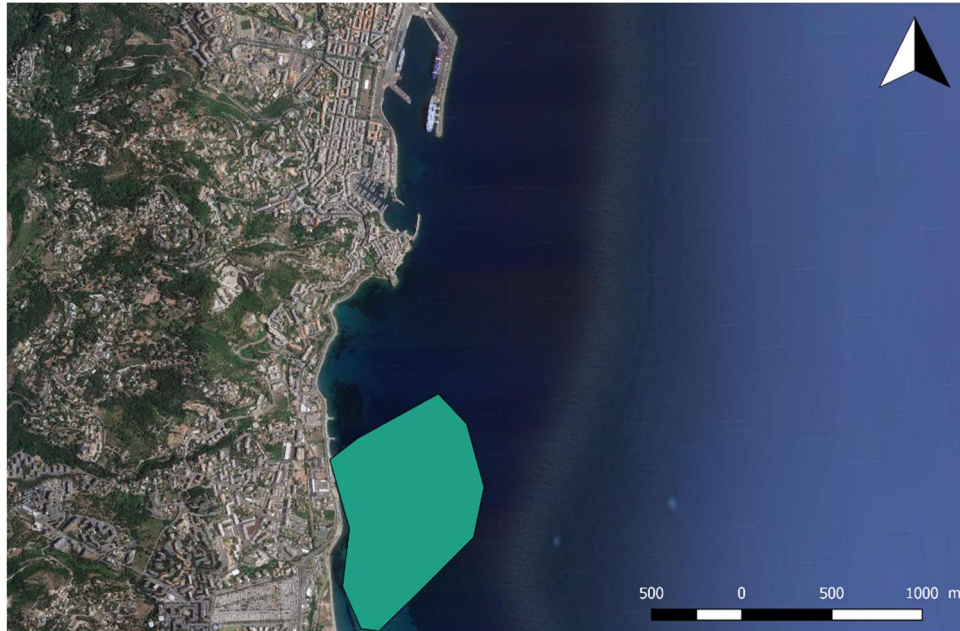
L'exploitation et l'utilisation de ce rapport doivent respecter les « *Conditions d'utilisation du présent document* » données en fin de rapport.



## II. CONTEXTE DU SITE

### II.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

La zone d'étude se trouve à un kilomètre au sud du port de commerce de BASTIA, en mer Tyrrhénienne.



**Figure 2 : Carte de l'emprise de la zone d'investigation *subsea* (en vert) de la Carbonite (carte satellite).**

## II.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE

D'après la carte géologique du secteur au 1/50000, les sondages d'archives, et notre connaissance de ce secteur, la géologie attendue est la suivante :

- Sédiment sablo-argileux ;
- Formations métamorphiques (gneiss, prasinites, cipolins et quartzites).

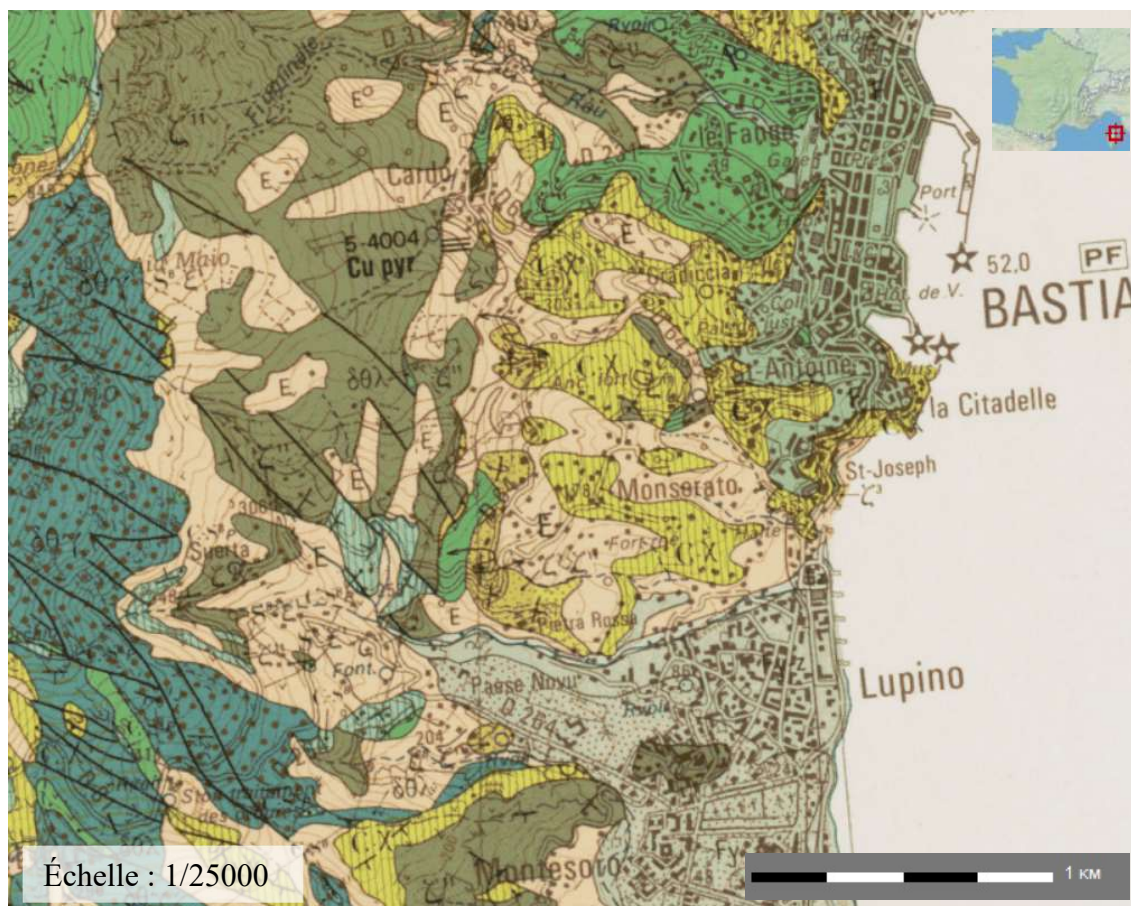


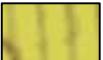






Figure 3 : Carte géologique de la zone d'étude (BRGM).

### Légende :

-  Quaternaire indifférencié en placage sur surface d'érosion : galets.
-  Serpentinities.
-  Cipolins et quartzites de la région de Bastia.
-  Eboulis.
-  Prasinites.
-  Métagabbros granitisés.
-  Gneiss et prasinites.



### III. DEROULE DE L'INTERVENTION

#### III.1. REALISATION DE L'INTERVENTION

La campagne de sondage s'est déroulée comme indiqué dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 1 : Récapitulatif des opérations**


| Date                        | Intervention réalisée |  |
|-----------------------------|-----------------------|--|
| Campagne des investigations |                       |  |
| 02/03/2020                  | MOB                   | Mobilisation sur site du Neptune (CPTu) et du personnel.   |
| 03/03/2020                  | OPR                   | CPTu 101B, 102, 105B, 104, 103, 106, 107, 108.   |
| 04/03/2020                  | OPR                   | CPTu 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128.                       |
| 05/03/2020                  | OPR                   | CPTu 129, 130, 131A, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140B, 141, 142, 143, 144, 145.                                    |
| 06/03/2020                  | OPR                   | CPTu 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157.   |
| 07/03/2020                  | MOB                   | Démobilisation du Neptune (CPTu) et mobilisation du vibrocore.   |
| 09/03/2020                  | OPR                   | Vibrocores 309, 311, 339, 316, 316A, 337, 325, 338, 341, 342, 343, 346, 301, 301A, 302, 303.                                   |
| 10/03/2020                  | OPR                   | Vibrocores 326, 349, 350, 351, 352, 348, 345, 358, 322, 324, 306, 307, 359, 366, 364, 365, 353.                                |
| 11/03/2020                  | OPR                   | Vibrocores 335, 336, 333, 344, 340, 310, 314, 304, 308, 362, 363, 312, 315, 313, 305, 317, 318, 319, 328, 327, 327A, 357, 347. |
| 12/03/2020                  | OPR                   | Vibrocores 321, 320, 354, 334, 332, 331, 323, 360, 356, 355, 329, 330, 361.  |
| 13-14/03/2020               | MOB                   | Démobilisation du Vibrocore et du personnel.   |
|                             |                       |  |




### III.2. MATERIEL / ÉQUIPEMENT UTILISÉ


Ce chapitre récapitule les équipements utilisés pour la campagne (CPTu et carottage du fond marin par vibrocarottier).

