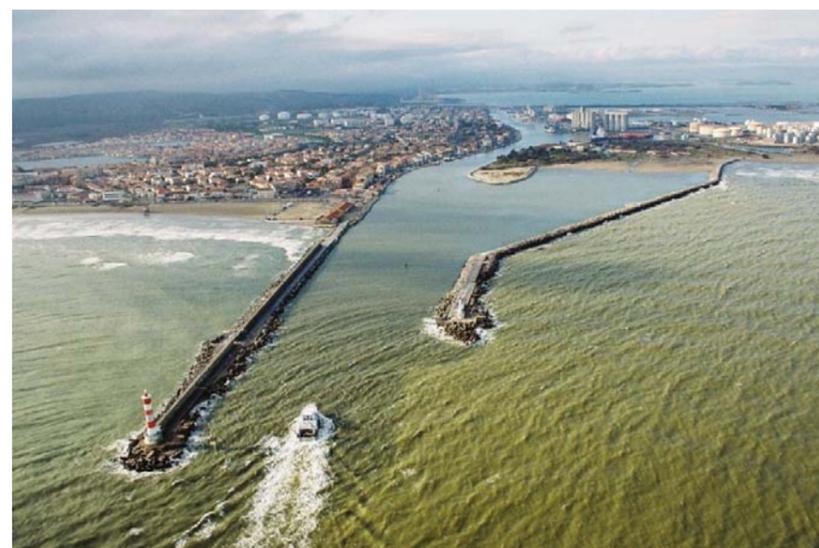


REGION LANGUEDOC ROUSSILLON



PORT-LA NOUVELLE

MISSION DE MAITRISE D'ŒUVRE POUR L'AGRANDISSEMENT DU PORT

RAPPORT RELATIF AUX SIMULATIONS DE NAVIGATION

RAPPORT N°8713239-EP-NAV-R01 – VERSION 2



DATE : 30/03/2014

N°871 3239, Mission de maitrise d'œuvre pour l'agrandissement du port de Port-La Nouvelle EP-NAV-R01 - Rapport relatif aux simulations de navigation					
Version	Description	Rédaction	Vérfié	Approuvé	Date
02	Version Finale	L. Guisier	F. Perotin	O. Meurant	30/03/2014
01	Première version	L. Guisier	F. Perotin	O. Meurant	21/01/2014

SOMMAIRE

OBJET –PREAMBULE	1
1. METHODOLOGIE	2
1.1. PRESENTATION DU LOGICIEL	2
1.2. PLANS DE MASSE RETENUS POUR CETTE ETUDE	3
1.3. EMPRISE DES MODELES	5
1.4. BALISAGE	6
1.5. NAVIRES RETENUS POUR CETTE ETUDE	7
1.6. REMORQUEURS	8
1.7. CONDITIONS OCEANO-MEOROLOGIQUES SUR SITE	9
1.7.1. VENTS	9
1.7.2. HOULES	9
1.7.3. COURANT	9
1.7.4. CAS D'ETUDES RESULTANTS	10
1.8. DESCRIPTION DES CAS D'ETUDE	11
1.8.1. APPROCHE ET FRANCHISSEMENT DE LA PASSE	11
1.8.2. MANŒUVRES AUX POSTES	11
1.8.3. ACCES AU PORT HISTORIQUE	12
1.9. CONTRAINTES SUR LA CAPACITE DE MANŒUVRES – BONNES PRATIQUES	13
1.9.1. ANGLE DE BARRE	13
1.9.2. ACTIONS DES REMORQUEURS EN FONCTION DE LA VITESSE DU NAVIRE CHENALANT	13
1.9.3. VITESSE D'ACCOSTAGE	13
1.9.4. MANŒUVRE DANS LES DARSEES	13
1.9.5. UTILISATION DES ANCRAS	13
2. PRESENTATION DES SIMULATIONS REALISEES	14
3. CONCLUSIONS	17
3.1. PLAN DE MASSE	17
3.2. MODIFICATIONS DES ZONES DRAGUEES DANS LA PASSE D'ENTREE	17
3.3. DISTANCE D'ARRET	18
3.4. POSTE P4-5	18
3.5. LARGEUR DES DARSEES	18
3.6. ENTREE AU PORT HISTORIQUE	19

3.7. REMORQUEURS	20
3.8. LIMITES POUR LES ENTREE/SORTIE EN TERMES DE CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES:	21
4. REFERENCES	22
FIGURES	23
ANNEXE 01 : TABLEAU RECAPITULATIF DES ESSAIS	24
ANNEXE 02 : MODELES SIMFLEX DES NAVIRES	25

OBJET – PREAMBULE

Dans le cadre des Etudes Préliminaires de maîtrise d'œuvre (MOE) pour l'agrandissement du port de Port-La Nouvelle, un plan de masse a été défini en concertation avec le Maître d'Ouvrage (MOA) pour la poursuite des différentes phases du projet.

Les accès nautiques et la faisabilité des manœuvres à l'approche et à l'intérieur du bassin n'avaient été étudiées que par (a) une étude sur plan basée sur des règles usuelles (ex : AIPCN) et (b) par l'expertise d'un pilote ayant exercé à Port-La Nouvelle et actuellement instructeur à notre centre de formation de Port-Revel.

Avant de poursuivre la mission de MOE et de débiter la phase AVP, il est nécessaire que ce plan masse soit validé par des simulations de navigation.

L'objectif de ces simulations de navigation est de confirmer la faisabilité et la sécurité des manœuvres pour ce qui concerne le plan masse retenu et donc de finaliser 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 sont des simulations en temps réel, qui ont été menées sous la conduite d'un des instructeurs de notre centre de Port Revel, Monsieur Frédéric PEROTIN, ancien Pilote de Port-La Nouvelle, du 16 au 19 décembre 2013.

Certaines de ces simulations, ont par ailleurs été réalisées en présence du Maître d'ouvrage, de représentants de l'AMO et d'un pilote exerçant actuellement à Port-La Nouvelle : Monsieur Hervé Nouguier, qui a assisté à 19 des 42 essais ayant été réalisés.

L'étude a été menée avec notamment le navire de projet le plus pénalisant pour la navigation (pour ce qui concerne le port actuel et pour ce qui concerne le port futur) et a pour objectifs spécifiques de :

- Vérifier la faisabilité et sécurité de la navigation pour le plan d'aménagements portuaires retenu,
- Evaluer les limites d'exploitation et de manœuvre en fonction notamment des conditions d'environnement (vent, houle, courant),
- Evaluer 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.

Cette note a pour but de présenter l'ensemble des simulations réalisées, et de présenter les principales conclusions à retenir à l'issue de ces essais.

1. METHODOLOGIE

1.1. PRESENTATION DU LOGICIEL

Cette étude a été réalisée avec le logiciel 3D SIMFLEX ; ce modèle de navigation est un simulateur récent de navigation (mis au point par Force Technology), permettant de simuler le comportement de différents types de navires, comme des grands vraquiers, des tankers ... etc.



Figure 1 - : Vue du simulateur installé dans les bureaux d'ARTELIA

Ce logiciel permet le calcul, pas à pas, 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 de tenir compte aussi 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,...), permettant de réagir en temps voulu aux différentes sollicitations.

oOo

1.2. PLANS DE MASSE RETENUS POUR CETTE ETUDE

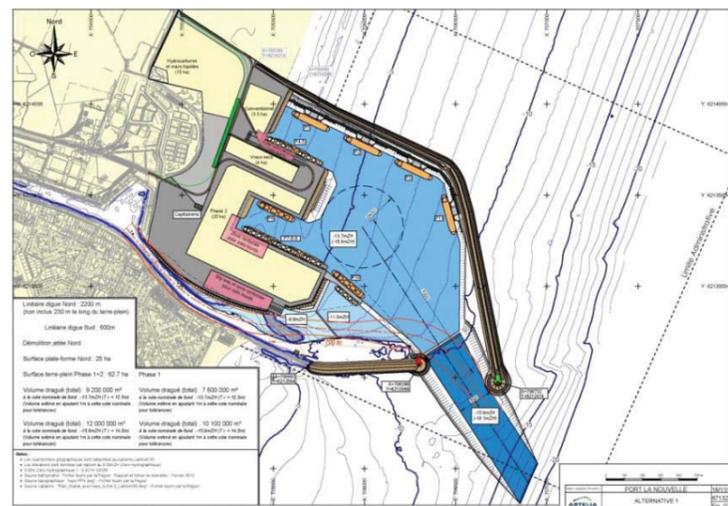
La zone qui est reproduite sur le modèle de navigation est celle présentée sur les deux plans masse qui sont étudiés dans le cadre de ces simulations :

- Le plan relatif à « l'alternative 1 »,
- Le plan relatif à « l'alternative 1-bis »,

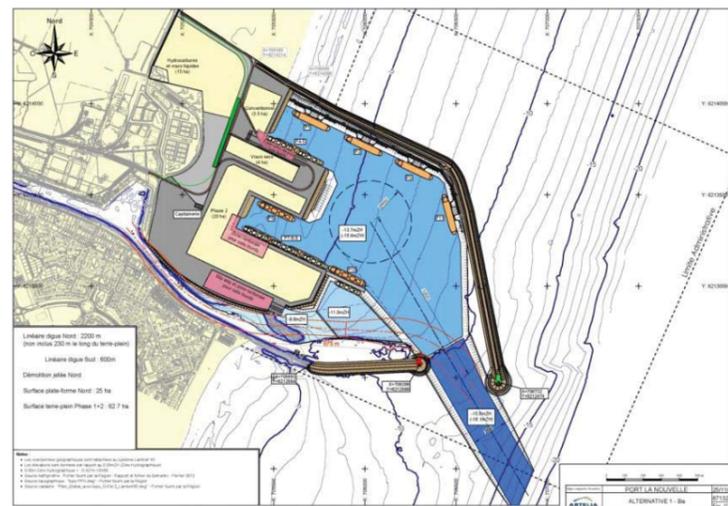
Ces deux plans de masse sont des alternatives issues du plan EP-LAY-005-B (révision 2 du 18/06/2013). Sur ces plans sont indiqués les profondeurs et caractéristiques géométriques des bassins portuaires, cercle d'évitage et chenal d'accès.

Les deux plans de masse qui sont modélisés et testés sont présentés sur les figures 1.1 et 1.2, qui sont reproduites ci-dessous afin de faciliter la lecture.

Extrait de la Figure 1.1 (plan masse – alternative 1)



Extrait de la Figure 1.2 (plan masse – alternative 1-bis)



Le positionnement du poste P10 constitue la différence principale entre l'alternative 1-bis et l'alternative 1. En effet, dans l'alternative 1-bis, le poste P10 est aligné dans le prolongement des postes P7-8-9, de telle sorte que les postes de la darse sud (et principalement le P6) soient mieux protégés de l'agitation que ce qu'ils sont dans l'alternative 1. L'orientation du chenal d'entrée est en outre modifiée de 3° (147°N pour l'alternative 1 contre 150°N pour l'alternative 1-bis).

En outre, lors de la réunion du 02 octobre 2013, le MOA a formulé une demande concernant le nombre de postes dédiés à des trafics de marchandises divers nécessaires dès la phase 1. Le MOA souhaite que soit étudiée la possibilité de pouvoir disposer de deux postes pouvant accueillir chacun des navires de 225m de long. Plusieurs alternatives d'aménagement permettraient de répondre à cette demande. Parmi ces alternatives, une consisterait à prolonger le môle pour accueillir les deux navires de 225m aux postes P4/5.

Pour analyser l'impact qu'aurait cette alternative d'aménagement sur les aspects navigation (notamment sur la distance d'arrêt), pour certains essais il a été positionné sur le plan d'eau deux bouées à environ 180m de l'extrémité du talus de dragage situé à l'est du môle. Ces bouées matérialisent ce que serait l'extrémité du talus de dragage du môle si le quai des postes P4/5 était allongé de telle sorte qu'il puisse accueillir deux navires de 225m de long. La figure suivante permet de visualiser (pour l'alternative 1) ce que serait l'extrémité du môle ainsi que l'emprise du talus de dragage si deux navires de 225m devait accoster au quai P4/5, en prenant comme option d'aménagement un rallongement simple du môle (prolongation d'environ 180m du môle) dans l'ensemble de sa largeur. Dans ce cas, la distance d'arrêt serait réduite d'environ 200m.

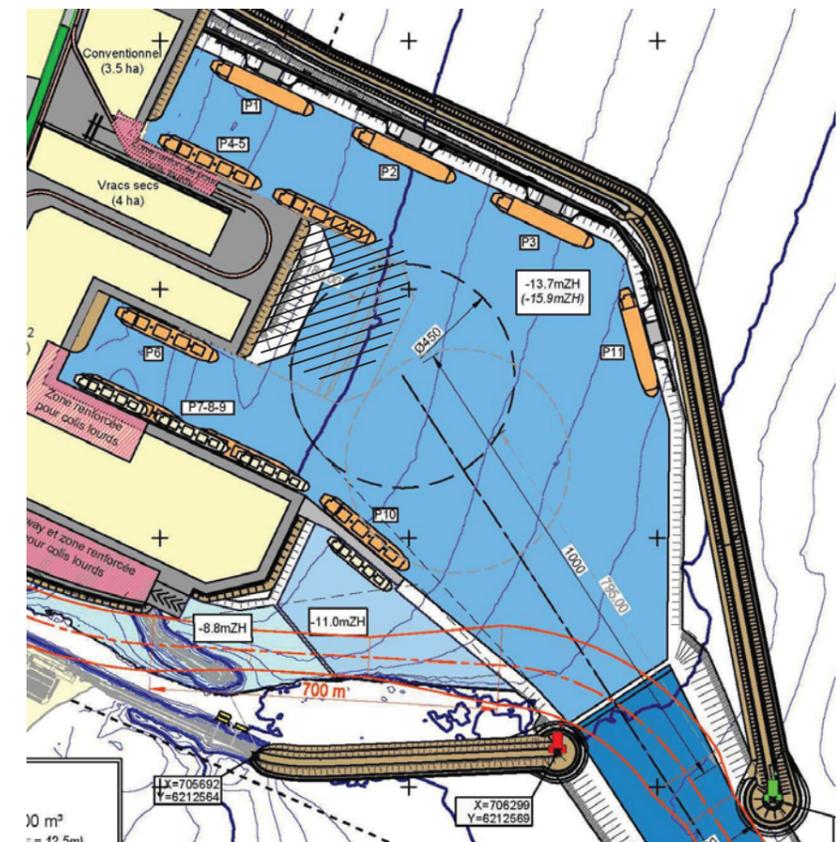
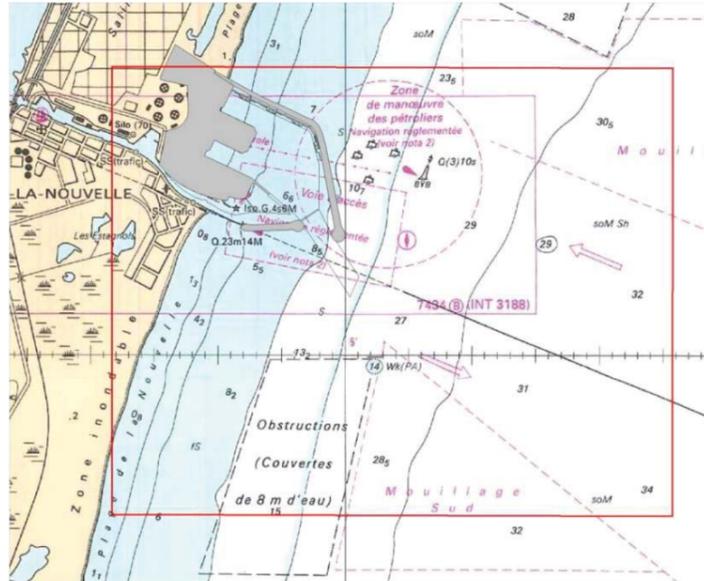


Figure 2 : tracé (contour gris et hachures noires) de ce que serait le môle si 2 navires de 225m devaient accoster au P4-5 (pour l'alternative 1)

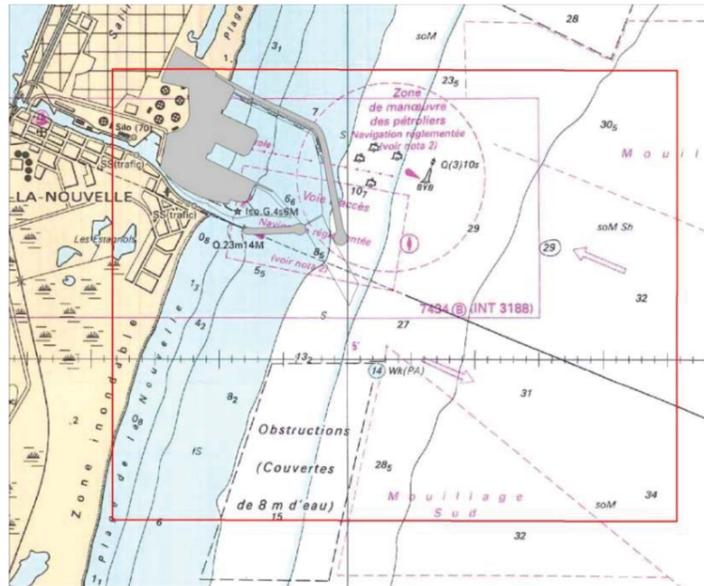
1.3. EMPRISE DES MODELES

L'emprise des modèles réalisés avec le logiciel SIMFLEX est présentée sur les figures 1.4 et 1.5, qui sont reproduites ci-dessous afin de faciliter la lecture.

Extrait de la Figure 1.4 (plan masse – alternative 1)



Extrait de la Figure 1.5 (plan masse – alternative 1bis)



Cette emprise correspond à la zone où la navigation des navires est possible. Cette emprise est suffisamment large pour que, venant du large, l'approche du chenal d'entrée puisse être correctement analysée.

1.4. BALISAGE

Pour les besoins spécifiques de l'étude, l'implantation de quelques marques de balisage a été envisagée. Une étude de balisage dédiée devra toutefois être menée à un stade ultérieur en concertation avec les services de l'état.

Ce balisage qui est proposé à ce stade préliminaire et représenté sous le modèle SIMFLEX est composé de :

- Deux bouées (une verte et une rouge) marquant l'entrée du chenal dragué à l'entrée du port,
- Une bouée rouge le long du chenal d'entrée pour marquer sa limite Ouest,
- Une bouée verte au Nord-Ouest du musoir de la digue Nord pour marquer la limite de la zone draguée (limite Ouest du talus de dragage),
- 2 bouées jaunes « marques spéciales » permettant de matérialiser le pied de talus de l'extrémité Est du môle Nord,
- Un alignement centré sur le chenal d'entrée et son prolongement (zone d'arrêt des navires), constitué par 2 marques situées au Nord du port, dont la nature (mât, bâtiment spécifique, etc.) n'est à ce jour pas définie.

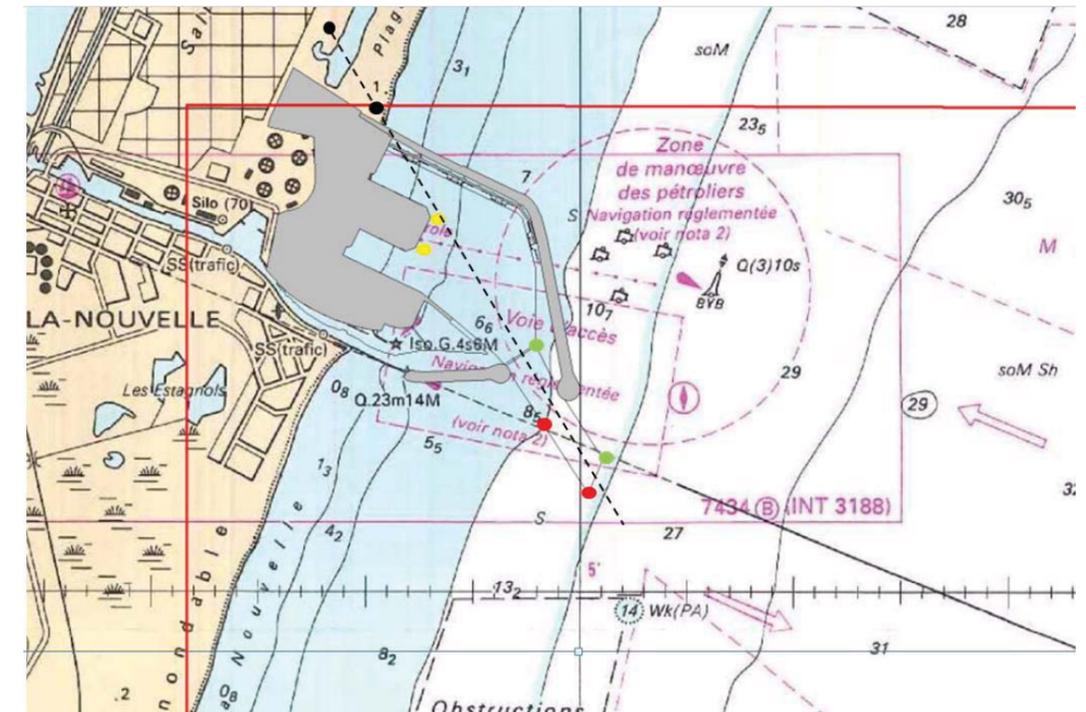


Figure 3 : vue en plan du balisage proposé

Note : La mise en place de feux d'alignement permettant la présentation des navires lors de l'approche est une demande des Pilotes. La réalisation pratique de cet alignement sera regardé en Phase AVP mais une matérialisation proche mais hors du périmètre du port paraît inévitable. Cette matérialisation devrait pouvoir être légère (mat ou pylône).