**Tableau 2 : Matériels utilisés**

| NAVIRE  | INFORMATIONS           |                        |
|---|------------------------|------------------------|
|  | Type                   | TSM Penzer             |
|   | Armateur               | Mer Iroise             |
|   | Port d'immatriculation | Brest                  |
|   | Pavillon               | Français               |
|   | Building year          | 2015                   |
|   | Classification         | BV                     |
|   | Longueur               | 27,50 m                |
|   | Largeur                | 8,40 m                 |
|   | Tirant d'eau           | 0,9 m                  |
|   | Puissance              | 2 335 KW               |
|   | Personnes max à bord   | 10                     |
|   | Matériel               | 2 grues et un portique |

| MATÉRIEL CPTu   | INFORMATIONS            |                                   |
|---|-------------------------|-----------------------------------|
|  | Nom                     | Neptune 5000 MK II                |
|   | Manufacture             | Datem                             |
|   | Type                    | Underwater piezocone              |
|   | Type de cône            | Non Substraction Piezo Smart Cone |
|   | Dimension               | 2,1 x 2,1 x 2,6 m                 |
|   | Poids hors de l'eau     | 5,5 t                             |
|   | Vitesse de pénétration  | 2 cm/s                            |
|   | Vitesse de rétractation | 5 cm/s                            |



| MATÉRIEL DE CAROTTAGE   |                                     | INFORMATIONS              |  |
|---|-------------------------------------|---------------------------|--|
|  | Nom                                 | Geo Core 6000             |  |
|   | Type                                | Vibrocarottier            |  |
|   | Type de matériaux                   | Sol/sédiments             |  |
|   | Diamètre                            | 141 mm                    |  |
|   | Fabricant                           | Geo-Resources Instruments |  |
|   | Poids immergé                       | 850 kg (à vide)           |  |
|   | Poids hors de l'eau                 | 1 000 kg (à vide)         |  |
|   | Poids mort sur la tête du carottier | 850 kg (minimum)          |  |
|   | Longueur total                      | 8,4 m (7 m de tubage)     |  |

### III.3. METHODOLOGIE

Des tests CPTu ont été réalisés. Ces tests donnent une première idée sur l'épaisseur de sédiment meuble/non compacte ainsi que sur le type de sédiment (gravier, sable, limon ou argile) et permettent de mesurer in-situ les caractéristiques mécaniques en place des sédiments .

Les sondages ont été réalisés avec une technique de poinçonnement (le sol) en utilisant un vibrocarottier avec prise d'échantillons.

A partir de la pénétration du pénétromètre statique (CPTu) la profondeur de pénétration prévisionnelle du carottier VibroCore est estimée. Cela a permis de définir des profondeurs de pénétration d'objectif, et donc de définir les cas où un second prélèvement était à réaliser pour les Vibrocore en cas de refus.

Dans certains cas, la pente trop importante ou une irrégularité du fond marin au niveau du point n'a pas permis le bon positionnement du vibrocarottier, rendant impossible le prélèvement de la carotte. Cette problématique a entraîné plusieurs incidents sur l'outil avec la nécessité de remplacer certaines pièces (tubes métalliques tordus), au cours de l'intervention.

Les sondages sont regroupés selon des zones d'échantillonnage (voir Figure 1). Ces carottes ont fait l'objet de prélèvements sédimentaires pour des analyses environnement (voir fascicule spécifique) :

Un prélèvement a été réalisé sur 30 cm, tous les mètres, sur les trois premiers mètres de la carotte (pour la majorité des carottes).

- Un échantillon se compose de tous les prélèvements à la même profondeur des différentes carottes sur une même zone (station).

Les autres sections intactes, prélevées en gaine au sein des sédiments, ont été bouchées hermétiquement par des bouchons PVC adaptés aux gaines de prélèvement. Pour l'échantillonnage, les sections intactes ont été recoupées sur 30 cm afin de conserver au mieux les sédiments en vue des analyses laboratoires.

Les carottes ont été envoyées au laboratoire de GAIDF pour réaliser les analyses géotechniques. Les échantillons prélevés sur les carottes pour les analyses « dragage » ont été envoyés au laboratoire EUROFINS et au laboratoire VIGILAB pour les analyses E-Coli.



## IV. CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

### IV.1. CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

La campagne de sondage a consisté en l'exécution de :

- **57 CPTu** : l'outil utilisé est le CPTu Neptune. Ces tests ont permis de déterminer l'épaisseur de sédiment meuble/non compact et du type de sédiment, permettant ainsi d'anticiper la profondeur de récupération des carottes.
- **66 sondages carottés (de 7 m maximum de pénétration)** réalisés en diamètre 141 mm (échantillon de 104 mm). L'outil utilisé est le vibrocarottier. Ces sondages ont permis de prélever des échantillons pour les analyses en laboratoire.

L'ensemble des sondages carottés et tests CPTu ont été réalisés depuis le TSM PENZER.

Les Logs des sondages carottés seront transmis après leurs ouvertures et descriptions au laboratoire. Les Logs des CPTu sont présentés en Annexe B et les mesures d'*offset* pour chaque essai des cônes utilisés sont disponibles en Annexe C.

| Nom               | Pénétration (m) | Critères de refus                       | Problèmes rencontrés                                      |
|-------------------|-----------------|---|---|
| <b>CPTu 101 B</b> | 14,41           | Résistance maximale                     |   |
| <b>CPTu 102</b>   | 9,47            | Résistance maximale                     |   |
| <b>CPTU 103</b>   | 8,30            | Résistance maximale                     |   |
| <b>CPTU 104</b>   | 4,95            | Résistance maximale                     |   |
| <b>CPTU 105 B</b> | 5,70            | Résistance maximale                     |   |
| <b>CPTU 106</b>   | 7,08            | Résistance maximale                     |   |
| <b>CPTU 107</b>   | 7,93            | Résistance maximale                     |   |
| <b>CPTU 108</b>   | 6,78            | Résistance maximale                     |   |
| <b>CPTU 109</b>   | 7,78            | Résistance maximale                     |   |
| <b>CPTU 110</b>   | 5,08            | Résistance maximale                     |   |
| <b>CPTU 111</b>   | 4,60            | Puissance maximale                      |   |
| <b>CPTU 112</b>   | 8,69            | Résistance maximale                     |   |
| <b>CPTU 113</b>   | 9,52            | Résistance maximale                     |   |
| <b>CPTU 114</b>   | 5,47            | Résistance maximale                     |   |
| <b>CPTU 115</b>   | 5,19            | Résistance maximale                     |   |
| <b>CPTU 116</b>   | 5,14            | Résistance maximale                     |   |
| <b>CPTU 117</b>   | 4,63            | Résistance maximale                     |   |
| <b>CPTU 118</b>   | 2,08            | Résistance maximale                     |   |
| <b>CPTU 119</b>   | 2,83            | Résistance maximale                     |   |
| <b>CPTU 120</b>   | 5,15            | Résistance maximale                     |   |
| <b>CPTU 121</b>   | 5,07            | Résistance maximale                     |   |
| <b>CPTU 122</b>   | 1,77            | Résistance maximale                     |   |
| <b>CPTU 123</b>   | 6,31            | Résistance maximale                     |   |
| <b>CPTU 124</b>   | 1,28            | Résistance maximale                     |   |
| <b>CPTU 125</b>   | 5,14            | Résistance maximale                     |   |
| <b>CPTU 126</b>   | 6,47            | Résistance maximale                     |   |
| <b>CPTU 127</b>   | 5,69            | Résistance maximale                     |   |
| <b>CPTU 128</b>   | 1,33            | Angle trop important sur train de tige  |   |
| <b>CPTU 129</b>   | 5,50            | Augmentation de la résistance de pointe |   |
| <b>CPTU 130</b>   | 5,79            | Augmentation de la résistance de pointe |   |
| <b>CPTU 131 A</b> | 4,23            | Résistance maximale                     | 1 Retest : Problème lors de l'enregistrement des mesures. |
| <b>CPTU 132</b>   | 1,17            | Augmentation de la résistance de pointe |   |

| Nom        | Pénétration (m) | Critères de refus                       | Problèmes rencontrés                                      |
|------------|-----------------|---|---|
| CPTU 133   | 11,07           | Résistance maximale                     |   |
| CPTU 134   | 7,01            | Résistance maximale                     |   |
| CPTU 135   | 6,24            | Résistance maximale                     |   |
| CPTU 136   | 2,25            | Résistance maximale                     |   |
| CPTU 137   | 1,20            | Augmentation de la résistance de pointe |   |
| CPTU 138   | 0,38            | Résistance maximale                     |   |
| CPTU 139   | 2,38            | Augmentation de l'inclinaison           |   |
| CPTU 140 B | 9,27            | Résistance maximale                     | 1 Retest : Problème lors de l'enregistrement des mesures. |
| CPTU 141   | 8,11            | Résistance maximale                     |   |
| CPTU 142   | 8,12            | Résistance maximale                     |   |
| CPTU 143   | 4,61            | Résistance maximale                     |   |
| CPTU 144   | 1,23            | Résistance maximale                     |   |
| CPTU 145   | 0,80            | Résistance maximale                     |   |
| CPTU 146   | 10,64           | Augmentation de l'inclinaison           |   |
| CPTU 147   | 11,25           | Résistance maximale                     |   |
| CPTU 148   | 11,27           | Angle trop important sur train de tige  |   |
| CPTU 149   | 12,95           | Angle trop important sur train de tige  |   |
| CPTU 150   | 13,84           | Angle trop important sur train de tige  |   |
| CPTU 151   | 12,91           | Résistance maximale                     |   |
| CPTU 152   | 12,23           | Résistance maximale                     |   |
| CPTU 153   | 8,35            | Résistance maximale                     |   |
| CPTU 154   | 12,71           | Résistance maximale                     |   |
| CPTU 156   | 10,50           | Résistance maximale                     |   |
| CPTU 157   | 6,53            | Résistance maximale                     |   |

**Tableau 3 : Récapitulatif CPTu**



| Nom     | Zone d'échantillonnage | Récupération (m) | Problèmes rencontrés                       |
|---------|------------------------|------------------|--|
| PV 301  | 1                      | 0,90             | Récupération inférieure à 70%.             |
| PV 301A | 1                      | 5,00             | Retest                                     |
| PV 302  | 1                      | 6,50             |  |
| PV 303  | 1                      | 2,10             | Pente, retest impossible.                  |
| PV 304  | 2                      | 5,9              |  |
| PV 305  | 5                      | 5,6              |  |
| PV 306  | 3                      | 2,55             |  |
| PV 307  | 3                      | 4,61             |  |
| PV 308  | 2                      | 3,7              |  |
| PV 309  |                        | 3,60             |  |
| PV 310  | 2                      | 3,6              |  |
| PV 311  |                        | 4,25             |  |
| PV 312  | 4                      | 1,9              |  |
| PV 313  |                        | 1,24             |  |
| PV 314  | 2                      | 6,4              |  |
| PV 315  | 4                      | 0,93             |  |
| PV 316  |                        | 0,42             | Récupération inférieure à 70%              |
| PV 316A |                        | 2,12             | Retest                                     |
| PV 317  | 5                      | 4,28             |  |
| PV 318  | 5                      | 3,65             |  |
| PV 319  | 5                      | 5,4              |  |
| PV 320  | 6                      | -                | VC non stable : retest impossible          |
| PV 321  | 6                      | 0                | Récupération nulle.                        |
| PV 321A | 6                      | -                | Retest - VC non stable : retest impossible |
| PV 322  | 8                      | -                | VC non stable : retest impossible          |
| PV 323  | 6                      | 4,9              |  |
| PV 324  | 8                      | 1,43             |  |
| PV 325  |                        | 3,55             |  |
| PV 326  | 12                     | 6,27             |  |
| PV 327  | 9                      | 0,55             | Récupération inférieure à 70%              |

| Nom            | Zone d'échantillonnage | Récupération (m) | Problèmes rencontrés                                    |
|----------------|------------------------|------------------|---|
| <b>PV 327A</b> | 9                      | -                | Retest - VC vibre mais non stable: pas de récupération. |
| <b>PV 328</b>  | 9                      | 3,6              |   |
| <b>PV 329</b>  | 10                     | 6                |   |
| <b>PV 330</b>  | 10                     | 6,72             |   |
| <b>PV 331</b>  | 11                     | 5,7              |   |
| <b>PV 332</b>  | 11                     | 5,7              |   |
| <b>PV 333</b>  | 13                     | 5,3              |   |
| <b>PV 334</b>  | 11                     | 5,5              |   |
| <b>PV 335</b>  | 13                     | 5,6              | VC vibre et mais non stable (pente).                    |
| <b>PV 336</b>  | 13                     | 5,7              |   |
| <b>PV 337</b>  |                        | 5,60             |   |
| <b>PV 338</b>  |                        | 4,60             |   |
| <b>PV 339</b>  |                        | 5,30             |   |
| <b>PV 340</b>  | 13                     | 4,9              |   |
| <b>PV 341</b>  |                        | 7,00             |   |
| <b>PV 342</b>  |                        | 7,00             |   |
| <b>PV 343</b>  |                        | 5,70             |   |
| <b>PV 344</b>  | 13                     | 5,9              |   |
| <b>PV 345</b>  | 12                     | 5,20             |   |
| <b>PV 346</b>  |                        | 5,70             |   |
| <b>PV 347</b>  |                        | 5,7              |   |
| <b>PV 348</b>  | 12                     | 6,23             |   |
| <b>PV 349</b>  | 12                     | 6,23             |   |
| <b>PV 350</b>  | 12                     | 5,00             |   |
| <b>PV 351</b>  | 12                     | 5,18             |   |
| <b>PV 352</b>  | 12                     | 5,24             |   |
| <b>PV 353</b>  |                        | 6                |   |
| <b>PV 354</b>  | 11                     | 5,34             |   |
| <b>PV 355</b>  | 10                     | 1,55             |   |
| <b>PV 356</b>  | 10                     | 1,45             |   |
| <b>PV 357</b>  | 9                      | 0,7              |   |

| Nom           | Zone d'échantillonnage | Récupération (m) | Problèmes rencontrés              |
|---------------|------------------------|------------------|-----------------------------------|
| <b>PV 358</b> | 8                      | -                | Problème avec le tube de guidage. |
| <b>PV 358</b> | 8                      | 5,20             | Retest.                           |
| <b>PV 359</b> | 3                      | 4,63             |                                   |
| <b>PV 360</b> | 6                      | 6,76             |                                   |
| <b>PV 361</b> |                        | 5,4              |                                   |
| <b>PV 362</b> | 2                      | 3,7              |                                   |
| <b>PV 363</b> | 2                      | 5,6              |                                   |
| <b>PV 364</b> |                        | 0,25             |                                   |
| <b>PV 365</b> |                        | 0,92             |                                   |
| <b>PV 366</b> | 1                      | 1,58             |                                   |

**Tableau 4 : Récapitulatif Vibrocore**

## IV.2. IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES

Les positions des sondages et essais figurent sur le plan d'implantation en Annexe A. Les coordonnées des points de sondage des CPTu et des vibrocarottiers figurent dans le tableau ci-dessous.

Les valeurs de H (m), correspondent à la hauteur d'eau au-dessus du point de sondage. Ces valeurs ont été mesurées à l'aide du sondeur du TSM PENZER.

L'implantation des points a été réalisée dans un cercle de 5m autour du point théorique lorsque le fond marin le permettait.

A la demande du maître d'ouvrage les coordonnées sont indiquées en Lambert IV.