1.5. NAVIRES RETENUS POUR CETTE ETUDE

Le tableau suivant présente les différents navires, qui sont utilisés dans les simulations de navigation avec le logiciel SIMFLEX pour tester les accès nautiques de l'extension du port :

Ship No.	Name	Ship type	Ship description	Load Con.	LOA m	Lpp m	Bmid m	Tf m	Ta m	Displacem cbm	Frontal wind Area m²	Lateral wind Area m²	Prop.	Shaft Power (each) kW	Rudd.	Bow thrst.	Stern thrst.
3234	"Ancru"	Bulker	84.000 DWT	B	228.6	218.7	32.2	8.0	8.0	45.408	840	3.500	1F	8.120	1	1	1
3235	"Enterprise"	Bulker	84.000 DWT	L	228.6	218.7	32.2	13.1	13.1	77.100	716	2.481	1F	8.120	1	0	0
3291	Nord Cecilie	Bulker	50.900 DWT	L	190.0	182.0	32.2	11.9	11.9	57.520	450	2.050	1F	9.466	1	0	0
3386	Nord Cecilie	Bulker	50.900 DWT	L	190.0	182.0	32.2	8.0	8.0	37.084	576	2.762	1F	9.466	1	1	0

L'étude a été menée principalement avec le navire de projet le plus pénalisant pour la navigation, à savoir celui qui est le plus proche du navire projet : le modèle n°3235 (configuration pleine charge d'un navire de l'ordre de 225m de longueur hors tout) et le modèle n°3234 (version ballast).

Certaines simulations ont été répétées avec un navire de plus petite taille : le « Nord Cecilie » (n°3291 et n°3386).

En outre, pour les essais concernant l'accès au port historique, en présence des digues de l'extension du port (schéma de phase 2), le navire 3173 (petit tanker de 128m de long) dont les caractéristiques sont présentées ci-dessous a été utilisé.

Ship No.	Name	Ship type	Ship description	Load Con.	LOA m	Lpp m	Bmid m	Tf m	Ta m	Displacem cbm	Prop.	Rudd.	Bow thrst.	Stern thrst.
3173		Tanker	14.000 DWT, Product	½L	127.93	120	20	8	8	14.400.00	1F	1	1	1

Les modèles SIMFLEX de ces navires (fiches détaillant les caractéristiques principales) sont présentés en Annexe.

1.6. REMORQUEURS

Pour toutes les simulations, l'assistance de remorqueurs est prise en compte.

Pour un port devant accueillir ce type de navire, il a été proposé que trois remorqueurs de 40t de traction (BP = Bollard Pull) soient disponibles pour ces manœuvres. Le pilote a donc eu le choix, lors des simulations, de mobiliser les trois remorqueurs, ou uniquement deux de ces remorqueurs, ou même aucun en fonction de la manœuvre à réaliser.

Nous avons également prévu que pour toutes les simulations, les remorqueurs ne travaillent jamais à plus de 75% de leur BP nominale.

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. La manière dont cette efficacité est dégradée reste à l'appréciation du pilote effectuant les simulations mais suit typiquement la courbe ci-dessous.

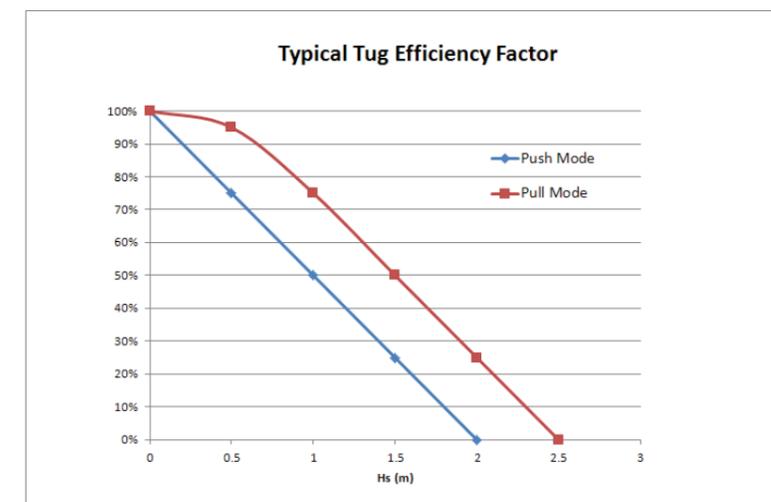


Figure 4 : efficacité du remorqueur en fonction de la hauteur de houle (et du mode d'action « à pousser » ou « à tirer »)

L'action des remorqueurs est 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,

1.7. CONDITIONS OCEANO-MEOROLOGIQUES SUR SITE

1.7.1. Vents

Les données de vent les plus fiables qui sont actuellement disponibles sont celles issues du traitement statistique des mesures réalisées à la BFI de février 2013 à Août 2013.

Voir: *figures 1.15 à 1.16*.

Ces données montrent que les vents supérieurs à 30 nœuds (15m/s) sont dépassés 4% de l'année (2 semaines environ). 75% de ces vents supérieurs à 30 nœuds proviennent en outre du secteur Nord-Ouest, secteur dominant pour ce qui concerne les vents forts.

D'autre part, les vents supérieurs à 20 nœuds (10m/s) sont dépassés environ 30% du temps, ce qui confirme la réputation de site venté de Port-La Nouvelle.

1.7.2. Houles

Les statistiques des houles devant le port proviennent des modélisations effectuées par ARTELIA dans le cadre de la mission EP et présentées en détail dans le rapport EP-R001 (ref. F [1]).

Voir: *figures 1.7 à 1.9* extraites de ce rapport.

A noter que sur ces bases, les valeurs de houle 2% (avec 2% de dépassement pour un secteur directionnel donné) sont les suivantes :

- Houle 2% - Secteur Est (90°N-110°N): Hs = 2.7m
- Houle 2% - Secteur Sud-Est (120°N-140°N): Hs = 1.3m

Par ailleurs, des calculs d'agitation ont été réalisés dans le cadre des Etudes Préliminaires (rapport 8713239-EP-AGT-R1, ref F [2]) et quelques épures sont rappelées sur les *figures 1.11 à 1.13*.

1.7.3. Courant

Le logiciel SIMFLEX permet la prise en compte d'un champ de courant variable dans le plan horizontal, permettant de reproduire les efforts de courant sur le navire pendant son évolution dans le chenal d'entrée et au passage des musoirs.

Ces « plans » de courant ont été établis dans le cadre des modélisations TELEMAC pour la mission « HYDRO3D ».

Le modèle TELEMAC est calé, pour ce qui concerne l'hydrodynamique, en situation actuelle, sur la base des mesures de courant effectuées depuis Mars 2013.

Dans le cadre de cette mission HYDRO-3D, il a été introduit le projet (c'est-à-dire le plan masse du port y compris digue nord et sud) et le modèle a été relancé pour évaluer l'impact du projet sur l'hydrodynamique.

Quatre « plans » de courant, jugés comme les plus pertinents sont extraits des résultats TELEMAC et pris en compte pour les simulations de navigation. Ils sont présentés sur les figures 1.18 à 1.21.

Ces 4 plans correspondent à 4 conditions représentatives et sont détaillés ci-dessous :

Conditions de courant « C1 » :

Il s'agit de conditions de courant observées en cas de Tramontane (fort vent de Nord-Ouest). Au niveau de l'entrée du chenal d'accès, le courant observé est d'intensité modérée (de l'ordre de 0.2 à 0.3m/s) et orienté vers le Sud-Ouest.

Conditions de courant « C2 » :

Ces conditions de courants sont observées pour des houles en provenance du secteur Sud-Est présentant une hauteur significative de l'ordre de 2m et induisant un courant littoral orienté du Sud vers le Nord. Ce courant présente alors une intensité maximale plutôt forte à la passe (0.7m/s) et porte vers l'Est.

Condition de courant n°C3 :

Ces conditions de courants sont également observées pour des houles en provenance du secteur Sud-Est présentant une hauteur significative plus modérée dans ce cas (de l'ordre de 1.5m), et induisant un courant littoral orienté du Sud vers le Nord. Ce courant présente alors une intensité maximale plutôt modérée à la passe (0.3m/s) et porte vers l'Est.

Condition de courant n°C4 :

Ces conditions de courants sont observées pour des houles en provenance du secteur Est et présentant une hauteur significative supérieure à de 2m (de l'ordre de 2.5m) et induisant un courant littoral orienté du Nord vers le Sud. Ce courant présente alors une intensité maximale plutôt forte au niveau de l'entrée du chenal d'accès (0.6m/s) et porte vers le Sud-Ouest.

1.7.4. Cas d'études résultants

Sur la base des conditions environnementales décrites ci-dessus, des combinaisons de conditions de vent, de houle et de courant sont choisies en fonction des conditions dominantes représentatives du site, mais **en se focalisant sur des conditions sévères et peu fréquentes dans l'objectif d'évaluer les limites d'exploitation et de manoeuvre.**

Ces conditions sont les suivantes :

Conditions d'Est :

- ✓ Houles : Hm0=2.7m (houle 2%) – ou Hm0=2m ; Tp=11s ou Tp=10s ; direction=90°N
- ✓ Vent (moyen sur 10minutes): 25 nœuds, venant de la direction 100°N
- ✓ Courant : courant fort portant au Sud-Ouest à la passe d'entrée (conditions « C4 »)

Conditions de Sud-Est :

- ✓ Houles : Hm0= 1.3m (houle 2%) ou 1.5m; Tp=9s – direction =140°N
- ✓ Vent (moyen sur 10minutes): 20 nœuds, venant de la direction 120°N

- ✓ Courant : courant modéré portant à l'Est à la passe d'entrée (conditions « C3 »)

Conditions intermédiaires :

- ✓ Houles : $Hm0=2m$; $Tp=10s$ – direction = $120^\circ N$
- ✓ Vent (moyen sur 10minutes): 20 nœuds, venant de la direction $120^\circ N$
- ✓ Courant : courant fort portant à l'Est à la passe d'entrée (condition « C2 »)

Conditions de Tramontane :

- ✓ Houles : absence de houles
- ✓ Vent (moyen sur 10minutes): 25 nœuds ou 30 nœuds, venant de la direction $290^\circ N$
- ✓ Courant : courant modéré portant au Sud-Ouest (condition « C1 »)

1.8. 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.

Un certain nombre de simulations sont dédiées en outre à des situations d'urgence : perte d'un remorqueur ou avarie navire (défaillance de la propulsion et/ou de gouvernail du navire).

1.8.1. Approche et franchissement de la passe

Les navires débutent les simulations en se présentant dans le chenal d'entrée, puis franchissent la passe. Au passage des musoirs, ils commencent à ralentir pour se retrouver sans vitesse dans le cercle d'évitage (objectif).

L'enjeu de ces simulations est de déterminer si le navire peut franchir la passe d'entrée en présence de conditions de houle, vents et courant traversiers à une vitesse suffisamment importante pour lui éviter une trop forte dérive, mais tout en lui permettant de s'arrêter dans le cercle d'évitage.

1.8.2. Manœuvres aux postes

L'objectif de ces essais est de tester la manoeuvrabilité des navires en approche et au départ des postes.

Pour les postes de la phase 1, deux postes sont particulièrement étudiés en raison de leur position en fond de darse : le poste P1 et le Poste P4-5.

Pour les postes de phase 2, les postes spécifiquement étudiés sont les postes P6 (au nord de la darse sud) et P7 (au sud de la darse sud)

Pour chacun des postes, un accostage et un appareillage est simulé quand cela est pertinent. Ces simulations sont menées en présence de navires amarrés aux postes voisins.

Ces essais permettent d'analyser si la largeur des darses Nord et Sud est adaptée (plus exactement la distance entre fronts d'accostage des postes P1 et P4-5 d'une part et P6 et P7 d'autre part).

Note : pour ce qui concerne l'étude spécifique de l'amarrage de deux navires aux postes P4-5, certains essais sont dédiés à analyser différentes configurations possibles ils seront détaillés en section 2.

1.8.3. Accès au port historique

Des essais spécifiques sont dédiés à l'étude de l'accès au port historique, c'est-à-dire principalement à la réalisation de la double giration, une fois la passe d'entrée franchie. Des essais simulant la sortie du port historique sont également réalisés.

1.9. CONTRAINTES SUR LA CAPACITE DE MANŒUVRES – BONNES PRATIQUES

Afin de simuler des situations représentatives, un certain nombre de limitations sont respectées lors des simulations des manœuvres normales (c'est-à-dire hors situation d'urgence ou d'avarie). Ces principales contraintes, conformes aux bonnes pratiques, sont décrites comme suit :

1.9.1. Angle de barre

Généralement les angles de barre ont été volontairement limités à 20°, ce qui est un usage courant en situation normale de telle sorte qu'une marge soit encore disponible en terme de capacité de giration si une situation d'urgence survenait.

Note : Le Pilote a cherché, en général, à limiter l'angle de barre à 20 ou 30° ? Ceci étant, pour certaines simulations, ce critère n'a pas pu être respecté, soit parce qu'il s'agissait des premières simulations (le Pilote n'ayant pas encore pris assez d'habitude vis-à-vis de ces manœuvres pour gérer au mieux l'alignement d'entrée et la tenue du navire sous l'effet de dérive au courant et à la houle, soit parce que les conditions de mer simulées étaient difficiles (ce qui a d'ailleurs conduit à améliorer la passe d'entrée – voir section §3).

1.9.2. Actions des remorqueurs en fonction de la vitesse du navire chenalant

Il a été considéré que les remorqueurs ne peuvent pas agir sur un navire chenalant pour des vitesses supérieures à 6 noeuds. Ainsi lorsque le navire cherche à ralentir, l'action des remorqueurs n'a été prise en compte qu'une fois le navire ralenti à 6 noeuds. Entre 4 et 6 noeuds, on s'est imposé en outre de ne faire agir les remorqueurs que sur l'arrière du navire (câble de remorque en positions 6h et 7h par rapport à l'axe de foi du navire, où la position 12h représente la proue). En dessous de 4 noeuds, en revanche les remorqueurs ont plus de capacité de manœuvres et l'action du remorqueur arrière a pu être plus transversière.

1.9.3. Vitesse d'accostage

Pour l'étude de l'accostage des navires au différents postes, il a été considéré que l'accostage était réussi si le navire, était 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).

1.9.4. Manœuvre dans les darses

Aux différents postes, (a fortiori pour les postes pétroliers où cela est obligatoire), les navires accostent de telle sorte qu'ils pointent vers la sortie du port. Cela permet en cas d'urgence de sortir du port en minimisant les manœuvres. Par conséquent, les navires entrant dans le port doivent éviter pour ensuite culer (pour ceux qui doivent accoster aux postes dans les darses) sur parfois plusieurs centaines de mètres. Conformément aux bonnes pratiques, il a été respecté une vitesse maximale d'environ 1 noeud pour cette manœuvre en marche arrière.

1.9.5. Utilisation des ancres

Quand cela s'est avéré nécessaire (en cas de manœuvre d'urgence), les ancres des navires ont été utilisées pour ralentir la vitesse du navire, mais tout en respectant la contrainte de ne pas les lancer tant que la vitesse du navire excédait 4 noeuds. En effet, si la vitesse est trop important, le risque est grand de voir les chaînes se rompre.

2. PRESENTATION DES SIMULATIONS REALISEES

Un total de 42 simulations a été réalisé. Le tableau récapitulatif présenté en page suivante décrit les caractéristiques de chaque essai. Ce tableau est rappelé en annexe 1 complété des commentaires du pilote sur l'essai ainsi que d'un commentaire technique spécifique quand cela est nécessaire.

En outre les figures 2.1 à 2.42 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, nombre de tours de la machine, vitesse navire, tensions dans les remorques).

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 graphiques relatifs aux remorqueurs, le remorqueur n°1 est généralement le remorqueur avant, le remorqueur n°2, le remorqueur arrière et le remorqueur n°3, est le remorqueur souvent utilisé uniquement à pousser pour terminer l'accostage.

Lundi 16 décembre								
Numéro d'essai	navire manoeuvrant-configuration (lége ou chargé)	Description de l'essai	Conditions environnementales à l'extérieur du port			plan de masse testé	témoins assistants aux essais	remarques
			Houle (H _{max} ; Tp ; dir)	Vent (VH _{max} ; dir)	Courant (vitesse, dir)			
1	vraquier de 225m - chargé	Franchissement passe + accostage en P1	---	---	---	alternative 1	---	prise en main du modèle
2	vraquier de 225m - chargé	Tramontane - Franchissement passe + accostage en P1	---	25 nœuds - 290°N	condition 1 : courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1	---	
3	vraquier de 225m - chargé	Tramontane - Franchissement passe + accostage en P1	---	30 nœuds - 290°N	condition 1 : courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1	---	
4	vraquier de 225m - chargé	Tramontane - Franchissement passe + accostage en P6	---	30 nœuds - 290°N	condition 1 : courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1	---	
5	vraquier de 225m - lége	Tramontane - départ du poste P1	---	30 nœuds - 290°N	condition 1 : courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1	---	
6	vraquier de 225m - chargé	vent marin - Franchissement passe + accostage en P2	2m ; 10s ; 120°N	20 nœuds - 120°N	condition 2 : courant fort portant à l'est	alternative 1	---	
7	petit tanker de 128m - chargé	Franchissement passe + double giration pour accès au port historique	---	---	---	alternative 1	---	prise en main du modèle
8	petit tanker de 128m - chargé	vent marin - Franchissement passe + accostage en P2	2m ; 10s ; 120°N	20 nœuds - 120°N	condition 2 : courant fort portant à l'est	alternative 1	---	

mardi 17 décembre								
Numéro d'essai	navire manoeuvrant-configuration (lége ou chargé)	Description de l'essai	Conditions environnementales à l'extérieur du port			plan de masse testé	témoins assistants aux essais	remarques
			Houle (H _{max} ; Tp ; dir)	Vent (VH _{max} ; dir)	Courant (vitesse, dir)			
9	vraquier de 225m - chargé	Tramontane - Franchissement passe + accostage en P1	---	30 nœuds - 290°N	condition 1 : courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1	---	répétition du test 3
10	vraquier de 225m - chargé	vent marin - Franchissement passe + accostage en P4-5	2.7m ; 11s ; 90°N	25 nœuds - 100°N	condition 4 (courant fort portant au sud-ouest)	alternative 1	---	
11	vraquier de 225m - chargé	vent marin - Franchissement passe + accostage en P4-5	2m ; 10s ; 90°N	25 nœuds - 100°N	condition 4 (courant fort portant au sud-ouest)	alternative 1	---	
12	vraquier de 190m - chargé	Tramontane - Franchissement passe + accostage en P2	---	30 nœuds - 290°N	condition 1 : courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1	---	
13	vraquier de 190m - chargé	vent marin - Franchissement passe + accostage en P6	2m ; 10s ; 120°N	20 nœuds - 120°N	condition 2 : courant fort portant à l'est	alternative 1	---	
14	vraquier de 225m - lége	Tramontane - Franchissement passe + accostage en P1	---	30 nœuds - 290°N	condition 1 : courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1	---	
15	vraquier de 225m - chargé	Tramontane - Franchissement passe + accostage en P1	---	25 nœuds - 290°N	condition 1 : courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1-bis	MOA-AMO	
16	vraquier de 225m - chargé	vent marin - Franchissement passe + accostage en P4-5	2m ; 10s ; 120°N	20 nœuds - 120°N	condition 2 : courant fort portant à l'est	alternative 1-bis	MOA-AMO	
17	petit tanker de 128m - chargé	vent marin - Franchissement passe + double giration pour accès au port historique	2m ; 10s ; 120°N	20 nœuds - 120°N	condition 2 : courant fort portant à l'est	alternative 1-bis	MOA-AMO	

mercredi 18 décembre								
Numéro d'essai	navire manoeuvrant-configuration (lége ou chargé)	Description de l'essai	Conditions environnementales à l'extérieur du port			plan de masse testé	témoins assistants aux essais	remarques
			Houle (H _{max} ; Tp ; dir)	Vent (VH _{max} ; dir)	Courant (vitesse, dir)			
18	vraquier de 225m - lége	Tramontane - Franchissement passe + accostage en P11	---	30 nœuds - 290°N	condition 1 : courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1-bis	---	
19	vraquier de 225m - lége	Tramontane - départ du poste P11	---	30 nœuds - 290°N	condition 1 : courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1-bis	---	
20	vraquier de 225m - chargé	avarie remorqueur arrière	2m ; 10s ; 120°N	20 nœuds - 120°N	condition 2 : courant fort portant à l'est	alternative 1-bis	---	objectif arrêté du navire en sécurité
21	vraquier de 225m - chargé	vent marin - départ du P1	2.7m ; 11s ; 90°N	25 nœuds - 100°N	condition 4 (courant fort portant au sud-ouest)	alternative 1-bis	H. Nougare (pilote PLN)	