**Tableau 5 : Récapitulatif des sondages réalisés en Lambert IV**

| Points         | H (m) | Lambert IV |          | Points            | H (m) | Lambert IV |          |
|----------------|-------|------------|----------|-------------------|-------|------------|----------|
|                |       | X (m)      | Y (m)    |                   |       | X (m)      | Y(m)     |
| <b>PV 301</b>  | 4,7   | 582646,6   | 266683,7 | <b>CPTu 101 B</b> | 7,3   | 582729,4   | 266752,5 |
| <b>PV 301A</b> | 4,8   | 582642,5   | 266675,8 | <b>CPTu 102</b>   | 5,5   | 582640,1   | 266705,1 |
| <b>PV 302</b>  | 6,7   | 582714,7   | 266773,7 | <b>CPTu 103</b>   | 11,1  | 582821,3   | 266830,6 |
| <b>PV 303</b>  | 10,1  | 582835,9   | 266872,4 | <b>CPTu 104</b>   | 23,5  | 583017,5   | 267026,1 |
| <b>PV 304</b>  | 4,3   | 582658,3   | 266917,0 | <b>CPTu 105 B</b> | 31,1  | 583138,7   | 267151,5 |
| <b>PV 305</b>  | 7,8   | 582666,8   | 267115,1 | <b>CPTu 106</b>   | 32,5  | 583137,5   | 267380,2 |
| <b>PV 306</b>  | 5,4   | 582532,2   | 267015,5 | <b>CPTu 107</b>   | 30,5  | 583095,3   | 267405,5 |
| <b>PV 307</b>  | 7,6   | 582676,4   | 267049,5 | <b>CPTu 108</b>   | 29,1  | 583063,5   | 267310,9 |
| <b>PV 308</b>  | 13,6  | 582816,1   | 267021,2 | <b>CPTu 109</b>   | 26,9  | 583040,7   | 267210,8 |
| <b>PV 309</b>  | 23,5  | 583009,2   | 267033,9 | <b>CPTu 110</b>   | 20,5  | 582940,4   | 267107,8 |
| <b>PV 310</b>  | 22,3  | 582740,3   | 266984,0 | <b>CPTu 111</b>   | 15,2  | 582822,8   | 267013,5 |
| <b>PV 311</b>  | 20,4  | 582925,9   | 267121,7 | <b>CPTu 112</b>   | 7,4   | 582745,4   | 266960,3 |
| <b>PV 312</b>  | 5,9   | 582548,4   | 267070,3 | <b>CPTu 113</b>   | 15,4  | 582637,3   | 267560,7 |
| <b>PV 313</b>  | 4,7   | 582507,6   | 267144,3 | <b>CPTu 114</b>   | 31,7  | 583125,9   | 267484,8 |
| <b>PV 314</b>  | 7,6   | 582742,0   | 266974,0 | <b>CPTu 115</b>   | 17,9  | 582881,5   | 267147,4 |
| <b>PV 315</b>  | 5,1   | 582507,4   | 267217,4 | <b>CPTu 116</b>   | 14,4  | 582784,1   | 267084,9 |
| <b>PV 316</b>  | 6,9   | 582499,0   | 267276,5 | <b>CPTu 117</b>   | 6,4   | 582587,2   | 266975,1 |
| <b>PV 316A</b> | 6,9   | 582499,0   | 267276,5 | <b>CPTu 118</b>   | 5,7   | 582529,8   | 267024,9 |
| <b>PV 317</b>  | 7,5   | 582633,2   | 267184,9 | <b>CPTu 119</b>   | 6,1   | 582568,8   | 267073,5 |
| <b>PV 318</b>  | 15    | 582789,5   | 267165,8 | <b>CPTu 120</b>   | 7,9   | 582663,6   | 267109,1 |
| <b>PV 319</b>  | 13,2  | 582734,3   | 267276,0 | <b>CPTu 121</b>   | 13,7  | 582753,8   | 267145,1 |
|                |       |            |          | <b>CPTu 122</b>   | 5,4   | 582514,9   | 267125,7 |
|                |       |            |          | <b>CPTu 123</b>   | 5,8   | 582584,5   | 266864,2 |
|                |       |            |          | <b>CPTu 124</b>   | 6,4   | 582516,8   | 267260,4 |
| <b>PV 323</b>  | 9,1   | 582584,7   | 267371,3 | <b>CPTu 125</b>   | 8,6   | 582616,8   | 267286,6 |
| <b>PV 324</b>  | 6,20  | 582462,6   | 267448,6 | <b>CPTu 126</b>   | 13,7  | 582715,6   | 267311,6 |
| <b>PV 325</b>  | 13,3  | 582545,4   | 267902,0 | <b>CPTu 127</b>   | 16,6  | 582758,8   | 267319,3 |
| <b>PV 326</b>  | 31    | 583107,0   | 267543,8 | <b>CPTu 128</b>   | 4,8   | 582443,2   | 267356,1 |
| <b>PV 327</b>  | 5,4   | 582429,2   | 267608,7 | <b>CPTu 129</b>   | 14,8  | 582699,2   | 267394,5 |

| Points        | H<br>(m) | Lambert IV |          | Points            | H(m)  | Lambert IV |          |
|---------------|----------|------------|----------|-------------------|-------|------------|----------|
|               |          | X (m)      | Y (m)    |                   |       | X (m)      | Y (m)    |
|               |          |            |          | <b>CPTu 130</b>   | 13,8  | 582642,7   | 267461,9 |
| <b>PV 328</b> | 11,6     | 582501,5   | 267609,8 | <b>CPTu 131A</b>  | 10,2  | 582557,1   | 267461,5 |
| <b>PV 329</b> | 12,1     | 582499,1   | 267649,2 | <b>CPTu 132</b>   | 9,2   | 582483,8   | 267457,9 |
| <b>PV 330</b> | 15,5     | 582613,5   | 267674,9 | <b>CPTu 133</b>   | 31,4  | 583119,9   | 267558,3 |
| <b>PV 331</b> | 17       | 582674,3   | 267751,2 | <b>CPTu 134</b>   | 10,8  | 582681,4   | 267253,1 |
| <b>PV 332</b> | 16,7     | 582686,0   | 267641,7 | <b>CPTu 135</b>   | 25,3  | 583057,5   | 267075,5 |
| <b>PV 333</b> | 18,5     | 582723,1   | 267567,1 | <b>CPTu 136</b>   | 8,3   | 582444,4   | 267571,7 |
| <b>PV 334</b> | 19,1     | 582772,3   | 267685,6 | <b>CPTu 137</b>   | 6,1   | 582420,6   | 267615,6 |
| <b>PV 335</b> | 20,7     | 582861,8   | 267584,1 | <b>CPTu 138</b>   | 12,0  | 582490,2   | 267628,5 |
| <b>PV 336</b> | 23,7     | 582921,1   | 267505,4 | <b>CPTu 139</b>   | 14,2  | 582554,6   | 267668,0 |
| <b>PV 337</b> | 15,9     | 582672,0   | 267465,1 | <b>CPTu 140 B</b> | 20,6  | 582790,9   | 267694,2 |
| <b>PV 338</b> | 12,4     | 582510,4   | 268006,5 | <b>CPTu 141</b>   | 19,1  | 582750,7   | 267671,2 |
| <b>PV 339</b> | 15,4     | 582736,3   | 267318,0 | <b>CPTu 142</b>   | 18,8  | 582731,6   | 267721,7 |
| <b>PV 340</b> | 18,7     | 582851,2   | 267292,3 | <b>CPTu 143</b>   | 15,1  | 582604,5   | 267725,2 |
| <b>PV 341</b> | 27,8     | 583028,1   | 267337,1 | <b>CPTu 144</b>   | 12,5  | 582495,8   | 267704,3 |
| <b>PV 342</b> | 29,8     | 583088,9   | 267296,6 | <b>CPTu 145</b>   | 5,1   | 582403,2   | 267696,0 |
| <b>PV 343</b> | 31,2     | 583107,3   | 267392,7 | <b>CPTu 146</b>   | 22,8  | 582893,0   | 267915,0 |
| <b>PV 344</b> | 29,7     | 583074,7   | 267451,2 | <b>CPTu 147</b>   | 23,6  | 582923,1   | 267928,4 |
| <b>PV 345</b> | 33       | 583173,7   | 267467,0 | <b>CPTu 148</b>   | 24,9  | 582977,9   | 267943,7 |
| <b>PV 346</b> | 30,1     | 583129,3   | 267156,7 | <b>CPTu 149</b>   | 26,1  | 582965,5   | 267811,4 |
| <b>PV 347</b> | 24,8     | 583011,2   | 267221,5 | <b>CPTu 150</b>   | 26,7  | 583003,6   | 267823,9 |
| <b>PV 348</b> | 28,8     | 583051,0   | 267633,1 | <b>CPTu 151</b>   | 27,5  | 583007,1   | 267752,9 |
| <b>PV 349</b> | 26,2     | 582974,7   | 267744,5 | <b>CPTu 152</b>   | 28,6  | 583053,8   | 267623,2 |
| <b>PV 350</b> | 29,1     | 583064,9   | 267776,1 | <b>CPTu 153</b>   | 18,4  | 582736,2   | 267793,6 |
| <b>PV 351</b> | 26,5     | 582985,8   | 267822,9 | <b>CPTu 154</b>   | 32,6  | 583121,8   | 267641,4 |
| <b>PV 352</b> | 23,5     | 582925,0   | 267950,0 | <b>CPTu 155</b>   | 23,8  | 582909,2   | 267903,3 |
| <b>PV 353</b> | 19,4     | 582793,7   | 267823,3 | <b>CPTu 156</b>   | 36,20 | 583256,0   | 267538,6 |
| <b>PV 354</b> | 17,6     | 582724,2   | 267699,5 | <b>CPTu 157</b>   | 26,1  | 583029,3   | 267210,6 |
| <b>PV 355</b> | 14,3     | 582561,4   | 267714,9 |                   |       |            |          |
| <b>PV 356</b> | 10,4     | 582453,3   | 267707,4 |                   |       |            |          |
| <b>PV 357</b> | 5,3      | 582445,2   | 267520,7 |                   |       |            |          |
| <b>PV 358</b> | 10,2     | 582591,3   | 267461,8 |                   |       |            |          |
| <b>PV 358</b> | 10,1     | 582594,3   | 267460,6 |                   |       |            |          |
| <b>PV 359</b> | 6,9      | 582619,0   | 266985,2 |                   |       |            |          |
| <b>PV 360</b> | 8,9      | 582664,3   | 267301,0 |                   |       |            |          |
| <b>PV 361</b> | 8,8      | 582669,6   | 267247,1 |                   |       |            |          |
| <b>PV 362</b> | 18,7     | 582917,6   | 267063,7 |                   |       |            |          |
| <b>PV 363</b> | 5,9      | 582598,5   | 266864,0 |                   |       |            |          |
| <b>PV 364</b> | 3,2      | 582425,8   | 266980,5 |                   |       |            |          |
| <b>PV 365</b> | 2,6      | 582431,3   | 267058,2 |                   |       |            |          |
| <b>PV 366</b> | 3,2      | 582416,9   | 266755,0 |                   |       |            |          |