Numéro d'essai	navire manoeuvrant-configuration (lége ou chargé)	Description de l'essai	Conditions environnementales à l'extérieur du port			plan de masse testé	témoins assistants aux essais	remarques
			Houle (H _{max} ; Tp ; dir)	Vent (VH _{max} ; dir)	Courant (vitesse, dir)			
22	vraquier de 190m - chargé	vent marin - Franchissement passe + accostage en P10	2m ; 10s ; 120°N	20 nœuds - 120°N	condition 2 : courant fort portant à l'est	alternative 1-bis	H. Nougare (pilote PLN)	
23	vraquier de 225m - chargé	Tramontane - Franchissement passe + accostage au P7	---	30 nœuds - 290°N	condition 1 : courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1-bis	H. Nougare (pilote PLN)	
24	vraquier de 225m - lége	Tramontane - Franchissement passe + départ du P7	---	30 nœuds - 290°N	condition 1 : courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1-bis	H. Nougare (pilote PLN)	
25	petit tanker de 128m - chargé	sortie port historique par conditions de marin	2.7m ; 11s ; 90°N	25 nœuds - 100°N	condition 4 (courant fort portant au sud-ouest)	alternative 1-bis	H. Nougare (pilote PLN)	
26	petit tanker de 128m - chargé	Tramontane - sortie port historique	---	30 nœuds - 290°N	condition 1 : courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1-bis	H. Nougare (pilote PLN)	
27	petit tanker de 128m - chargé	Tramontane - Franchissement passe + double giration pour accès au port historique	---	30 nœuds - 290°N	condition 1 : courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1-bis	H. Nougare (pilote PLN)	
28	vraquier de 225m - chargé	Tramontane - Franchissement passe + accostage en P45 (partie ouest) en présence d'un navire de 225m sur l'est du quai	---	30 nœuds - 290°N	condition 1 : courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1-bis avec milieu Nord rallongé de 180m	H. Nougare (pilote PLN)	
29	vraquier de 225m - chargé	vent marin - Franchissement passe + accostage en P45 (partie ouest) en présence d'un navire de 225m sur l'est du quai	2m ; 10s ; 120°N	20 nœuds - 120°N	condition 2 : courant fort portant à l'est	alternative 1-bis avec milieu Nord rallongé de 180m	H. Nougare (pilote PLN)	
30	vraquier de 190m - chargé	vent marin - franchissement de la passe d'entrée avec une approche différente "plus Est"	2m ; 10s ; 120°N	20 nœuds - 120°N	condition 2 : courant fort portant à l'est	alternative 1-bis	H. Nougare (pilote PLN)	objectif arrêté du navire en sécurité dans le cercle d'évitage
31	vraquier de 225m - chargé	vent marin - franchissement de la passe d'entrée avec une approche alternative (évaseement de la passe d'entrée)	2m ; 10s ; 120°N	20 nœuds - 120°N	condition 2 : courant fort portant à l'est	alternative 1-bis	H. Nougare (pilote PLN)	Modification en temps réel de la profondeur afin de laisser suffisamment de clair-sous quille pour essayer une nouvelle approche/représentation plus libre au courant

jeudi 19 décembre								
Numéro d'essai	navire manoeuvrant-configuration (lége ou chargé)	Description de l'essai	Conditions environnementales à l'extérieur du port			plan de masse testé	témoins assistants aux essais	remarques
			Houle (H _{max} ; Tp ; dir)	Vent (VH _{max} ; dir)	Courant (vitesse, dir)			
32	vraquier de 225m - chargé	vent marin - franchissement de la passe d'entrée avec une approche alternative (évaseement de la passe d'entrée)	2m ; 10s ; 120°N	20 nœuds - 120°N	condition 2 : courant fort portant à l'est	alternative 1-bis avec milieu Nord rallongé de 180m	H. Nougare (pilote PLN)	
33	vraquier de 190m - chargé	vent marin - Franchissement passe + accostage en P45 (partie ouest) en présence d'un navire de 190m sur l'est du quai	2m ; 10s ; 120°N	20 nœuds - 120°N	condition 2 : courant fort portant à l'est	alternative 1-bis	H. Nougare (pilote PLN)	objectif : tester la capacité d'amener 2 navires de 190m au P4-5 en navigant 30-40m du côté terre et 30-40m dans le talus de dragage sans toucher au positionnement du cercle d'évitage - essais non enregistrés (défaillance du logiciel) - Répété à l'essai 41
34	vraquier de 190m - chargé	Tramontane - Franchissement passe + accostage en P45 (partie ouest) en présence d'un navire de 190m sur l'est du quai	---	30 nœuds - 290°N	condition 1 : courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1-bis	H. Nougare (pilote PLN)	objectif : tester la capacité d'amener 2 navires de 190m au P4-5 en navigant 30-40m du côté terre et 30-40m dans le talus de dragage du mole sans toucher au positionnement du cercle d'évitage
35	vraquier de 225m - chargé	départ du cercle d'évitage + accostage en P45 (partie ouest) en présence d'un navire de 190m sur l'est du quai	---	30 nœuds - 290°N	condition 1 : courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1-bis	H. Nougare (pilote PLN)	objectif : tester la capacité d'amener 1 navire de 225m au P4-5 (partie Ouest) en présence d'un petit navire de 190m à l'est en navigant 30-40m du côté terre et 30-40m dans le talus de dragage sans toucher au positionnement du cercle d'évitage
36	vraquier de 225m - chargé	vent marin - test franchissement passe et arrêt	2m ; 10s ; 90°N	25 nœuds - 100°N	condition 4 (courant fort portant au sud-ouest)	alternative 1-bis	H. Nougare (pilote PLN)	
37	vraquier de 225m - chargé	vent marin - test franchissement passe et arrêt	2m ; 10s ; 90°N	25 nœuds - 100°N	condition 4 (courant fort portant au sud-ouest)	alternative 1-bis	H. Nougare (pilote PLN)	même conditions que pour l'essai précédent (le n°36), mais avec une présentation différente en approche de la passe (présentation plus à l'est)
38	vraquier de 225m - chargé	vent marin - Franchissement passe en présence de houle et courant modérés -	1.50m ; 10s ; 140°N	20 nœuds - 120°N	condition 3 : courant modéré portant à l'est	alternative 1-bis	---	avarie simulée (barre et machine), sans que le pilote ait été prévenu, juste après avoir franchi la passe - la barre est alors mise bloquée à 20° sur bâbord
39	petit tanker de 128m - chargé	Tramontane - franchissement passe pour accès au port historique	---	30 nœuds - 290°N	condition 1 : courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1-bis	---	avarie simulée (barre), sans que le pilote ait été prévenu, à la fin de la giration sur bâbord - la barre est alors restée bloquée à 15° sur bâbord
40	vraquier de 225m - lége	manoeuvre d'accostage au P3 (amarrage bâbord à quai)	---	30 nœuds - 290°N	condition 1 : courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1-bis	---	
41	vraquier de 190m - chargé	vent marin - Franchissement passe + accostage en P45 (partie ouest) en présence d'un navire de 190m sur l'est du quai	2m ; 10s ; 120°N	20 nœuds - 120°N	condition 2 : courant fort portant à l'est	alternative 1-bis	---	Répétition de l'essai n°33 pour avoir un enregistrement de l'essai
42	vraquier de 225m - chargé	vent marin - départ du poste P10 - sortie de la passe	2m ; 10s ; 120°N	20 nœuds - 120°N	condition 2 : courant fort portant à l'est	alternative 1-bis	---	le départ du P10 est un cas conservatif, car le navire n'a pas encore eu le temps d'accrocher quand il franchit la passe

3. CONCLUSIONS

Sur la base des essais effectués et présentés dans le détail dans la section précédente, des conclusions importantes sont tirées concernant le plan de masse (dimensions des zones de manœuvres ou bien concernant l'exploitation du port (nombre et type de remorqueurs, limitations météorologiques conditionnant les entrées/sorties des navires). Les conclusions principales sont présentées ci-dessous.

3.1. PLAN DE MASSE

Les simulations de navigation n'ont pas mis en évidence d'éléments différenciant entre les deux plans de masse qui ont été étudiés (« Alternative-1 » et « alternative 1-bis »). Ces deux plans de masse sont apparus comme étant satisfaisants d'un point de vue de la sécurité des manœuvres et des accès, moyennant des modifications concernant le chenal d'entrée (voir paragraphe 3.2 ci-dessous).

3.2. MODIFICATIONS DES ZONES DRAGUEES DANS LA PASSE D'ENTREE

Afin de pouvoir emprunter la passe d'entrée avec des présentations différentes en fonction des conditions en présence (vents, houles, courants), il pourrait être utile de modifier le chenal dragué en l'évasant à l'Ouest et à l'Est. En effet, des simulations de franchissement de la passe ont montré que le courant traversier à la passe pouvait induire des dérives importantes et rendre critiques certaines manœuvres. Pour ces simulations mettant en œuvre des courants traversiers forts à la passe, l'intérêt d'évaser fortement vers l'est le chenal et plus légèrement vers l'ouest a été clairement mis en évidence (notamment par la mise en œuvre des essais n°30 et 31).

Le nouveau chenal dragué proposé est décrit sur la figure suivante :

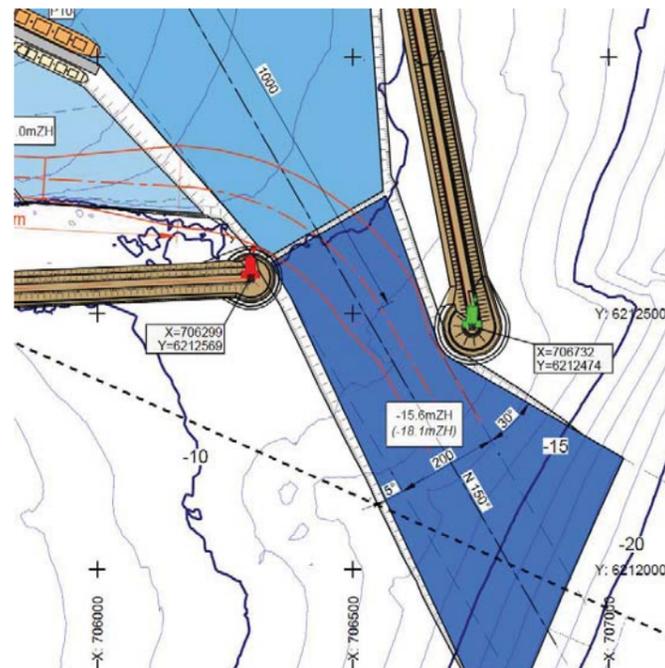


Figure 5 : Evasement proposé du chenal d'entrée

Ce plan ainsi que l'implantation du chenal modifié en superposition de la carte marine sont présentés sur les Figures 3.1 et 3.2.

3.3. DISTANCE D'ARRÊT

La distance d'arrêt des navires est actuellement fixée à 1000m en partant de la passe d'entrée jusqu'au centre du cercle d'évitage. Plusieurs essais ont permis de montrer (notamment les essais n°2, et n°32) que cette distance d'arrêt ne pouvait pas être réduite. En effet, une distance significative est requise pour stopper le navire qui franchit la passe avec une vitesse nécessairement importante afin de rester manoeuvrant. Cette nécessité est d'autant plus marquée en présence de houles d'Est ou de Sud-Est où le courant traversier induit une dérive significative au navire, qui pour la contrer doit maintenir une vitesse importante (supérieure à 5 noeuds).

Ainsi, la nécessité de maintenir la distance d'arrêt et donc la position du cercle d'évitage empêche l'allongement du môle nord tel qu'il avait pu être envisagé dans la perspective de permettre l'accueil de deux navires de 225 le long du quai P4-5 (voir paragraphe 1.2).

3.4. POSTE P4-5

Le cercle d'évitage ne pouvant être déplacé (voir section 3.3 ci-dessus), le poste P4-5 ne pourra être rallongé en déplaçant globalement le môle nord du côté bassin. En revanche, tout en conservant la position du cercle d'évitage, il pourrait être possible d'allonger d'environ 70m le linéaire de quai du poste P4-5 en combinant :

- Du côté « terre », des dragages supplémentaires de telle sorte à allonger la darse de 30 à 40m
- Avec du côté bassin intérieur (à l'Est), une reconfiguration du talus en enrochement de telle manière que celui-ci s'étende jusqu'à la côte de dragage et évite la mise en œuvre d'un talus de pente plus faible, qui serait obtenue avec le terrain naturel (de l'ordre de 5 pour 1).

Rallonger le quai P4-5 de 60 à 70m permettrait 2 options :

- Amarrer deux navires de 190m chacun (l'analyse de cette configuration a été faite lors des essais 34 et 41).
- Amarrer un navire de 225m et un de 160m. Pour cette configuration (qui a été testée lors de l'essai n°35), il serait préférable de positionner le navire de 225m à l'Est du quai. L'accostage d'un navire de 225m au poste P4-5 en partie Ouest serait toutefois envisageable à la condition (impérative) de mobiliser des remorqueurs capables de travailler en mode « push-pull », car il n'est pas possible de positionner un remorqueur entre l'arrière du navire et le fond de la darse (espace insuffisant).

3.5. LARGEUR DES DARSEES

Les différentes manœuvres d'accostage et de départ qui ont été simulées montrent que les darses sont de largeurs suffisantes, mais que ces largeurs ne peuvent pas être réduites.

Plus spécifiquement pour la darse nord, les simulations ont montré qu'il était possible d'accoster et d'appareiller en sécurité avec le navire projet :

- ✓ Du poste P1, en présence de navires projets aux P2 et au P4-5 (essais n°2, 3, 5, 9, 14, 15, 21)
- ✓ Du poste P4-5, en présence de navires projets aux postes P1 et P2 (essais n°11, 16)
- ✓ Du poste P4-5 (partie ouest) en présence de navires projets aux postes P1 et P2 et en présence d'un navire sur la partie Est (essais n°28, 29, 34, 35 et 41), (voir détails et restrictions au paragraphe 3.4 ci-dessus concernant le poste P4-5).

Pour la darse Sud, pour laquelle la distance entre fronts d'accostage est réduite de 25m environ par rapport à la darse Nord (195m pour la darse Sud contre 220m pour la darse Nord), les simulations ont également montré que les manœuvres d'accostage et d'appareillage étaient possibles pour le navire projet :

- ✓ Du poste P6, en présence de deux navires projet aux postes P7-8-9 (essais 4 et 13)
- ✓ Du poste P7, en présence de navires projet aux postes P6 et P8-9 (essais 23 et 24)

3.6. ENTREE AU PORT HISTORIQUE

Les simulations dédiées à l'étude du port historique ont montré que l'espace de manœuvre était suffisant pour permettre les entrées et sorties des navires en sécurité pour le navire testé (tanker de 130m de long). Ce navire correspond aux navires actuellement accueillis à Port-La Nouvelle, comme à ceux qui continueront à être accueillis au port historique en présence de l'extension du port.

En outre, hors manœuvre d'urgence, aucun remorqueur n'a été nécessaire durant les manœuvres simulées. Un remorqueur a simplement été croché à l'avant en stand-by, mais n'a pas été sollicité, hormis pour le cas d'avarie (cas n°39).

Concernant le recépage de la digue nord actuelle, celui-ci doit être réalisé comme tracé sur la figure ci-dessous (recépage d'un linéaire d'environ 250m), de telle sorte que la voie navigable borde le talus de l'extrémité sud du môle sud. Ainsi les manœuvres (même en cas d'avarie) peuvent être réalisées en sécurité.

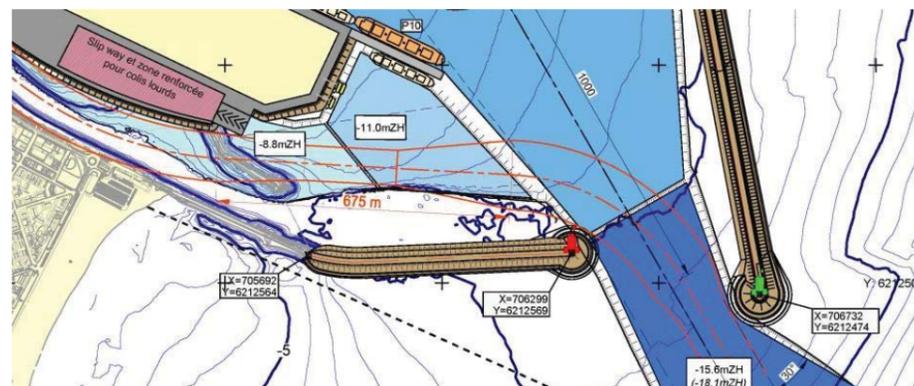


Figure 6 : chenal d'accès au port historique (extrait du plan EP-LAY-006)

La figure suivante présente en effet la superposition de la digue nord actuelle avec les trajectoires des sept essais dédiés au port historique. Sur ces sept tracés, les trajectoires, sont pour certaines très proches de l'extrémité nord du chenal, ce qui montre la nécessité de recéper la digue nord actuelle tel que prévu (c'est-à-dire sur un linéaire d'environ 250m).