## CONDITIONS D'UTILISATION DU PRÉSENT DOCUMENT

1. **Géotechnique Appliquée Ile de France** ne peut être en aucun cas tenu à une obligation de résultats car les prestations d'études et de conseil sont réputées incertaines par nature, **Géotechnique Appliquée Ile de France** n'est donc tenu qu'à une obligation de moyens.
2. Le présent document et ses annexes constituent un tout indissociable. Les interprétations erronées qui pourront en être faites à partir d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la Société Géotechnique Appliquée Ile de France. En particulier, il ne s'applique qu'aux ouvrages décrits et uniquement à ces derniers.
3. Toute modification du projet initial concernant la conception, l'implantation, le niveau ou la taille de l'ouvrage devra être signalée à **Géotechnique Appliquée Ile de France**. En effet, ces modifications peuvent être de nature à rendre caducs certains éléments ou la totalité des conclusions de l'étude.
4. Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, **Géotechnique Appliquée Ile de France** a été amenée dans le présent document à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Maître d'Ouvrage ou à son Maître d'Œuvre de communiquer par écrit ses observations éventuelles à **Géotechnique Appliquée Ile de France**, sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison être reproché à **Géotechnique Appliquée Ile de France** d'avoir établi son étude pour le projet décrit dans le présent document.
5. Des éléments nouveaux mis en évidence lors de reconnaissances complémentaires ou lors de l'exécution des fouilles ou des fondations et n'ayant pu être détectés au cours des opérations de *reconnaissance (par exemple : failles, remblais anciens ou récents, caverne de dissolution, hétérogénéité localisée, venue d'eau, pollution, etc.)* peuvent rendre caduques les conclusions du présent document en tout ou en partie.

Ces éléments nouveaux ainsi que tout incident important survenant au cours des travaux (*éboulements des fouilles, dégâts occasionnés aux constructions existantes, glissement de talus, etc.*) doivent être immédiatement signalés à **Géotechnique Appliquée Ile de France** pour lui permettre de reconsidérer et d'adapter éventuellement les solutions initialement préconisées et ceci dans le cadre de missions complémentaires.
6. Pour les raisons développées au § 4, et sauf stipulation contraire explicite de la part de **Géotechnique Appliquée Ile de France**, l'utilisation de la présente étude pour chiffrer, à forfait ou non, le coût de tout ou partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager la responsabilité de **Géotechnique Appliquée Ile de France**. Une mission G2 minimum est nécessaire pour estimer des quantités, coûts et délais d'ouvrages géotechniques.
7. **Géotechnique Appliquée Ile de France** ne pourrait être rendu responsable des modifications apportées à la présente étude sans son consentement écrit.
8. Il est vivement recommandé au Maître d'Ouvrage, au Maître d'Œuvre ou à l'Entreprise de faire procéder, au moment de l'ouverture des fouilles ou de la réalisation des premiers pieux ou puits, à une visite de chantier par un spécialiste. Cette visite est normalement prévue par **Géotechnique Appliquée Ile de France** lorsqu'elle est chargée d'une mission spécifique G4 de suivi de l'exécution des travaux de fondations. Le client est alors prié de prévenir **Géotechnique Appliquée Ile de France** en temps utile.

Cette visite a pour objet de vérifier que la nature des sols et la profondeur de l'horizon de fondation sont conformes aux données de l'étude. Elle donne lieu à l'établissement d'un compte-rendu.
9. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (*qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF*) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.
10. Le Maître d'Ouvrage devra informer **Géotechnique Appliquée Ile de France** de la Date Réelle d'Ouverture du Chantier (*DROC*) et faire réactualiser le présent document en cas d'ouverture de chantier plus de 2 ans après la date d'établissement du présent document. De même il est tenu d'informer **Géotechnique Appliquée Ile de France** du montant global de l'opération et de la date prévisible de réception de l'ouvrage.

## **V. ANNEXE A**

## **VI. ANNEXE B**

## VII. ANNEXE C

---

# INVESTIGATIONS SUBSEA

## Prélèvement de sédiment

### Fascicule 1B : Rapport d'intervention

---

#### BASTIA – PORT ACTUEL

| Référence : 19/10933/MARSE |            |                               |                 | Investigations géotechniques |             |              |
|----------------------------|------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|-------------|--------------|
| Indice                     | Date       | Modifications<br>Observations | Nbre pages      | Établi par                   | Vérifié par | Approuvé par |
|                            |            |                               | Texte + Annexes |                              |             |              |
| 0                          | 30/03/2020 | Première diffusion            | 15 + 19         | L. FAUBERT                   | N. DOISNEAU | E. GRABOWSKI |
| A                          |            |                               |                 |                              |             |              |
| B                          |            |                               |                 |                              |             |              |
| C                          |            |                               |                 |                              |             |              |



## SOMMAIRE

|             |   |           |
|-------------|---|-----------|
| <b>I.</b>   | <b>Cadre de l'intervention .....</b>                | <b>4</b>  |
|             | Intervenants .....                                  | 4         |
|             | Mission .....                                       | 4         |
| <b>II.</b>  | <b>Contexte du site.....</b>                        | <b>6</b>  |
|             | II.1. Contexte géographique .....                   | 6         |
|             | II.2. Contexte géologique .....                     | 7         |
| <b>III.</b> | <b>Déroulé de l'intervention .....</b>              | <b>8</b>  |
|             | III.1. Réalisation de l'intervention.....           | 8         |
|             | III.2. Matériel / Équipement utilisé.....           | 9         |
|             | III.3. Méthodologie.....                            | 10        |
| <b>IV.</b>  | <b>Contenu de la reconnaissance.....</b>            | <b>12</b> |
|             | IV.1. Contenu de la reconnaissance.....             | 12        |
|             | IV.2. Implantation et nivellement des sondages..... | 14        |
|             | <b>ANNEXES : .....</b>                              | <b>16</b> |
| <b>V.</b>   | <b>Annexe A.....</b>                                | <b>17</b> |
| <b>VI.</b>  | <b>Annexe B.....</b>                                | <b>18</b> |
| <b>VII.</b> | <b>Annexe C.....</b>                                | <b>19</b> |

### TABLE DES FIGURES :

|   |   |
|---|---|
| Figure 1 : Schéma d'implantation des sondages.....  | 4 |
| Figure 2 : Carte de la localisation de la zone d'investigation <i>subsea</i> (en vert) du Port Actuel (carte satellite)... .. | 6 |
| Figure 3 : Carte géologique de la zone d'étude (BRGM).....  | 7 |

### TABLE DES TABLEAUX :

|   |    |
|---|----|
| Tableau 1 : Récapitulatif des opérations .....                                      | 8  |
| Tableau 2 : Matériels utilisés .....  | 9  |
| Tableau 3 : Récapitulatif de la pénétration et de la récupération des sondages..... | 13 |
| Tableau 4 : Récapitulatif des sondages réalisés en Lambert IV.....                  | 14 |

## ACRONYMES

BV : Bureau Veritas

CPTu : Cone Penetration Test (Pénétromètre Statique)

GAIDF : Géotechnique Appliquée d'Ile De France

MOB : Mobilisation

OPR : Opération

VC : Vibrocarottier

# I. CADRE DE L'INTERVENTION

## INTERVENANTS

À la demande et pour le compte de la COLLECTIVITÉ DE CORSE, le groupement ROCCA E TERRA, GAIDF, NATALI, avec la société IGEOTEST en tant que sous-traitant a réalisé des investigations géotechniques sous-marine sur le site du PORT ACTUEL (Bastia).