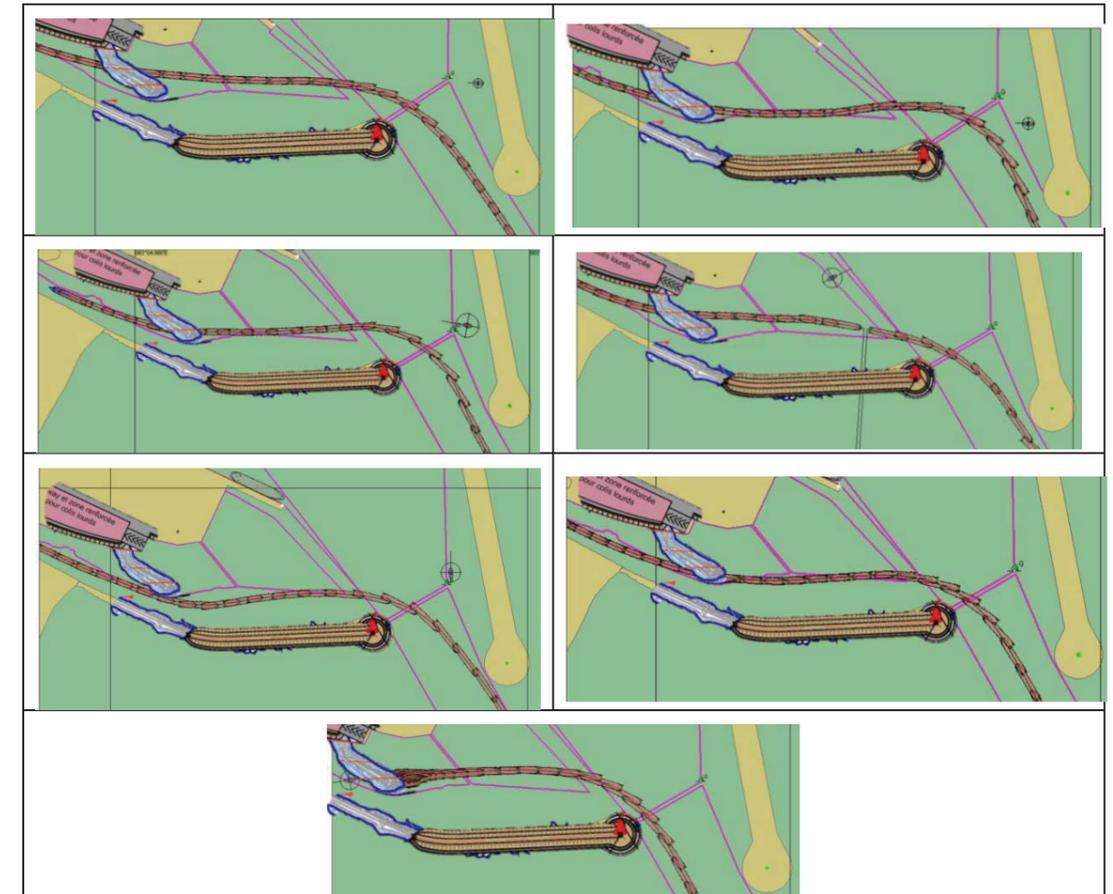


Figure 7 : superposition des trajectoires du navire pour les simulations dédiées au port historique avec l'implantation de la digue nord actuelle

3.7. REMORQUEURS

Les simulations ont montré la nécessité de prévoir la disponibilité de 3 remorqueurs pour effectuer en sécurité l'ensemble des manœuvres. En effet, même si des manœuvres ont pu être menées en mobilisant uniquement deux remorqueurs (un à l'avant et un à l'arrière), pour un certain nombre de manœuvres, un troisième remorqueur (traversier et à pousser) s'est avéré nécessaire.

Au sujet de la capacité des remorqueurs, une « bollard pull » de 40t semble bien adapté. Il n'est toutefois pas envisageable de réduire cette capacité. En effet, pour un certain nombre d'essais, les remorqueurs avant et arrière ont été utilisés à 75% de leur capacité, leur laissant juste la marge nécessaire pour agir ponctuellement à pleine capacité en cas d'urgence. Pour ce qui est du troisième remorqueur, il pourrait être de plus faible capacité (20t ou 30t typiquement), car il est surtout utilisé en pousseur pour finaliser l'accostage des navires.

Pour ce qui concerne le type de remorqueur l'un d'entre eux au moins devra être du type ASD, Voith ou tracteur azimuthal. En effet, il sera nécessaire de disposer d'au moins un remorqueur capable de prendre facilement une remorque, de travailler en mode indirect, possédant une très bonne manoeuvrabilité, et pouvant travailler en push-pull.

En outre, pour les manœuvres d'accostage pour les postes situés en fond de darse, il pourrait être utile que les deux remorqueurs de 40t puissent être utilisés en mode push-pull (deux remorqueurs de type ASD, Voith ou tracteur seraient alors nécessaires). Pour ces postes, cette alternative à la

mobilisation de trois remorqueurs (deux à tirer et un à pousser) permettrait une plus grande facilité de manœuvre.

Note : L'espace entre les postes P1, P2 et P3 paraît suffisant au vu des manœuvres effectuées ; par contre, le fond de la darse devra être précisé en phase AVP et il est probable que nous augmentions alors légèrement l'espace entre le fond de darse et le premier poste, en particulier pour faciliter les opérations des remorqueurs.

3.8. LIMITES POUR LES ENTREE/SORTIE EN TERMES DE CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES:

Au regard des différentes simulations effectuées et des modifications envisagées pour le chenal dragué en entrée de port (voir paragraphe ci-dessus), les limitations suivantes sont évaluées :

Conditions de Tramontane : les manœuvres d'entrée/sortie ainsi que d'accostage et de départ sont envisageables en sécurité jusqu'à des vents d'environ **30 nœuds**.

Conditions de vent marin : la passe d'entrée peut être franchie en présence de vagues de hauteur significative n'excédant pas **2m**, associées à des vents n'excédant pas **25 nœuds** et à des courants traversiers pouvant s'élever à **environ 0.5 (1 nœud)**. Les manœuvres aux postes (accostage et appareillage) peuvent en outre être réalisées sans difficultés particulières.

Ces conditions ont été estimées à partir d'un modèle développé sur simulateur. Elles seront affinées par le jugement des pilotes qui réaliseront les manœuvres dans l'extension du 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.

4. REFERENCES

DOCUMENTS DU PROJET EMIS PAR LE MAITRE D'ŒUVRE

- F [1]. Rapport relatif aux conditions océano-météorologiques sur site, référence 8713239-EP-R001
- F [2]. Etude d'agitation portuaire, référence 8713239-EP-AGT-R001

FIGURES

Figure 1.0

SIMULATIONS DE NAVIGATION



PLANS DE MASSE

8 713239 – Maitrise d'œuvre pour l'extension de Port-La Nouvelle – Mission EP - Janvier 2014

Figure 1.1

SIMULATIONS DE NAVIGATION

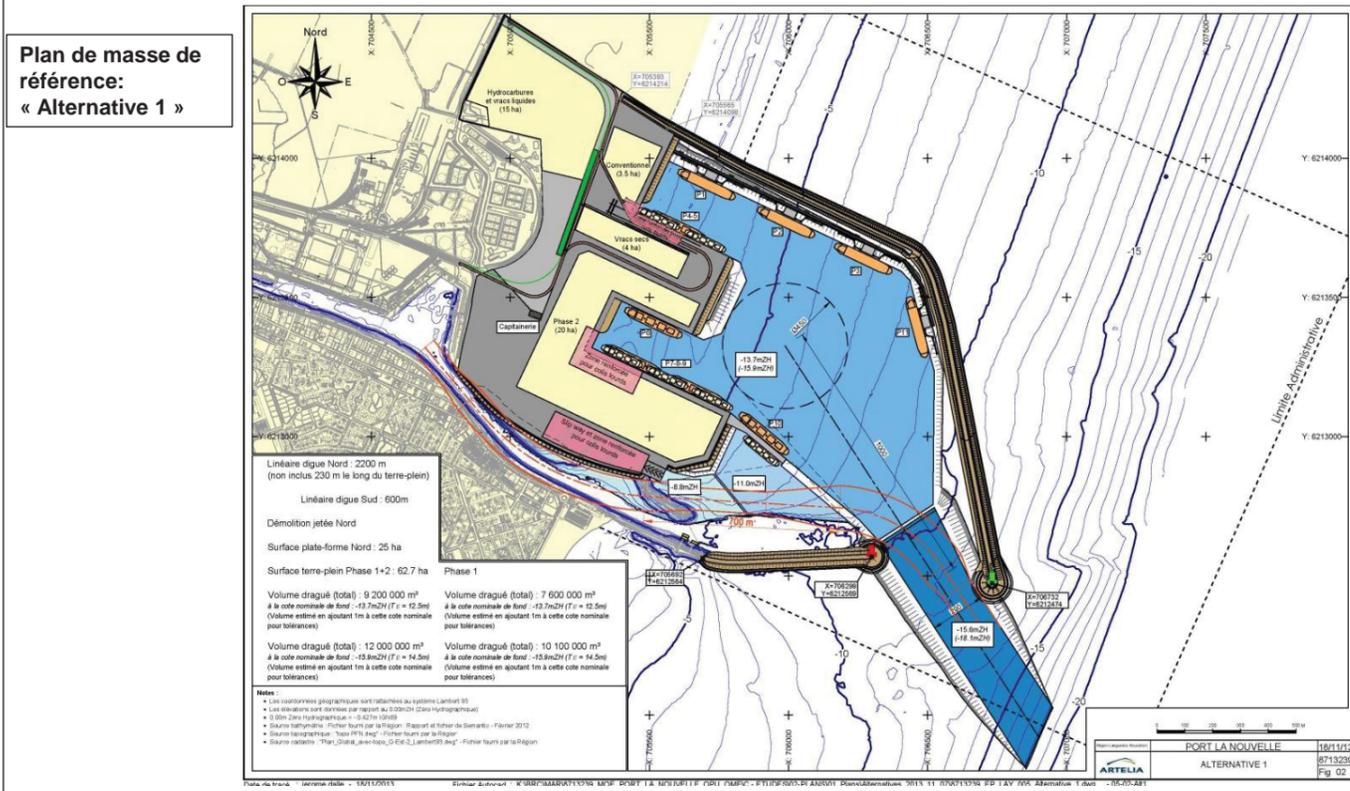


Figure 1.2

SIMULATIONS DE NAVIGATION

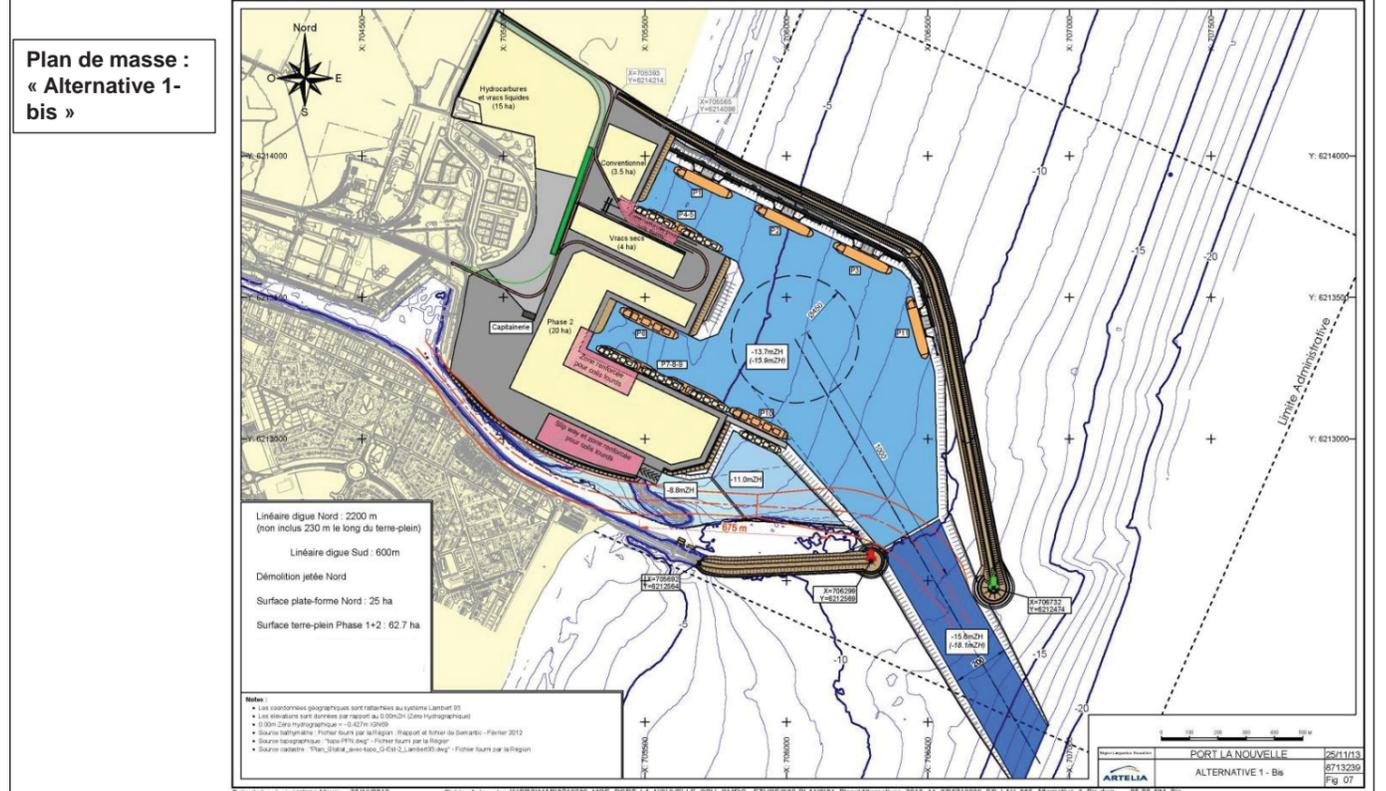


Figure 1.3

SIMULATIONS DE NAVIGATION

EMPRISE DES MODELES SIMFLEX

Figure 1.4

SIMULATIONS DE NAVIGATION

Alternative 1

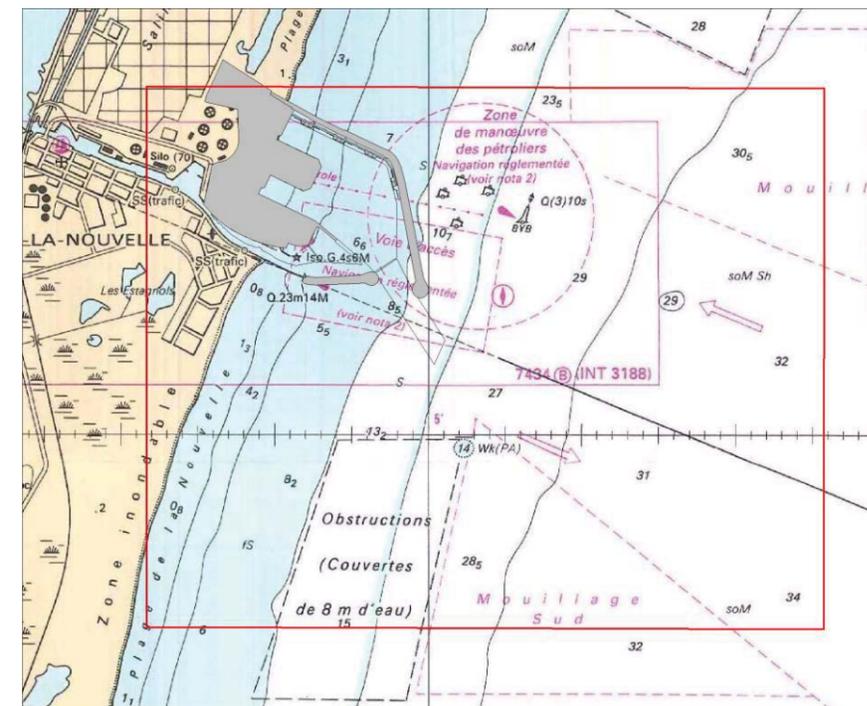


Figure 1.5

SIMULATIONS DE NAVIGATION

Alternative 1-bis

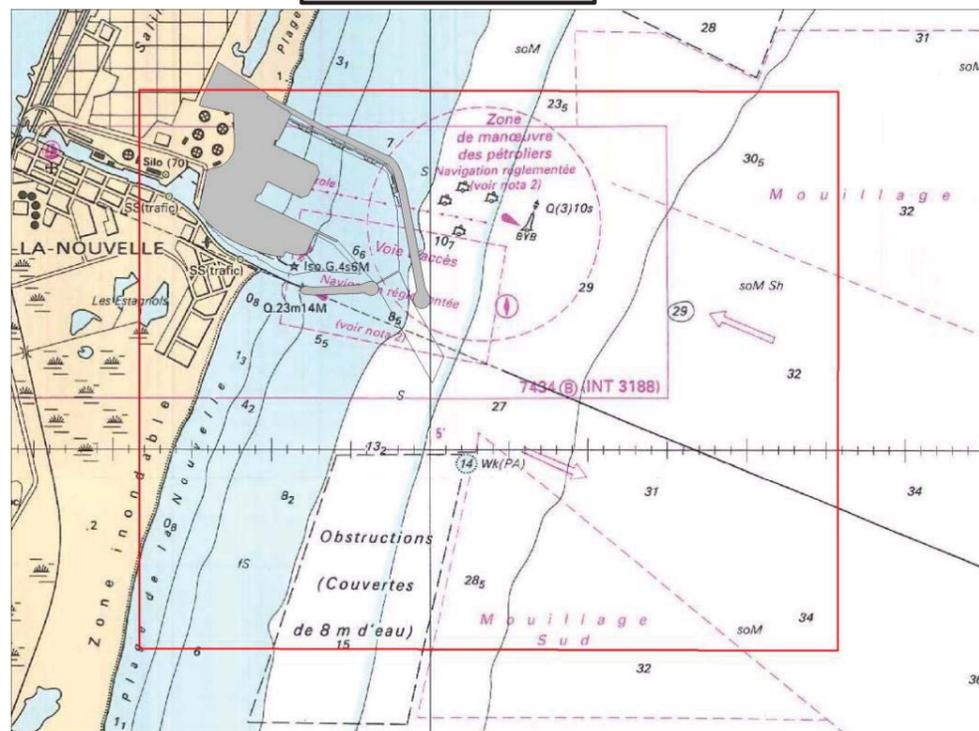


Figure 1.6

SIMULATIONS DE NAVIGATION

ETATS DE MER DEVANT LE PORT

Figure 1.7

SIMULATIONS DE NAVIGATION

Climat au point P15 (issu du modèle)

Fréquence de dépassement

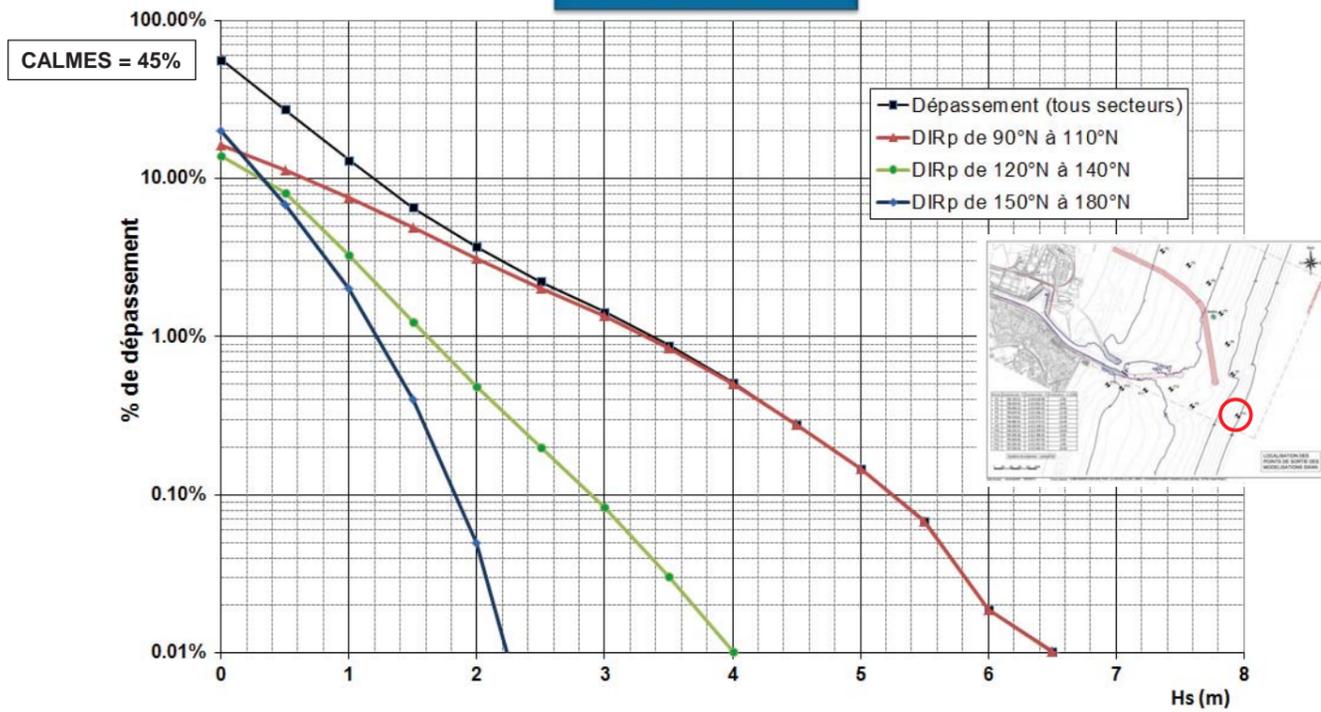
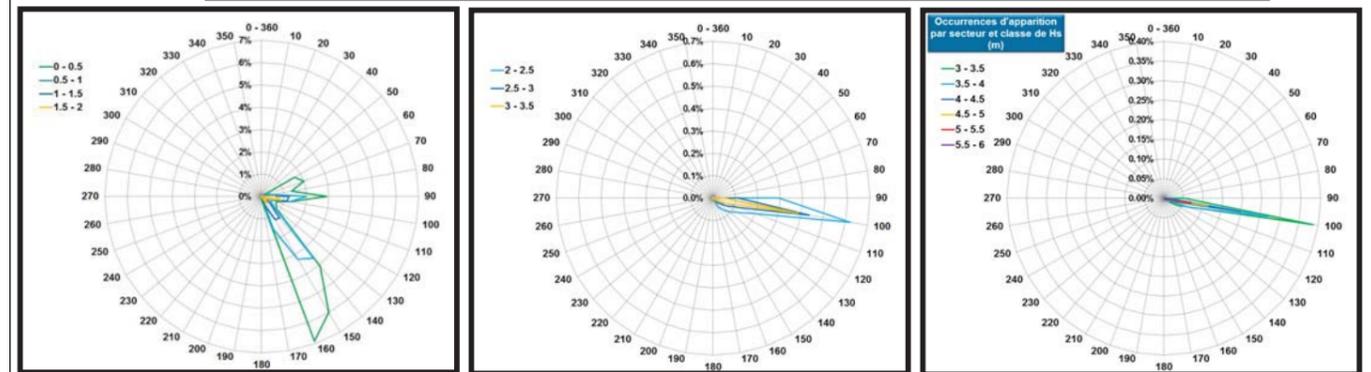


Figure 1.8

SIMULATIONS DE NAVIGATION

Occurrences d'apparition par secteur et classe de Hs (m) – issues du modèle



La direction indiquée est la direction pic (DIRp)

Figure 1.9

SIMULATIONS DE NAVIGATION

Point P15 : répartitions Hs/Dir et Hs/Tp (toutes directions) issues du modèle

Secteurs →	Directions moyennes des houles (degrés Nord)														Total	Classes de Hs (m) ↓	
	45°-55°	55°-65°	65°-75°	75°-85°	85°-95°	95°-105°	105°-115°	115°-125°	125°-135°	135°-145°	145°-155°	155°-165°	165°-175°	175°-185°			185°-195°
Hs (m) ↓	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190		
0 - 0.5		1.7%	2.0%	1.4%	2.9%	1.3%	0.7%	0.8%	0.9%	4.1%	6.0%	6.9%	0.3%	0.1%		29.0%	0 - 0.5
0.5 - 1		0.1%	0.3%	0.5%	2.0%	1.3%	0.5%	0.5%	0.8%	3.6%	3.2%	1.5%	0.0%			14.3%	0.5 - 1
1 - 1.5			0.0%	0.1%	1.2%	1.1%	0.3%	0.3%	0.5%	1.2%	1.2%	0.4%				6.5%	1 - 1.5
1.5 - 2			0.0%	0.0%	0.6%	0.9%	0.2%	0.2%	0.2%	0.4%	0.3%	0.1%				2.9%	1.5 - 2
2 - 2.5				0.0%	0.3%	0.6%	0.2%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%				1.5%	2 - 2.5
2.5 - 3					0.1%	0.4%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%				0.8%	2.5 - 3
3 - 3.5					0.1%	0.4%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%						0.6%	3 - 3.5
3.5 - 4					0.0%	0.3%	0.1%	0.0%	0.0%							0.4%	3.5 - 4
4 - 4.5					0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%							0.2%	4 - 4.5
4.5 - 5						0.1%	0.0%									0.1%	4.5 - 5
5 - 5.5						0.1%	0.0%									0.1%	5 - 5.5
5.5 - 6						0.0%	0.0%									0.0%	5.5 - 6
6 - 6.5						0.0%	0.0%									0.0%	6 - 6.5
6.5 - 7						0.0%	0.0%									0.0%	6.5 - 7
7 - 7.5						0.0%	0.0%									0.0%	7 - 7.5
7.5 - 8						0.0%	0.0%									0.0%	7.5 - 8
8 - 8.5																0.0%	8 - 8.5
Total		1.8%	2.3%	2.0%	7.2%	6.8%	2.3%	2.0%	2.6%	9.4%	10.8%	8.9%	0.3%	0.1%		56.4%	Total hors indéterminés et calmes
Nombre de données :	Direction considérée : Dir _p														43.6%	Calmes	
															100.0%	Total hors indéterminés	

Toutes Directions	Hs =>	0 - 0.5	0.5 - 1	1 - 1.5	1.5 - 2	2 - 2.5	2.5 - 3	3 - 3.5	3.5 - 4	4 - 4.5	4.5 - 5	5 - 5.5	5.5 - 6	6 - 6.5	6.5 - 7	7 - 7.5	7.5 - 8	8 - 8.5
Calmes	Calmes	43.6%																
0 - 1																		
1 - 2		0.4%																
2 - 3		7.3%	0.0%															
3 - 4		8.1%	1.8%	0.0%														
4 - 5		6.0%	3.3%	0.5%	0.0%													
5 - 6		4.8%	4.3%	2.3%	0.4%	0.0%												
6 - 7		1.3%	2.2%	1.1%	0.7%	0.2%	0.0%											
7 - 8		0.9%	2.3%	1.7%	1.1%	0.7%	0.3%	0.1%	0.0%									
8 - 9		0.1%	0.3%	0.5%	0.4%	0.3%	0.2%	0.3%	0.1%	0.0%								
9 - 10		0.1%	0.1%	0.2%	0.3%	0.2%	0.1%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%							
10 - 11		0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%						
11 - 12		0.0%	0.0%		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
12 - 13															0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
13 - 14																0.0%	0.0%	0.0%
14 - 15																		

Figure 1.10

SIMULATIONS DE NAVIGATION

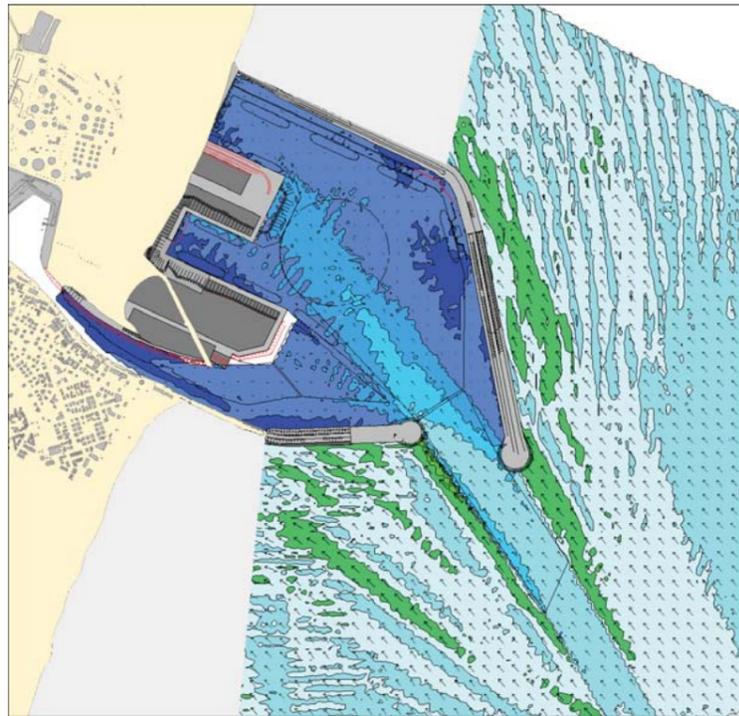
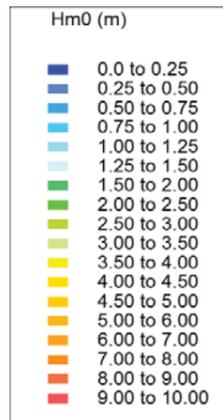
AGITATION

Figure 1.11

SIMULATIONS DE NAVIGATION

Dir=140° , Tp=9s, Hm0=1.30m

Epure de houles: temps de retour 2%



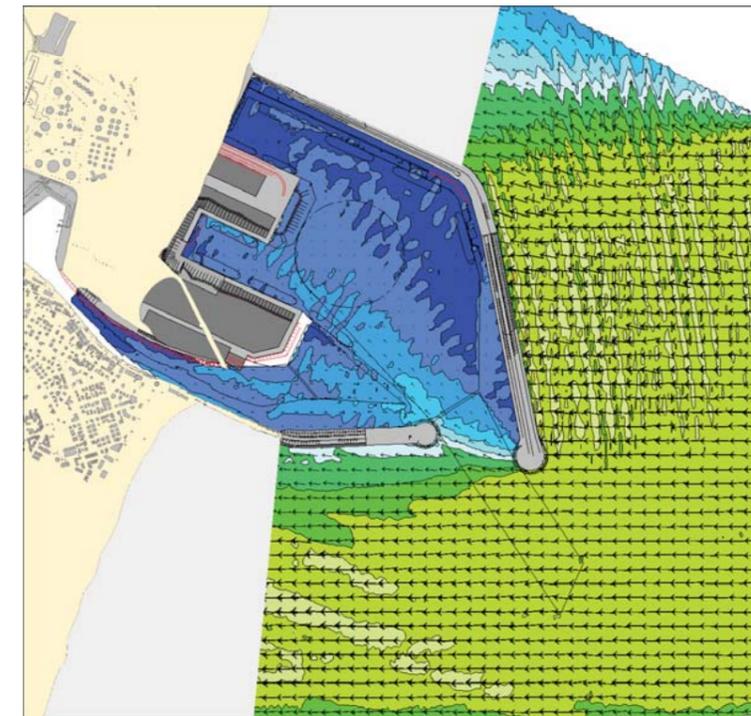
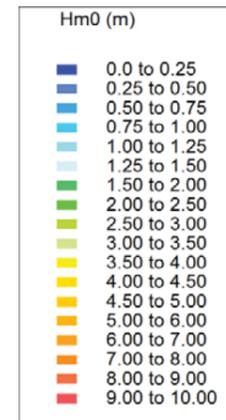
C1	0.58
P1	0.40
P2	0.36
P3	0.28
P4_5	0.32
P6	0.40
P7	0.20
P8	0.29
P10	0.46
P11	0.29

Figure 1.12

SIMULATIONS DE NAVIGATION

Dir=90° , Tp=11s, Hm0=2.70m

Epure de houles: temps de retour 2%



C1	0.35
P1	0.25
P2	0.21
P3	0.22
P4_5	0.20
P6	0.44
P7	0.28
P8	0.33
P10	0.51
P11	0.21

Figure 1.13

SIMULATIONS DE NAVIGATION

Dir=120° , Tp=10s, Hm0=2.0m

Epure de houles: Hm0=2m

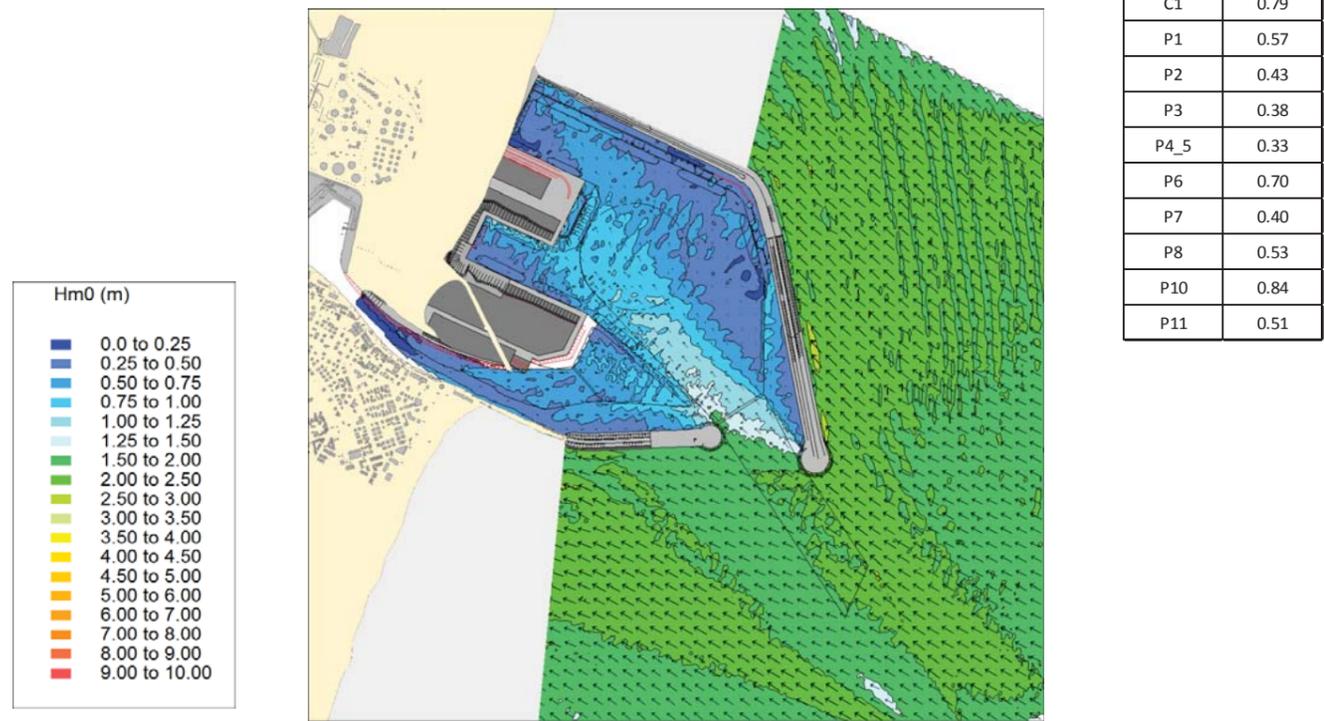


Figure 1.14

SIMULATIONS DE NAVIGATION



Figure 1.15

SIMULATIONS DE NAVIGATION

Fréquence de dépassements (mesures à la BFI de février 2013 à Août 2013)

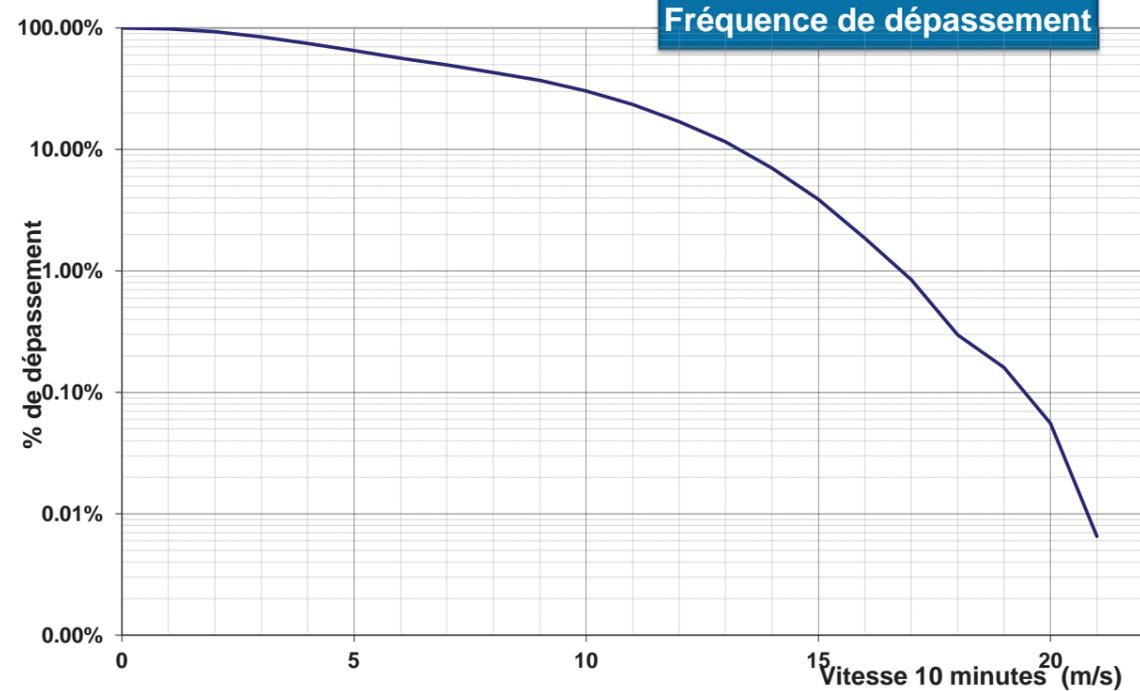


Figure 1.16

SIMULATIONS DE NAVIGATION

Dépassement par secteurs (mesures à la BFI de février 2013 à Août 2013)

Secteurs	Directions moyennes des vents (degrés Nord)																																			Total	
	0-360	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340		350
> 0	0.821%	0.944%	0.960%	1.089%	2.267%	2.062%	2.279%	2.069%	2.824%	3.310%	4.198%	4.677%	3.669%	2.018%	1.384%	1.192%	1.162%	1.300%	1.669%	1.739%	1.759%	1.248%	1.117%	0.940%	1.221%	1.143%	0.803%	0.813%	0.832%	0.819%	0.819%	0.847%	0.119%	2.605%	1.420%	1.113%	100.00%
> 1	0.87%	0.88%	0.90%	1.00%	2.20%	2.05%	2.28%	2.07%	2.70%	3.20%	4.14%	4.64%	3.64%	1.98%	1.35%	1.14%	1.14%	1.24%	1.63%	1.67%	1.68%	1.24%	1.11%	0.940%	1.221%	1.143%	0.803%	0.813%	0.832%	0.819%	0.819%	0.847%	0.119%	2.605%	1.420%	1.113%	
> 2	0.67%	0.69%	0.74%	1.00%	2.14%	1.87%	2.08%	1.81%	2.63%	3.14%	4.02%	4.50%	3.50%	1.83%	1.22%	1.03%	0.97%	1.14%	1.50%	1.54%	1.55%	1.10%	0.95%	0.82%	1.08%	1.00%	0.65%	0.62%	0.64%	0.64%	0.67%	0.08%	2.30%	1.21%	0.85%		
> 3	0.46%	0.45%	0.54%	1.34%	1.91%	1.62%	1.62%	1.54%	2.28%	2.87%	3.73%	4.18%	3.12%	1.57%	1.02%	0.89%	0.82%	1.01%	1.40%	1.38%	1.37%	0.74%	0.78%	0.68%	0.87%	0.74%	0.50%	0.48%	0.27%	0.27%	0.27%	0.27%	0.27%	0.27%	0.27%		
> 4	0.28%	0.27%	0.33%	1.11%	1.63%	1.38%	1.58%	1.23%	1.84%	2.49%	3.31%	4.70%	3.30%	1.24%	0.81%	0.69%	0.63%	0.78%	1.21%	1.13%	1.07%	0.54%	0.56%	0.44%	0.60%	0.48%	0.30%	0.28%	0.16%	0.16%	0.16%	0.16%	0.16%	0.16%			
> 5	0.16%	0.16%	0.24%	0.90%	1.30%	1.05%	1.19%	0.80%	1.48%	2.00%	2.87%	4.20%	2.90%	0.94%	0.60%	0.50%	0.46%	0.55%	0.88%	0.80%	0.76%	0.32%	0.32%	0.25%	0.32%	0.25%	0.15%	0.15%	0.08%	0.08%	0.08%	0.08%	0.08%	0.08%			
> 6	0.046%	0.046%	0.074%	0.28%	0.41%	0.34%	0.38%	0.26%	0.48%	0.67%	0.95%	1.37%	0.95%	0.32%	0.21%	0.18%	0.17%	0.21%	0.34%	0.32%	0.30%	0.12%	0.12%	0.08%	0.12%	0.08%	0.05%	0.05%	0.03%	0.03%	0.03%	0.03%	0.03%	0.03%			
> 7	0.023%	0.023%	0.035%	0.10%	0.14%	0.11%	0.12%	0.08%	0.14%	0.20%	0.28%	0.41%	0.28%	0.10%	0.06%	0.05%	0.05%	0.06%	0.09%	0.08%	0.07%	0.03%	0.03%	0.02%	0.03%	0.02%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%			
> 8	0.016%	0.016%	0.024%	0.06%	0.08%	0.06%	0.07%	0.05%	0.08%	0.12%	0.16%	0.23%	0.16%	0.06%	0.04%	0.03%	0.03%	0.04%	0.05%	0.04%	0.03%	0.01%	0.01%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%			
> 9	0.003%	0.003%	0.005%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%			
> 10	0.002%	0.002%	0.003%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%			
> 11	0.001%	0.001%	0.001%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%			
> 12	0.000%	0.000%	0.000%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%			
> 13	0.000%	0.000%	0.000%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%			
> 14	0.000%	0.000%	0.000%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%			
> 15	0.000%	0.000%	0.000%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%			
> 16	0.000%	0.000%	0.000%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%			
> 17	0.000%	0.000%	0.000%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%			
> 18	0.000%	0.000%	0.000%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%			
> 19	0.000%	0.000%	0.000%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%			
> 20	0.000%	0.000%	0.000%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%			
> 21	0.000%	0.000%	0.000%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%			
> 22	0.000%	0.000%	0.000%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%			