## MISSION

La présente intervention réalisée en mars 2020 a consisté en la réalisation de prélèvements carottés avec un outil de type VibroCore, et de la réalisation d'essais au pénétromètre statique CPTu, en mer sur le secteur du projet du nouveau port de commerce de Bastia.

Cette mission a pour but de réaliser des prélèvements visant à caractériser les matériaux, leurs propriétés géotechniques et leurs compositions bactériologiques en vue d'un dragage et de travaux pour la possible extension du port de commerce actuel.

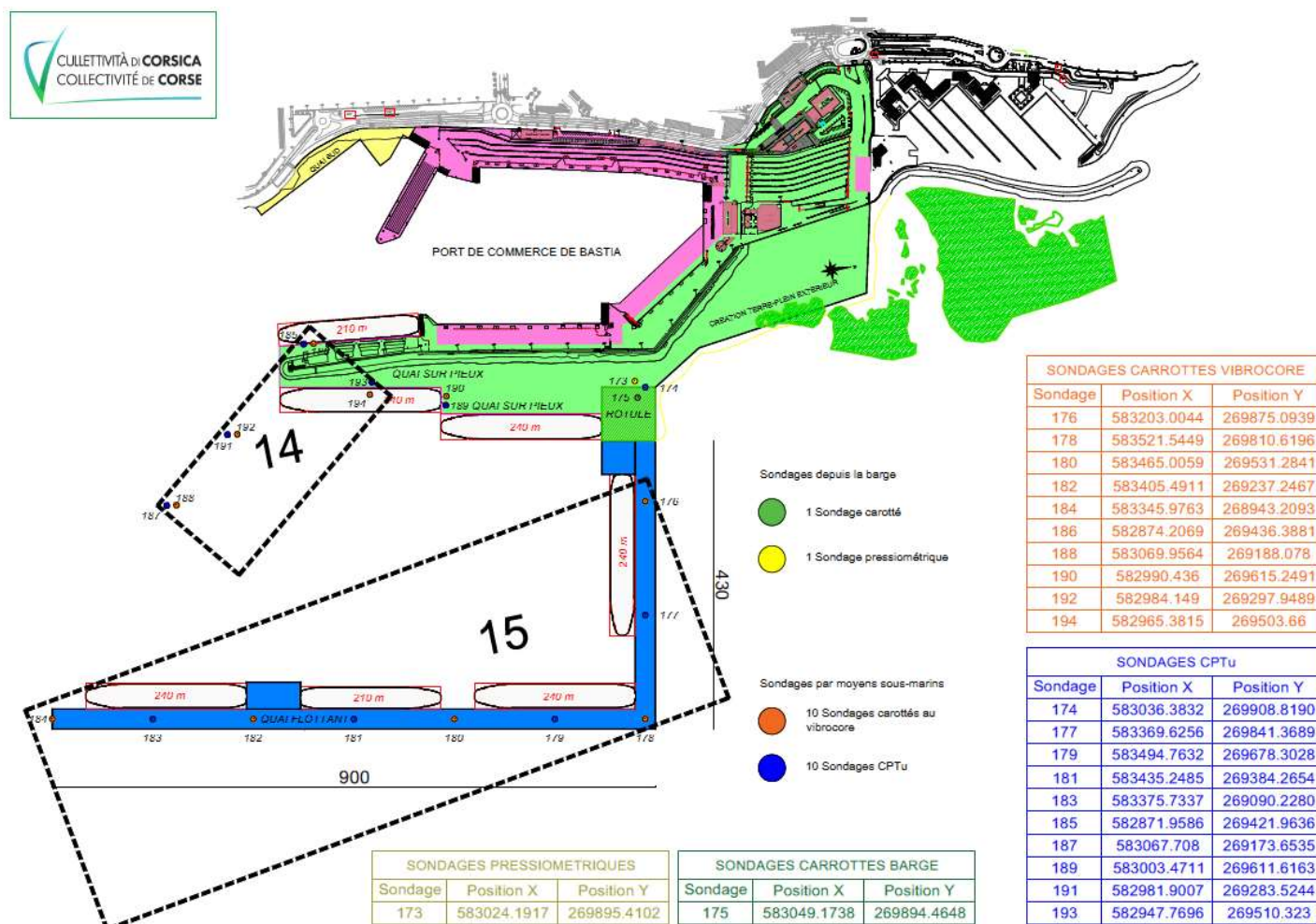


Figure 1 : Schéma d'implantation des sondages.

En bleu les CPTu ; en orange les vibrocarottiers ; les rectangles en tiret indiquent les différentes zones d'échantillonnages (COLLECTIVITÉ DE CORSE).

Les investigations et études portant sur ce projet comporteront plusieurs fascicules dont les 2 premiers qui regroupent uniquement l'intervention réalisée avec les moyens sous-marins en mars 2020:

- Fascicule 1A : Rapport d'intervention (BASTIA SUBSEA – CARBONITE)
- **Fascicule 1B : Rapport d'intervention (BASTIA SUBSEA – PORT ACTUEL)**

L'ensemble des rapports, documents et résultats seront regroupés dans différents fascicules qui sont en cours de définition en fonction des ouvrages.

L'exploitation et l'utilisation de ce rapport doivent respecter les « *Conditions d'utilisation du présent document* » données en fin de rapport.



## II. CONTEXTE DU SITE

### II.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

La zone d'étude se trouve à l'extérieur du port de commerce de BASTIA, en mer Tyrrhénienne.



**Figure 2 : Carte de la localisation de la zone d'investigation *subsea* (en vert) du Port Actuel (carte satellite).**



## II.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE

D'après la carte géologique du secteur au 1/50000, les sondages d'archives, et notre connaissance de ce secteur, la géologie attendue est la suivante :

- Sédiment sablo-argileux ;
- Formations métamorphiques (gneiss, prasinites, cipolins et quartzites).

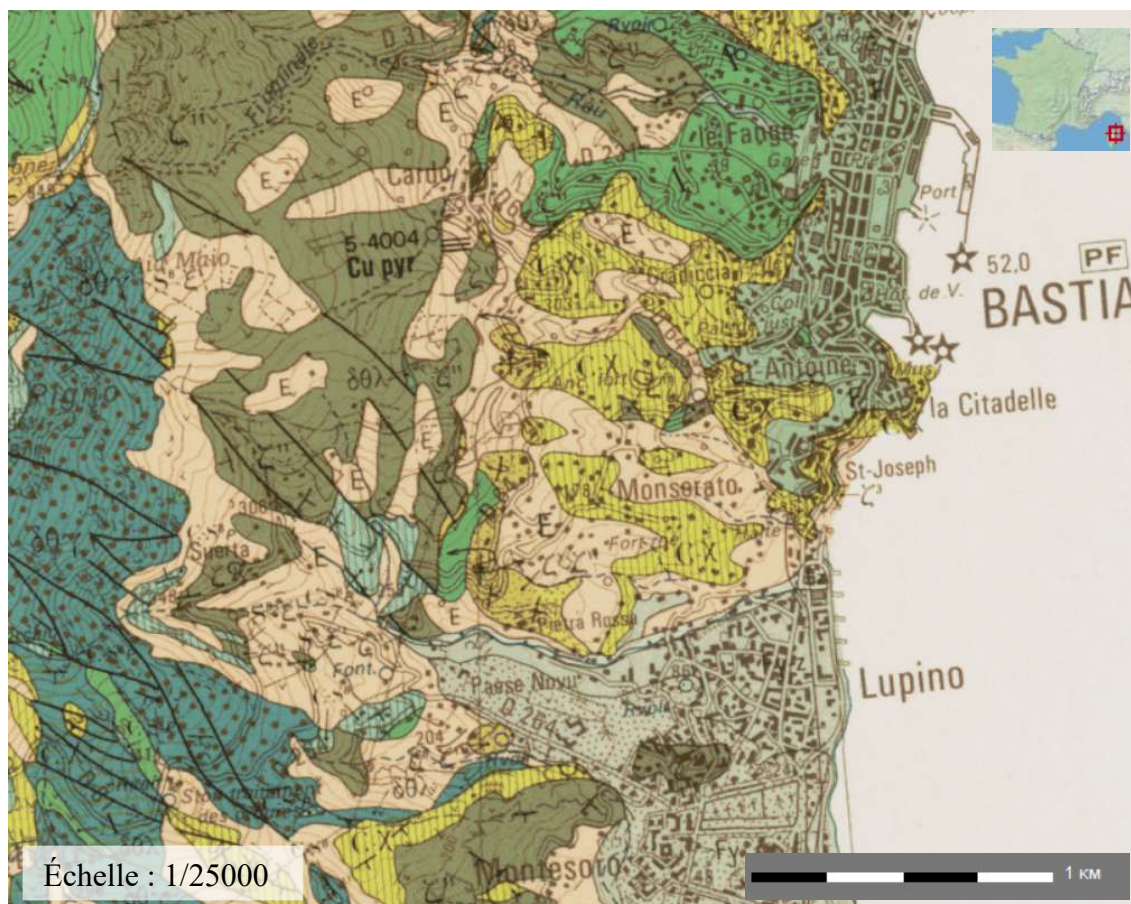


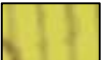






Figure 3 : Carte géologique de la zone d'étude (BRGM).