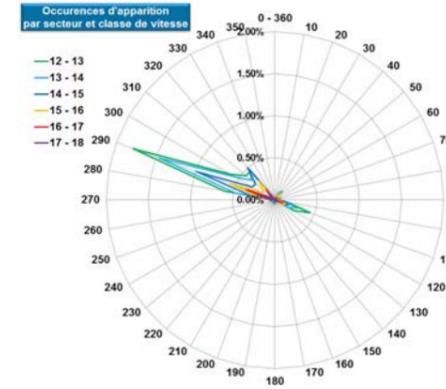
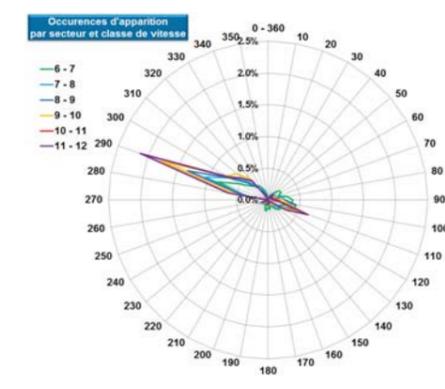


Figure 1.17

SIMULATIONS DE NAVIGATION

COURANTS

Figure 1.18

SIMULATIONS DE NAVIGATION

Condition C1: courant en présence de tramontane – courant modéré portant vers le sud-ouest devant la passe

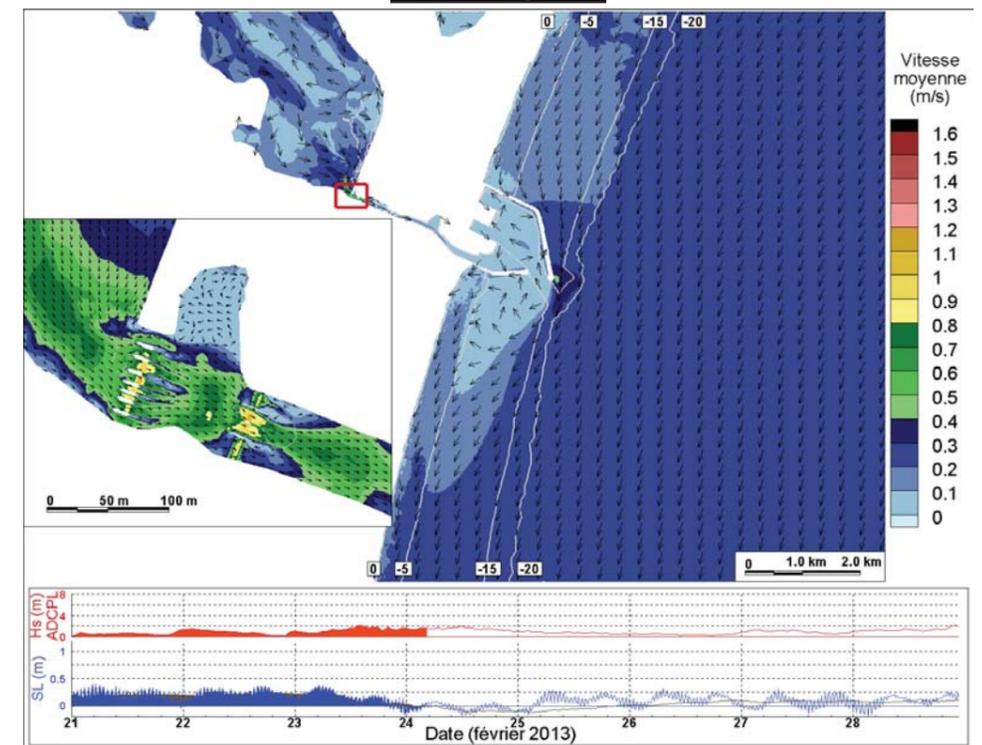


Figure 1.19

SIMULATIONS DE NAVIGATION

Condition C2: conditions de marin (houle de secteur sud-est) – courant fort portant vers l'Est devant la passe

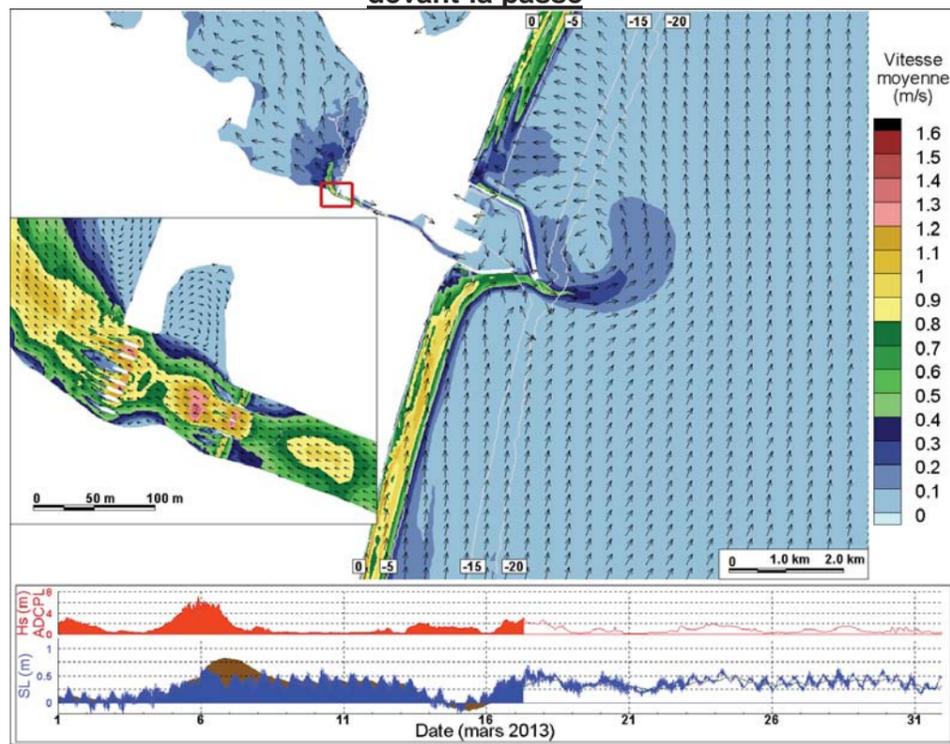


Figure 1.20

SIMULATIONS DE NAVIGATION

Condition C3: conditions de marin (houle de secteur sud-est) – courant modéré portant à l'Est devant la passe

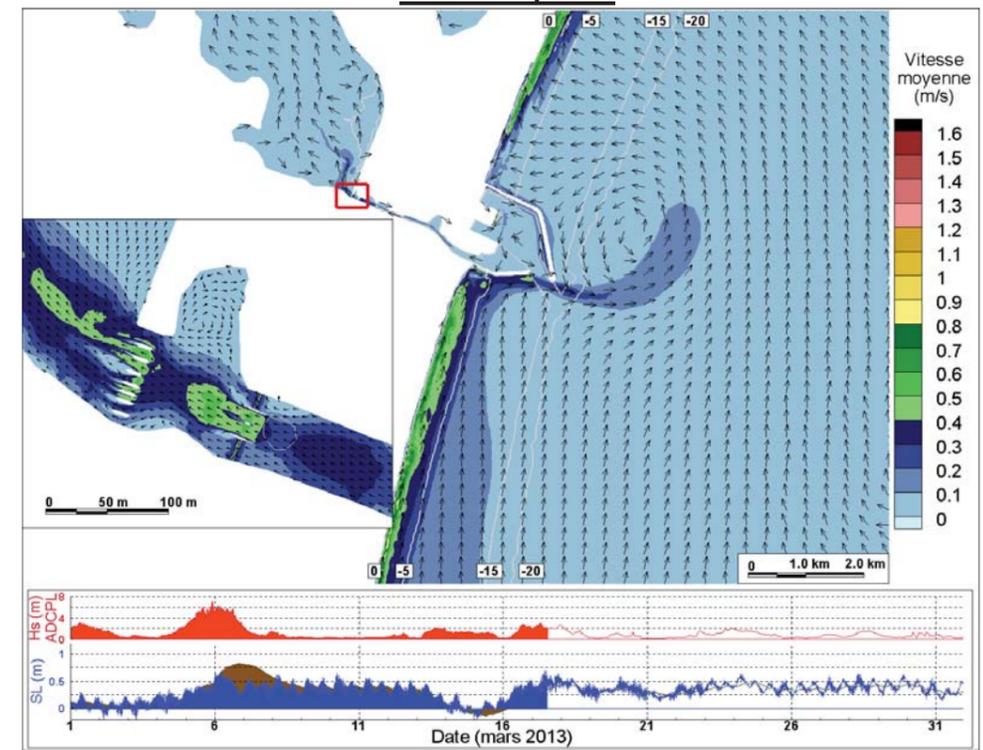
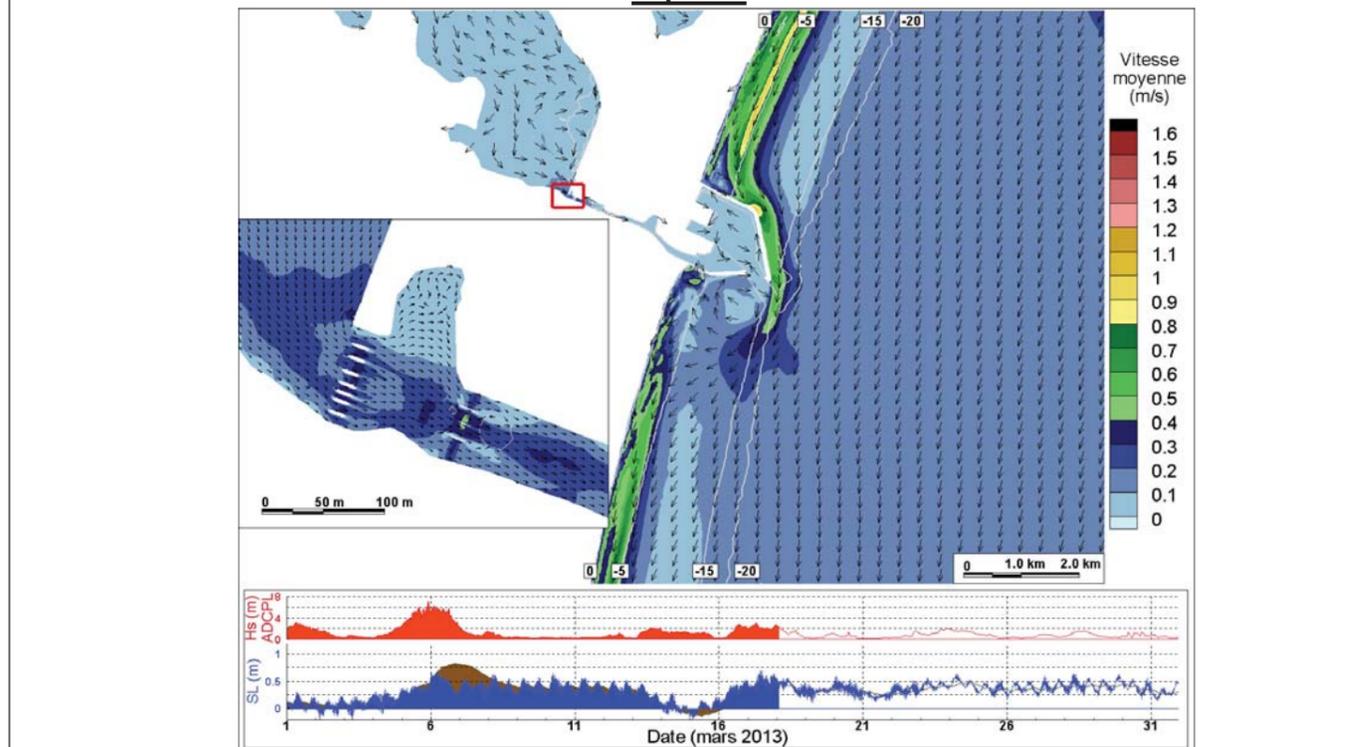


Figure 1.21

SIMULATIONS DE NAVIGATION

Condition C4: conditions de marin (houle de secteur Est) – courant fort portant au sud-ouest devant la passe



8 713239 – Maîtrise d'œuvre pour l'extension de Port-La Nouvelle – Mission EP - Janvier 2014

SIMULATIONS DE NAVIGATION

DETAILS DES DONNEES ENREGISTREES DURANT LES SIMULATIONS

8 71 3239 – Maîtrise d'Œuvre pour l'agrandissement du port de Port-La Nouvelle – Etudes préliminaires – CBU/LGR – Décembre 2013

Figure 2.1a

Essai 1 – Vue en plan de la trajectoire

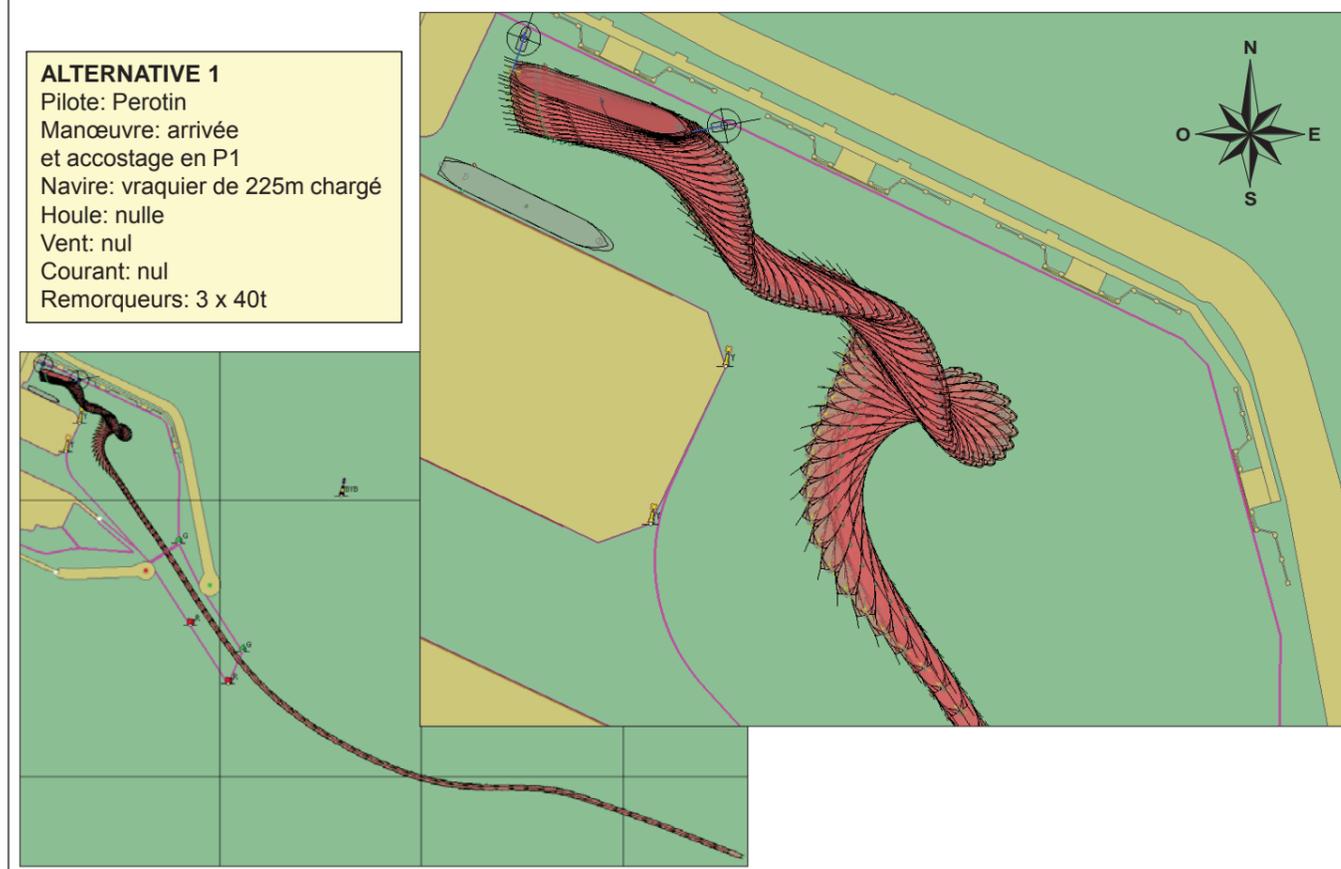


Figure 2.1b

Essai 1 – Commentaires du pilote

Prise en main du modèle.

Approche à 6 nœuds « navire lourd », la présence de l'alignement permet de s'axer en embouquant le chenal.

L'absence de houle permet de crocher les remorqueurs avant et arrière à l'extérieur de la passe.

Le franchissement de la passe à 5 nœuds permet de ralentir le navire sans utilisation des remorqueurs et ici d'arriver dans le cercle d'évitage à 1,8 nœuds. Dans ce cas l'évitage du navire peut se faire avec le remorqueur arrière 50% (20T).

La remontée en marche arrière vers le poste 1 se fait à l'aide des deux remorqueurs, pour l'accostage un troisième remorqueur à pousser sera utile, les deux remorqueurs (40T) avant et arrière permettant de contrôler la vitesse d'accostage.

Figure 2.1c

Essai 1 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

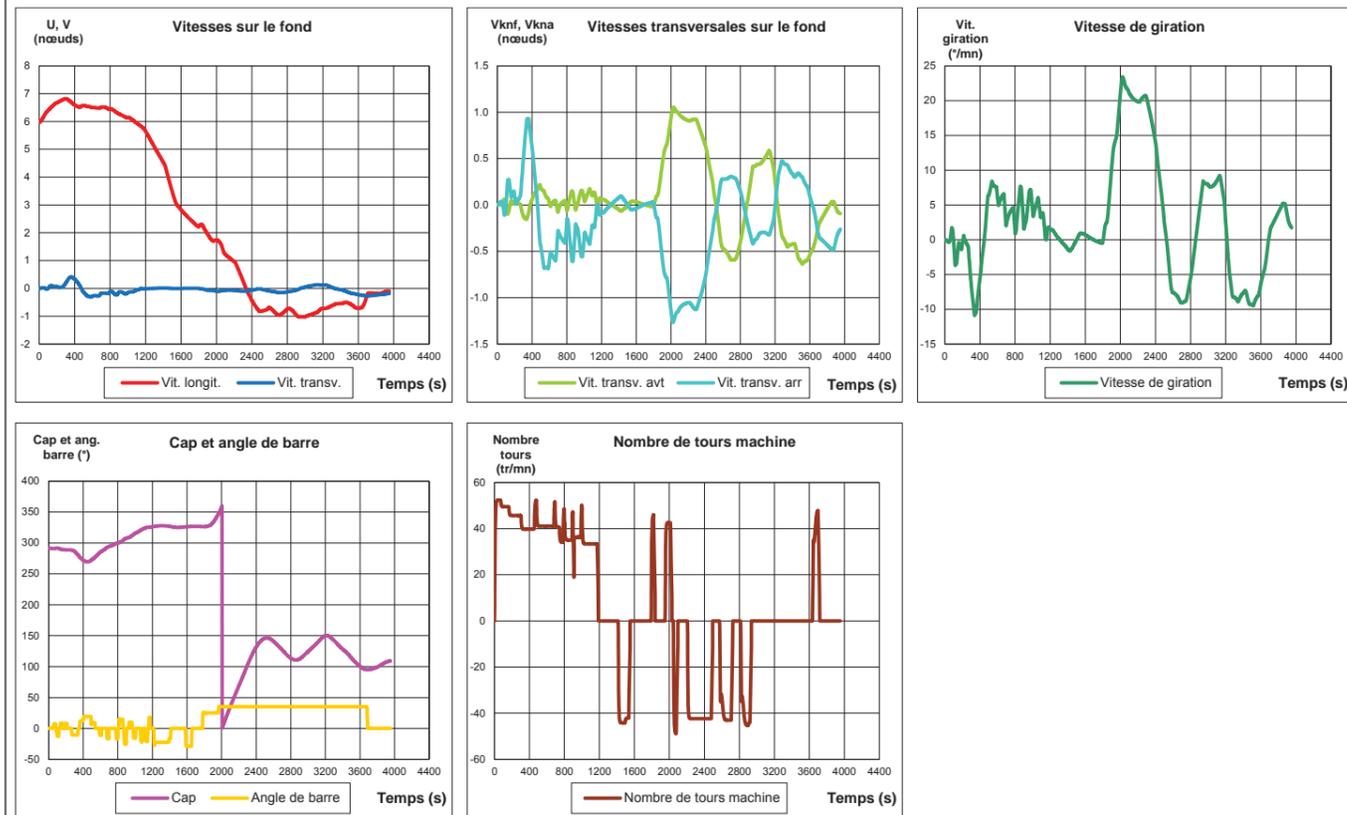


Figure 2.1d

Essai 1 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

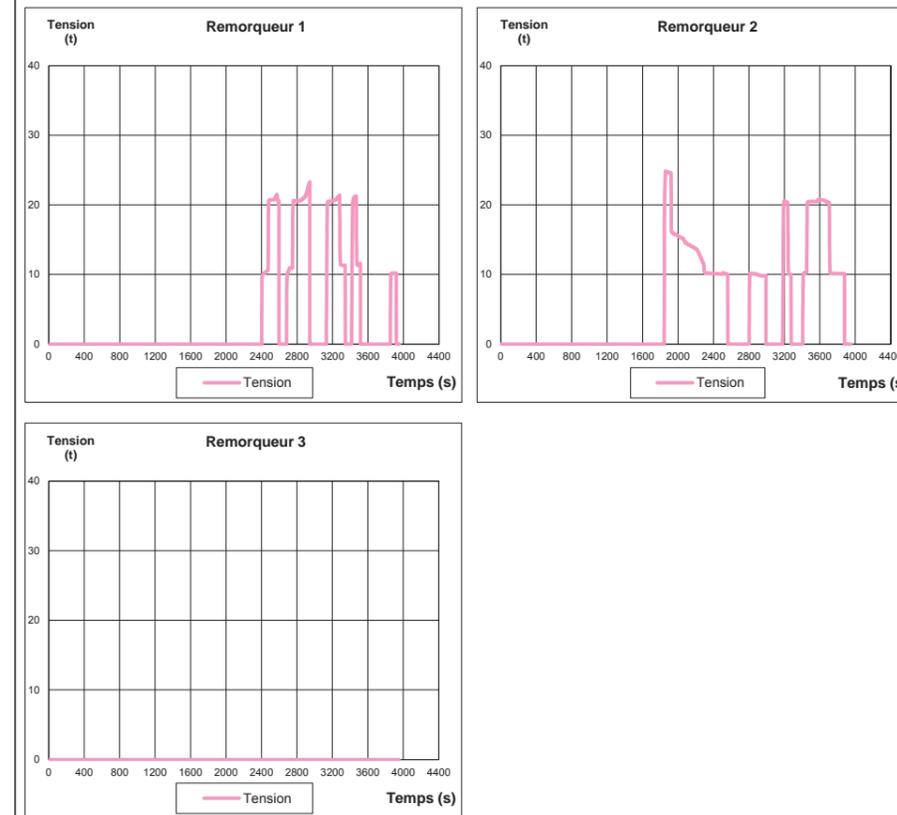


Figure 2.1e

Essai 1 – Vue du modèle 3D pendant la simulation

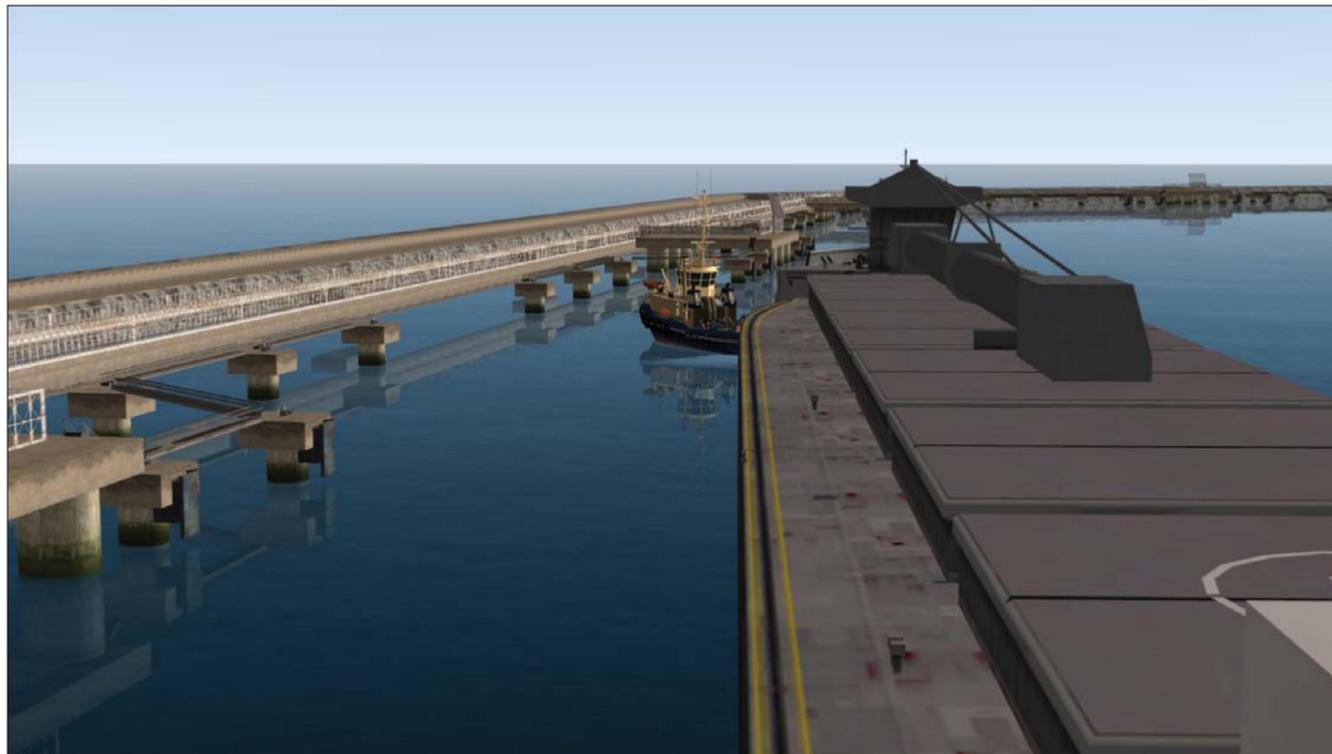


Figure 2.2a

Essai 2 – Vue en plan de la trajectoire

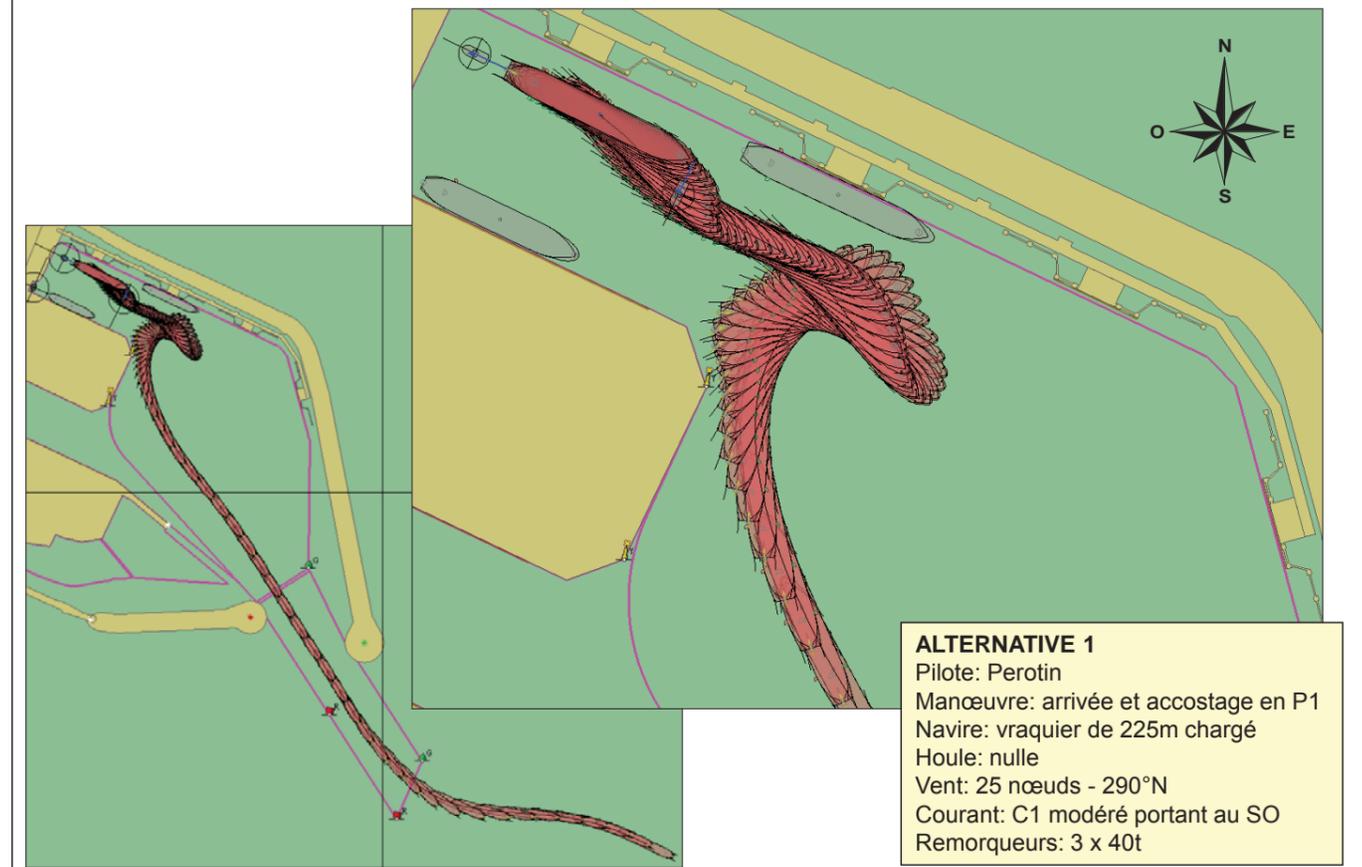


Figure 2.2b

Approche à 6 nœuds.

Croché les remorqueurs avant et arrière à l'extérieur de la passe (pas de houle).

Une fois la passe franchie dès que l'on réduit l'allure le navire lofe (réaction normale), la présence de l'alignement est précieuse et permet de déceler la tendance du navire à lofer.

Si on tente de tenir le navire avec la barre et la machine, on conserve de la vitesse et il est alors difficile, comme ici, de stopper le navire avec la machine et les remorqueurs (vitesse < 6 nœuds nécessaire).

Après l'évitage, la remontée en arrière vers le poste 1 à l'aide des remorqueurs (jusqu'à 75% du bollard pull, 30T) bien que nécessitant une grande attention (présence de navires au P1 et P5) ne pose pas de problème particulier.

Figure 2.2c

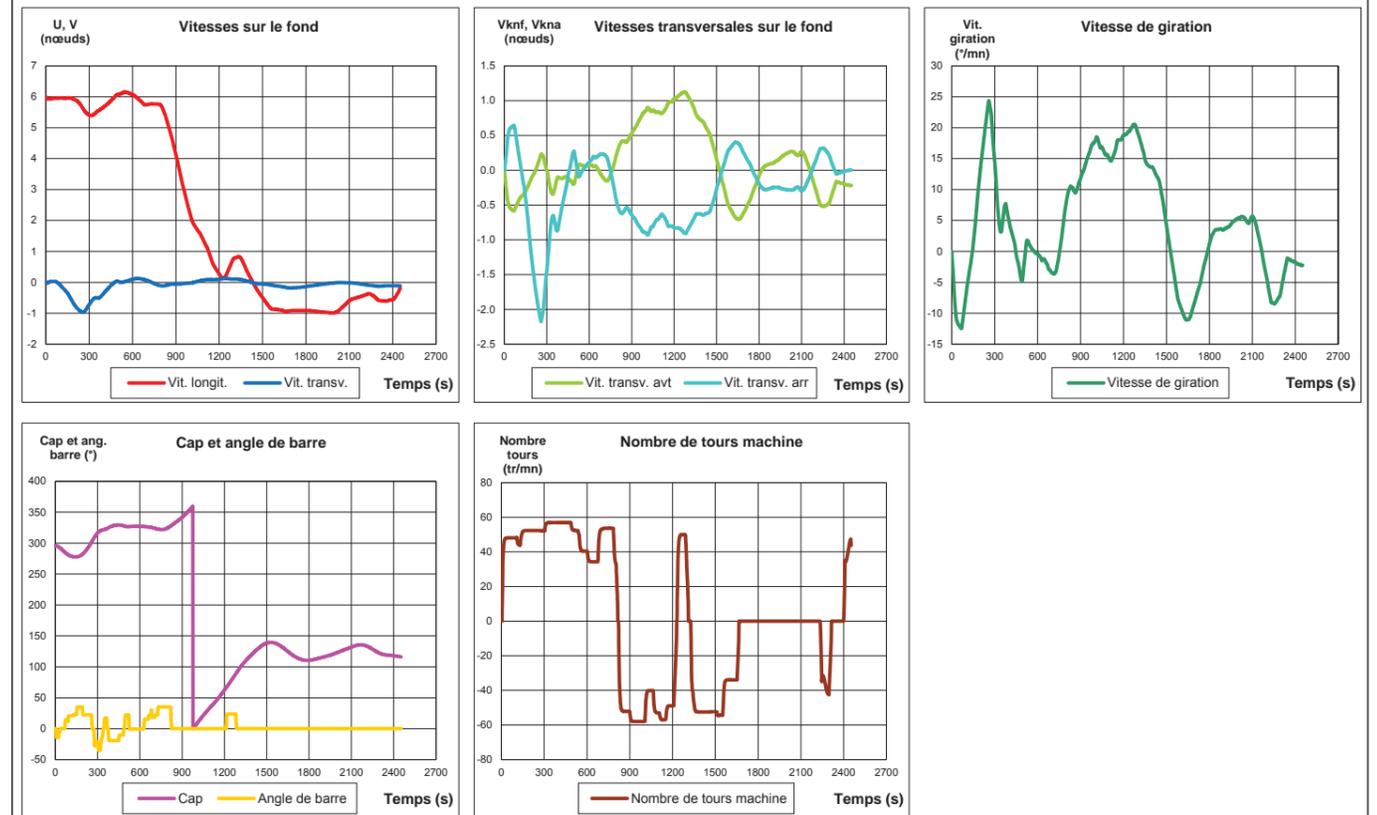


Figure 2.2d

Essai 2 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

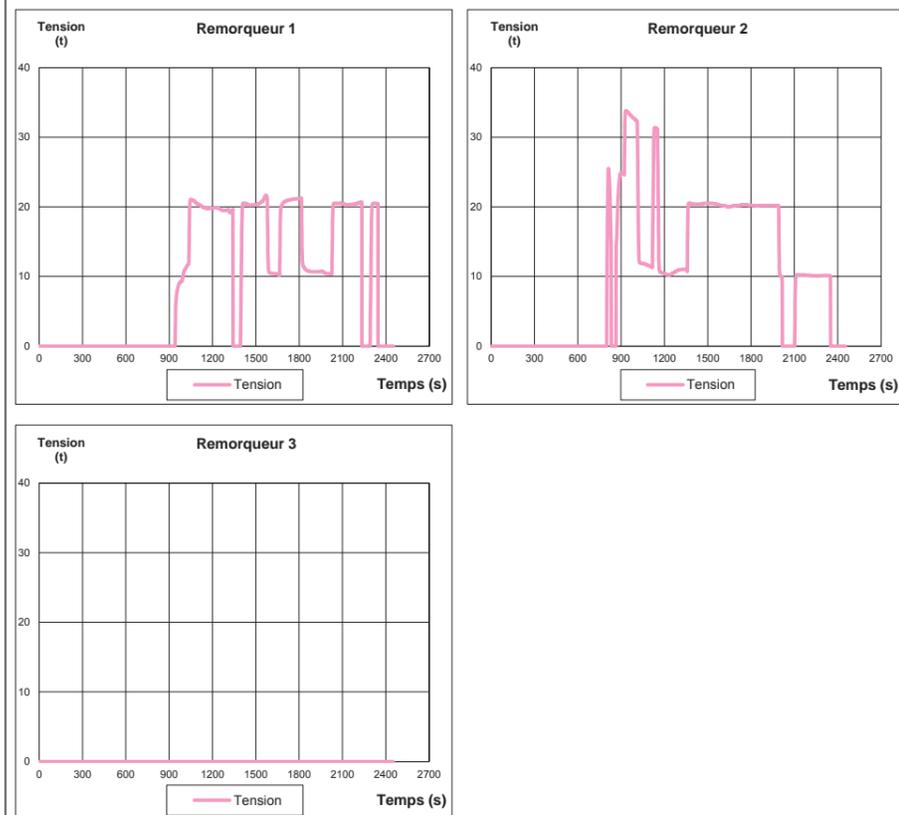


Figure 2.2e

Essai 2 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.3a

Essai 3 – Vue en plan de la trajectoire

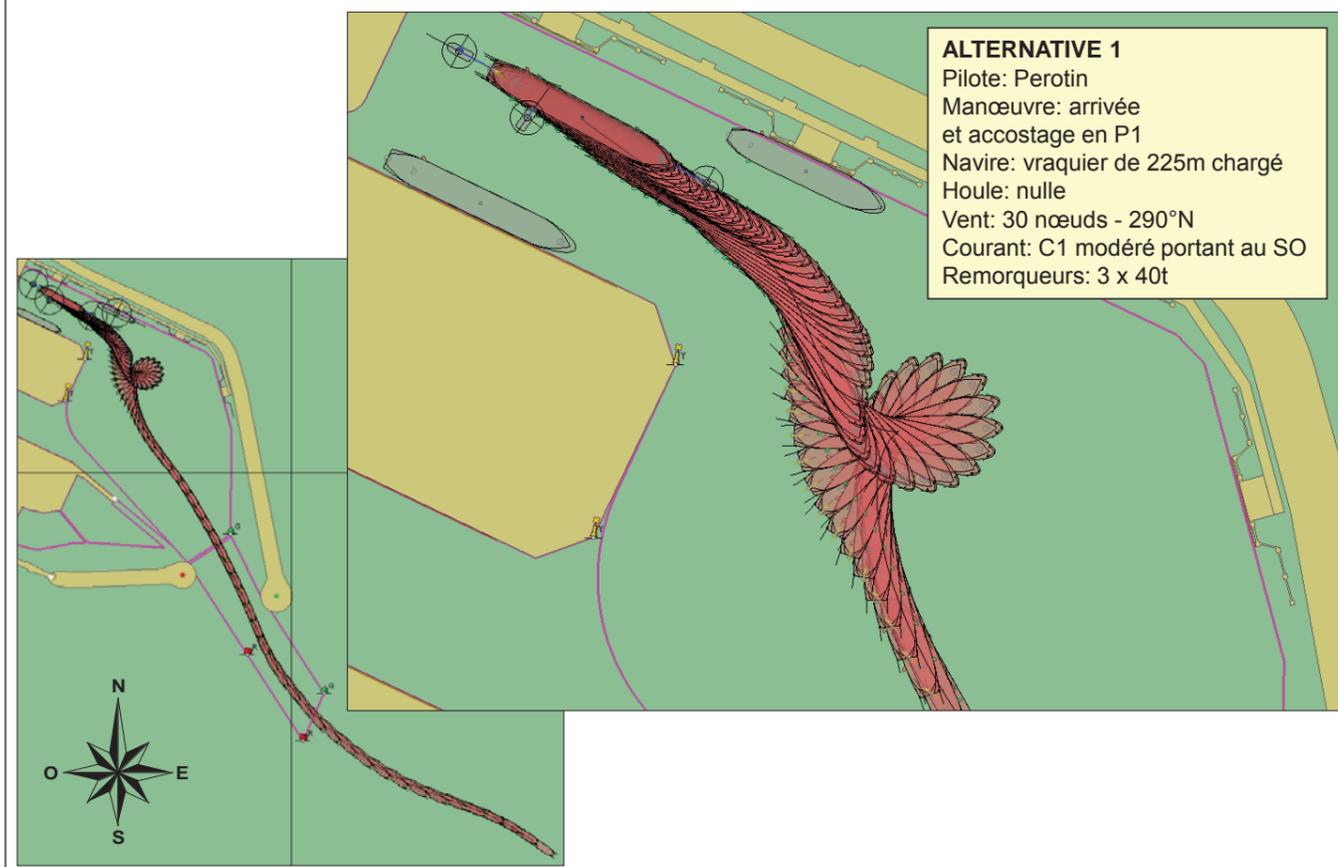


Figure 2.3b

Essai 3 – Commentaires du pilote

Même approche que l'essai n°2.