### Légende :

-  Quaternaire indifférencié en placage sur surface d'érosion : galets.
-  Serpentinities.
-  Cipolins et quartzites de la région de Bastia.
-  Eboulis.
-  Prasinites.
-  Métagabbros granitisés.
-  Gneiss et prasinites.



### III. DEROULE DE L'INTERVENTION

#### III.1. REALISATION DE L'INTERVENTION

La campagne de sondage s'est déroulée comme indiqué dans le tableau ci-dessous :


**Tableau 1 : Récapitulatif des opérations**

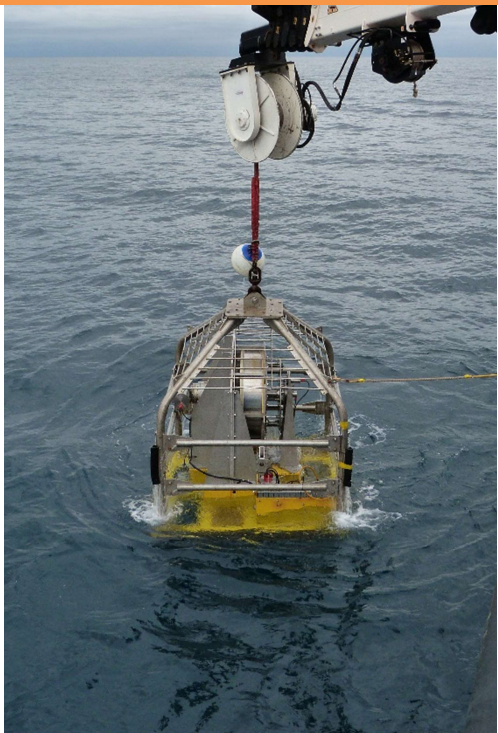
| Date                        | Intervention réalisée |  |
|-----------------------------|-----------------------|--|
| Campagne des investigations |                       |  |
| 02/03/2020                  | MOB                   | Mobilisation sur site du Neptune (CPTu) et du personnel.       |
| 05/03/2020                  | OPR                   | CPTu 183, 187, 191, 189A.                                      |
| 06/03/2020                  | OPR                   | CPTu 185, 193..  |
| 07/03/2020                  | OPR                   | CPTu 174, 177, 177A, 179, 181, 185.                            |
| 07/03/2020                  | MOB                   | Démobilisation du Neptune (CPTu) et mobilisation du vibrocore. |
| 12/03/2020                  | OPR                   | Vibrocores 192, 188, 194, 184, 182, 180, 178, 176, 186.        |
| 13-14/03/2020               | MOB                   | Démobilisation du Vibrocore et du personnel.                   |
|                             |                       |  |


### III.2. MATERIEL / ÉQUIPEMENT UTILISÉ

Ce chapitre récapitule les équipements utilisés pour la campagne (CPTu et carottage du fond marin par vibrocarottier).

**Tableau 2 : Matériels utilisés**

| NAVIRE  | INFORMATIONS           |                        |
|---|------------------------|------------------------|
|  | Type                   | TSM Penzer             |
|   | Armateur               | Mer Iroise             |
|   | Port d'immatriculation | Brest                  |
|   | Pavillon               | Français               |
|   | Building year          | 2015                   |
|   | Classification         | BV                     |
|   | Longueur               | 27,50 m                |
|   | Largeur                | 8,40 m                 |
|   | Tirant d'eau           | 0,9 m                  |
|   | Puissance              | 2 335 KW               |
|   | Personnes max à bord   | 10                     |
|   | Matériel               | 2 grues et un portique |

| MATÉRIEL CPTu   | INFORMATIONS            |                                   |
|---|-------------------------|-----------------------------------|
|  | Nom                     | Neptune 5000 MK II                |
|   | Fabricant               | Datem                             |
|   | Type                    | Underwater piezocone              |
|   | Type de cône            | Non Substraction Piezo Smart Cone |
|   | Dimension               | 2,1 x 2,1 x 2,6 m                 |
|   | Poids hors de l'eau     | 5,5 t                             |
|   | Vitesse de pénétration  | 2 cm/s                            |
|   | Vitesse de rétractation | 5 cm/s                            |

| MATÉRIEL DE CAROTTAGE   |  | INFORMATIONS                        |                           |
|---|--|-------------------------------------|---------------------------|
|  |  | Nom                                 | Geo Core 6000             |
|   |  | Type                                | Vibrocarottier            |
|   |  | Type de matériaux                   | Sol/sédiments             |
|   |  | Diamètre                            | 141 mm                    |
|   |  | Fabricant                           | Geo-Resources Instruments |
|   |  | Poids immergé                       | 850 kg (à vide)           |
|   |  | Poids hors de l'eau                 | 1 000 kg (à vide)         |
|   |  | Poids mort sur la tête du carottier | 850 kg (minimum)          |
|   |  | Longueur total                      | 8,4 m (7 m de tubage)     |

### III.3. METHODOLOGIE

Des tests CPTu ont été réalisés. Ces tests donnent une première idée sur l'épaisseur de sédiment meuble/non compacte ainsi que sur le type de sédiment (gravier, sable, limon ou argile) et permettent de mesurer in-situ les caractéristiques mécaniques en place des sédiments.

Les sondages ont été réalisés avec une technique de poinçonnement (le sol) en utilisant un vibrocarottier avec prise d'échantillons.

A partir de la pénétration du pénétromètre statique (CPTu) la profondeur de pénétration prévisionnelle du carottier VibroCore est estimée. Cela a permis de définir des profondeurs de pénétration d'objectif, et donc de définir les cas où un second prélèvement était à réaliser pour les Vibrocore en cas de refus.

Dans certains cas, la pente trop importante ou une irrégularité du fond marin au niveau du point n'a pas permis le bon positionnement du vibrocarottier, rendant impossible le prélèvement de la carotte. Cette problématique a entraîné plusieurs incidents sur l'outil avec la nécessité de remplacer certaines pièces (tubes métalliques tordus), au cours de l'intervention.



Les sondages sont regroupés selon des zones d'échantillonnage (voir Figure1). Ces carottes ont fait l'objet de prélèvements sédimentaires pour analyse environnement (voir fascicule spécifique) :

- Un prélèvement a été réalisé sur 30 cm, tous les mètres, sur les trois premiers mètres de la carotte (pour la majorité des carottes).
- Un échantillon se compose de tous les prélèvements à la même profondeur des différentes carottes d'une même zone.

Les autres sections intactes, prélevées en gaine au sein des sédiments, ont été bouchés hermétiquement par des bouchons PVC adaptés aux gaines de prélèvement. Pour l'échantillonnage, les sections intactes ont été recoupées sur 30 cm afin de conserver au mieux les sédiments en vue des analyses laboratoires.

Les carottes ont été envoyées au laboratoire de GAIDF pour réaliser les analyses géotechniques. Les échantillons prélevés sur les carottes pour les analyses « dragage » ont été envoyés au laboratoire EUROFINs et au laboratoire VIGILAB pour les analyses E-Coli.





## IV. CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

### IV.1. CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

La campagne de sondage a consisté en l'exécution de :

- **13 CPTu** : l'outil utilisé est le CPTu Neptune. Ces tests ont permis de déterminer l'épaisseur de sédiment meuble/non compact et du type de sédiment, permettant ainsi d'anticiper la profondeur de récupération des carottes.
- **11 sondages carottés (de 7 m maximum)** réalisés en diamètre 141 mm (échantillon de 104 mm). L'outil utilisé est le vibrocarottier. Ces sondages ont permis de prélever des échantillons pour les analyses en laboratoire.

L'ensemble des sondages carottés et tests CPTu ont été réalisés depuis le TSM PENZER.

Les Logs des sondages carottés seront transmis après leurs ouvertures et descriptions au laboratoire. Logs des CPTu en Annexe B et les *offset* des mesures en Annexe C.

**Tableau 3 : Récapitulatif de la pénétration et de la récupération des sondages. (CPTu et Vibrocore)**

| Nom               | Pénétration (m) | Critères de refus   | Problèmes rencontrés                                    |
|-------------------|-----------------|---------------------|---|
| <b>CPTU 174</b>   | 5,10            | Résistance maximale | 1 Retest : Faible pénétration                           |
| <b>CPTU 177</b>   | 1,37            | Résistance maximale |   |
| <b>CPTU 179</b>   | 1,78            | Résistance maximale |   |
| <b>CPTU 181</b>   | 1,84            | Résistance maximale |   |
| <b>CPTU 183</b>   | 4,64            | Résistance maximale | Décalage du point initial (trop près de la digue).      |
| <b>CPTU 185</b>   | 4,47            | Résistance maximale |   |
| <b>CPTU 187</b>   | 11,02           | Résistance maximale |   |
| <b>CPTU 189 A</b> | 8,65            | Résistance maximale |   |
| <b>CPTU 191</b>   | 13,83           | Résistance maximale | 2 Retests : Neptune non stable (trop près de la digue). |
| <b>CPTU 193</b>   | 8,49            | Résistance maximale |   |

| Nom           | Zone d'échantillonnage | Récupération (m) | Problèmes rencontrés   |
|---------------|------------------------|------------------|--|
| <b>VB 176</b> | 15                     | 1,72             |  |
| <b>VB 178</b> | 15                     | 2,1              |  |
| <b>VB 180</b> | 15                     | 6,25             |  |
| <b>VB 182</b> | 15                     | 2,8              |  |
| <b>VB 184</b> | 15                     | 4,25             |  |
| <b>VB 186</b> |                        | 5,8              |  |
| <b>VB 188</b> | 14                     | 5,48             |  |
| <b>VB 190</b> |                        | -                | VC trop près de la digue : impossible à réaliser               |
| <b>VB 192</b> | 14                     | 5,31             | VC décalé près du CPTu 177 car non stable (casse du matériel). |
| <b>VB 194</b> |                        | 1,65             |  |

## IV.2. IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES

Les positions des sondages et essais figurent sur le plan d'implantation en annexe **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Les coordonnées des points de sondage des CPTu et des vibrocarottiers figurent dans le tableau (Tableau 4) ci-dessous.

Les valeurs de H (m), correspondent à la hauteur d'eau au-dessus du point de sondage. Ces valeurs ont été mesurées à l'aide du sondeur du TSM PENZER.

L'implantation des points a été réalisée dans un cercle de 5m autour du point théorique lorsque le fond marin le permettait.

A la demande du maitre d'ouvrage les coordonnées sont indiquées en Lambert IV

**Tableau 4 : Récapitulatif des sondages réalisés en Lambert IV**

| Points           | H (m) | Lambert IV |          | Points        | H (m) | Lambert IV |          |
|------------------|-------|------------|----------|---------------|-------|------------|----------|
|                  |       | X (m)      | Y (m)    |               |       | X (m)      | Y(m)     |
| <b>CPTu 174</b>  | 32,30 | 583055,3   | 269900,7 | <b>VB 176</b> | 42    | 583206,8   | 269877,9 |
| <b>CPTu 177</b>  | 46,7  | 583370,6   | 269840,5 | <b>VB 178</b> | 52    | 583523,9   | 269811   |
| <b>CPTu 179</b>  | 51,5  | 583496,3   | 269678,0 | <b>VB 180</b> | 50,6  | 583465,8   | 269530,7 |
| <b>CPTu 181</b>  | 52,7  | 583435,8   | 269386,5 | <b>VB 182</b> | 52,9  | 583405,5   | 269239,7 |
| <b>CPTu 183</b>  | 53,0  | 583378,9   | 269091,6 | <b>VB 184</b> | 51,2  | 583348,6   | 268942,5 |
| <b>CPTu 185</b>  | 15,9  | 582819,2   | 269418,2 | <b>VB 186</b> | 13,6  | 582819,1   | 269417,2 |
| <b>CPTu 187</b>  | 39,7  | 583069,3   | 269170,9 | <b>VB 188</b> | 51    | 582990,3   | 269184,5 |
| <b>CPTu 189</b>  | 27,5  | 583010,3   | 269614,4 | <b>VB 192</b> | 31,7  | 582984,1   | 269298,2 |
| <b>CPTu 189A</b> | 27,5  | 583008,7   | 269610,5 | <b>VB 194</b> | 47,6  | 583372,1   | 269843,4 |
| <b>CPTu 191</b>  | 32,5  | 582983,4   | 269285,2 |               |       |            |          |
| <b>CPTu 193</b>  | 28,2  | 582984,0   | 269530,6 |               |       |            |          |

# CONDITIONS D'UTILISATION DU PRÉSENT DOCUMENT

1. **Géotechnique Appliquée Ile de France** ne peut être en aucun cas tenu à une obligation de résultats car les prestations d'études et de conseil sont réputées incertaines par nature, **Géotechnique Appliquée Ile de France** n'est donc tenu qu'à une obligation de moyens.
2. Le présent document et ses annexes constituent un tout indissociable. Les interprétations erronées qui pourront en être faites à partir d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la Société Géotechnique Appliquée Ile de France. En particulier, il ne s'applique qu'aux ouvrages décrits et uniquement à ces derniers.
3. Toute modification du projet initial concernant la conception, l'implantation, le niveau ou la taille de l'ouvrage devra être signalée à **Géotechnique Appliquée Ile de France**. En effet, ces modifications peuvent être de nature à rendre caducs certains éléments ou la totalité des conclusions de l'étude.
4. Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, **Géotechnique Appliquée Ile de France** a été amenée dans le présent document à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Maître d'Ouvrage ou à son Maître d'Œuvre de communiquer par écrit ses observations éventuelles à **Géotechnique Appliquée Ile de France**, sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison être reproché à **Géotechnique Appliquée Ile de France** d'avoir établi son étude pour le projet décrit dans le présent document.
5. Des éléments nouveaux mis en évidence lors de reconnaissances complémentaires ou lors de l'exécution des fouilles ou des fondations et n'ayant pu être détectés au cours des opérations de *reconnaissance (par exemple : failles, remblais anciens ou récents, caverne de dissolution, hétérogénéité localisée, venue d'eau, pollution, etc.)* peuvent rendre caduques les conclusions du présent document en tout ou en partie.

Ces éléments nouveaux ainsi que tout incident important survenant au cours des travaux (*éboulements des fouilles, dégâts occasionnés aux constructions existantes, glissement de talus, etc.*) doivent être immédiatement signalés à **Géotechnique Appliquée Ile de France** pour lui permettre de reconsidérer et d'adapter éventuellement les solutions initialement préconisées et ceci dans le cadre de missions complémentaires.
6. Pour les raisons développées au § 4, et sauf stipulation contraire explicite de la part de **Géotechnique Appliquée Ile de France**, l'utilisation de la présente étude pour chiffrer, à forfait ou non, le coût de tout ou partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager la responsabilité de **Géotechnique Appliquée Ile de France**. Une mission G2 minimum est nécessaire pour estimer des quantités, coûts et délais d'ouvrages géotechniques.
7. **Géotechnique Appliquée Ile de France** ne pourrait être rendu responsable des modifications apportées à la présente étude sans son consentement écrit.
8. Il est vivement recommandé au Maître d'Ouvrage, au Maître d'Œuvre ou à l'Entreprise de faire procéder, au moment de l'ouverture des fouilles ou de la réalisation des premiers pieux ou puits, à une visite de chantier par un spécialiste. Cette visite est normalement prévue par **Géotechnique Appliquée Ile de France** lorsqu'elle est chargée d'une mission spécifique G4 de suivi de l'exécution des travaux de fondations. Le client est alors prié de prévenir **Géotechnique Appliquée Ile de France** en temps utile.

Cette visite a pour objet de vérifier que la nature des sols et la profondeur de l'horizon de fondation sont conformes aux données de l'étude. Elle donne lieu à l'établissement d'un compte-rendu.
9. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (*qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF*) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.
10. Le Maître d'Ouvrage devra informer **Géotechnique Appliquée Ile de France** de la Date Réelle d'Ouverture du Chantier (*DROC*) et faire réactualiser le présent document en cas d'ouverture de chantier plus de 2 ans après la date d'établissement du présent document. De même il est tenu d'informer **Géotechnique Appliquée Ile de France** du montant global de l'opération et de la date prévisible de réception de l'ouvrage.

## **ANNEXES :**

*Annexe A : Plan d'implantation des sondages*

*Annexe B : Logs des CPTu*

*Annexe C : Offset des mesures des CPTu.*



## **V. ANNEXE A**

## **VI. ANNEXE B**

## VII. ANNEXE C