Le franchissement de la passe légèrement décalé dans l'est de l'alignement permet d'anticiper le départ au lof lors du ralentissement.

Le travail du remorqueur arrière sur l'arrière bâbord ralentit le navire et contre son départ au lof.

En fin d'évitage on peut axer le navire pour effectuer le passage en arrière entre un navire au poste 2 et un navire au poste 5. La largeur de la darse semble bien adaptée.

Pour l'accostage on utilisera un remorqueur à pousser et les remorqueurs avant et arrière pour contrôler la vitesse d'accostage du navire.

Figure 2.3c

Essai 3 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

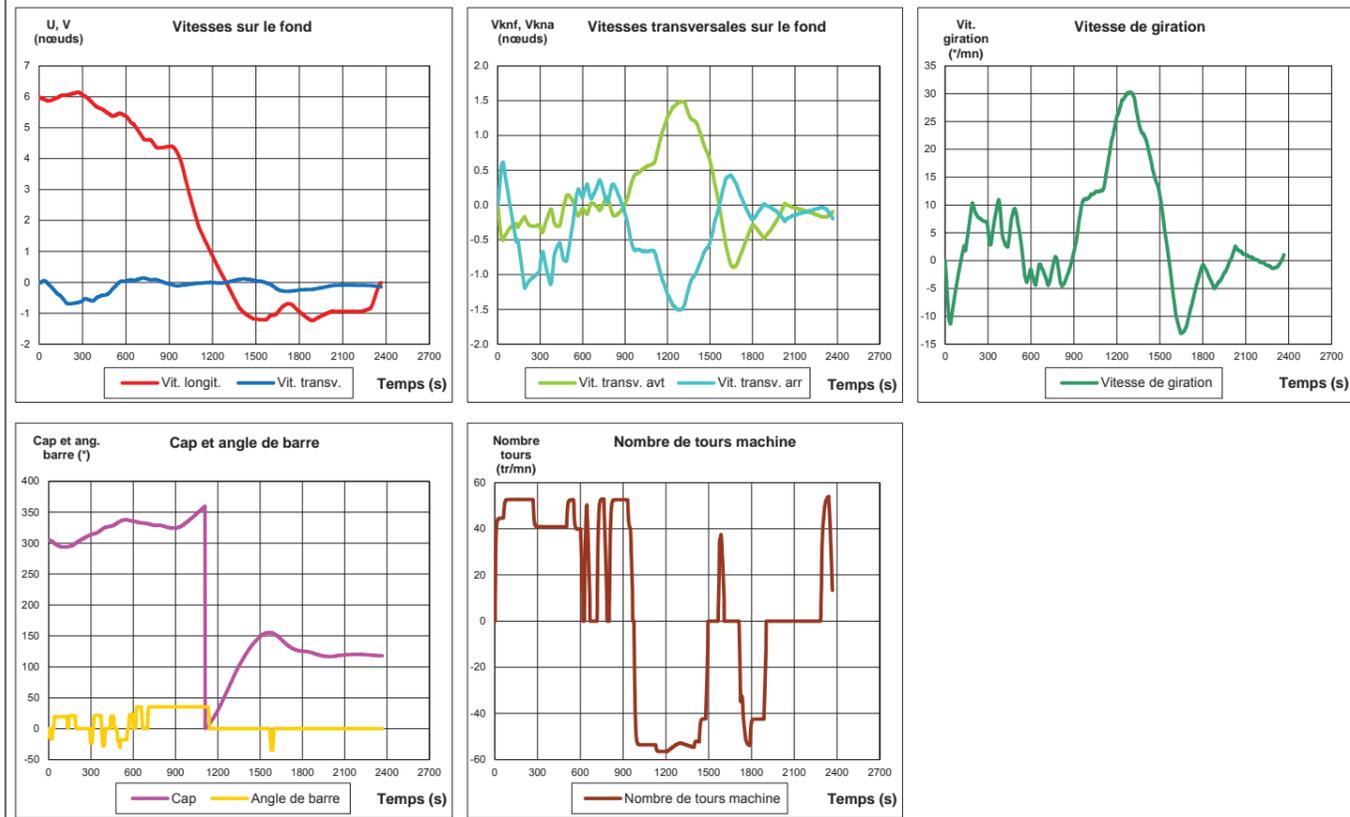


Figure 2.3d

Essai 3 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

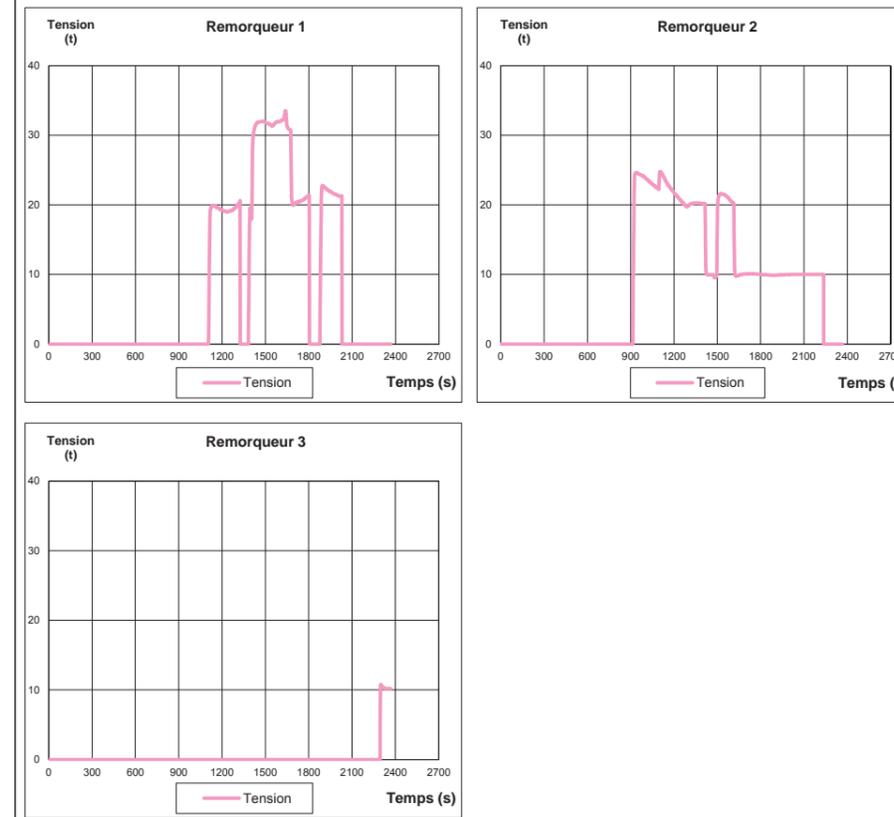


Figure 2.4a

Essai 4 – Vue en plan de la trajectoire

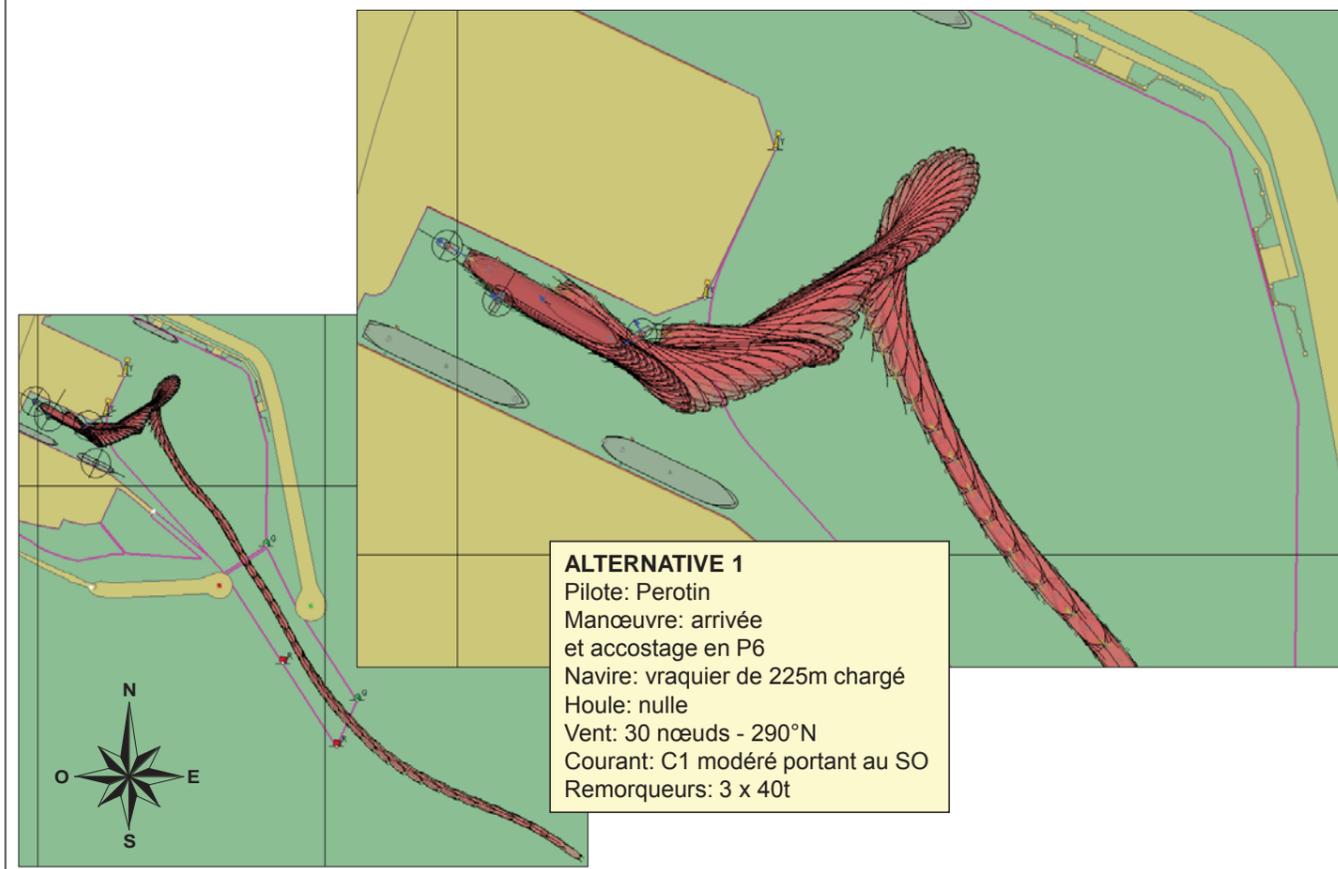


Figure 2.4b

Essai 4 – Commentaires du pilote

Même approche et même entrée que l'essai n°3.

Après l'évitage les deux remorqueurs (40T) à 75% permettent de contrôler la dérive, puis l'arrière du navire qui tend à monter dans le vent. Présence de navires aux postes 7-8-9.

Pour l'accostage on utilisera un remorqueur à pousser et les remorqueurs avant et arrière pour contrôler la vitesse d'accostage et longitudinale du navire.

Figure 2.4c

Essai 4 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

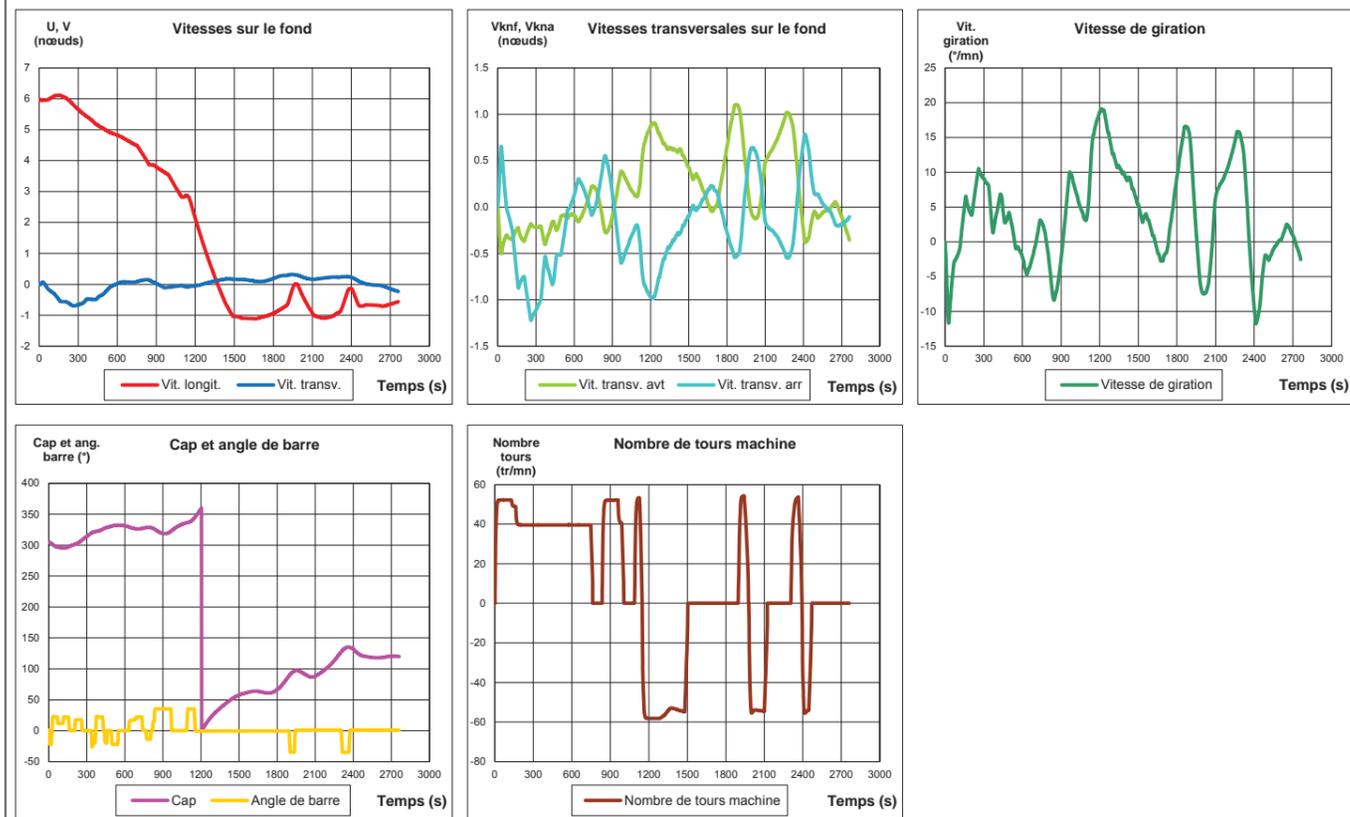


Figure 2.4d

Essai 4 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

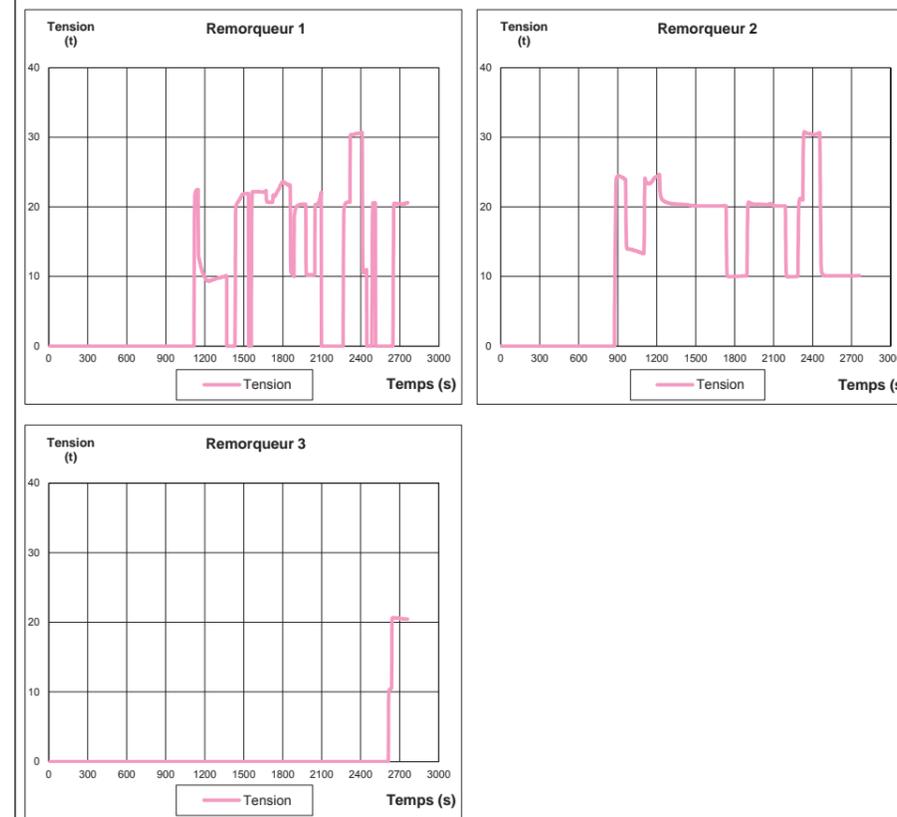


Figure 2.4e

Essai 4 – Vue du modèle 3D pendant la simulation

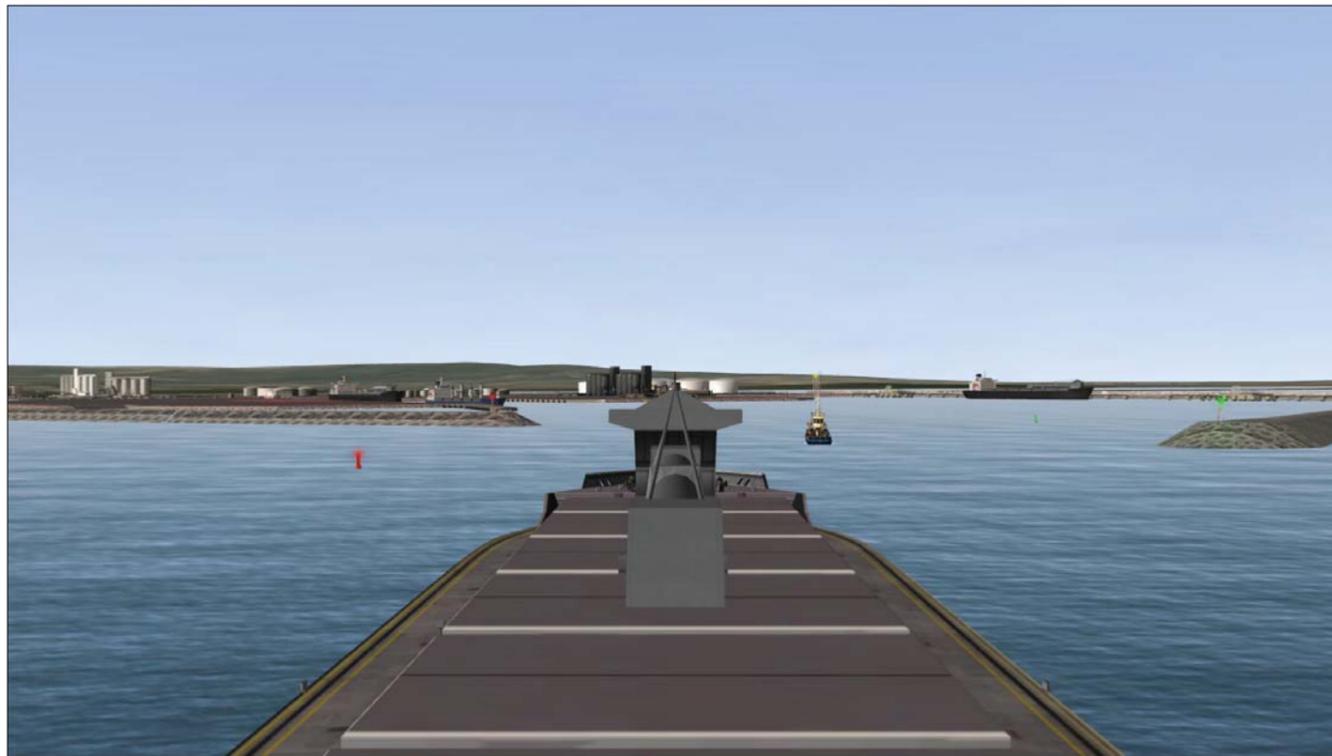


Figure 2.5a

Essai 5 – Vue en plan de la trajectoire

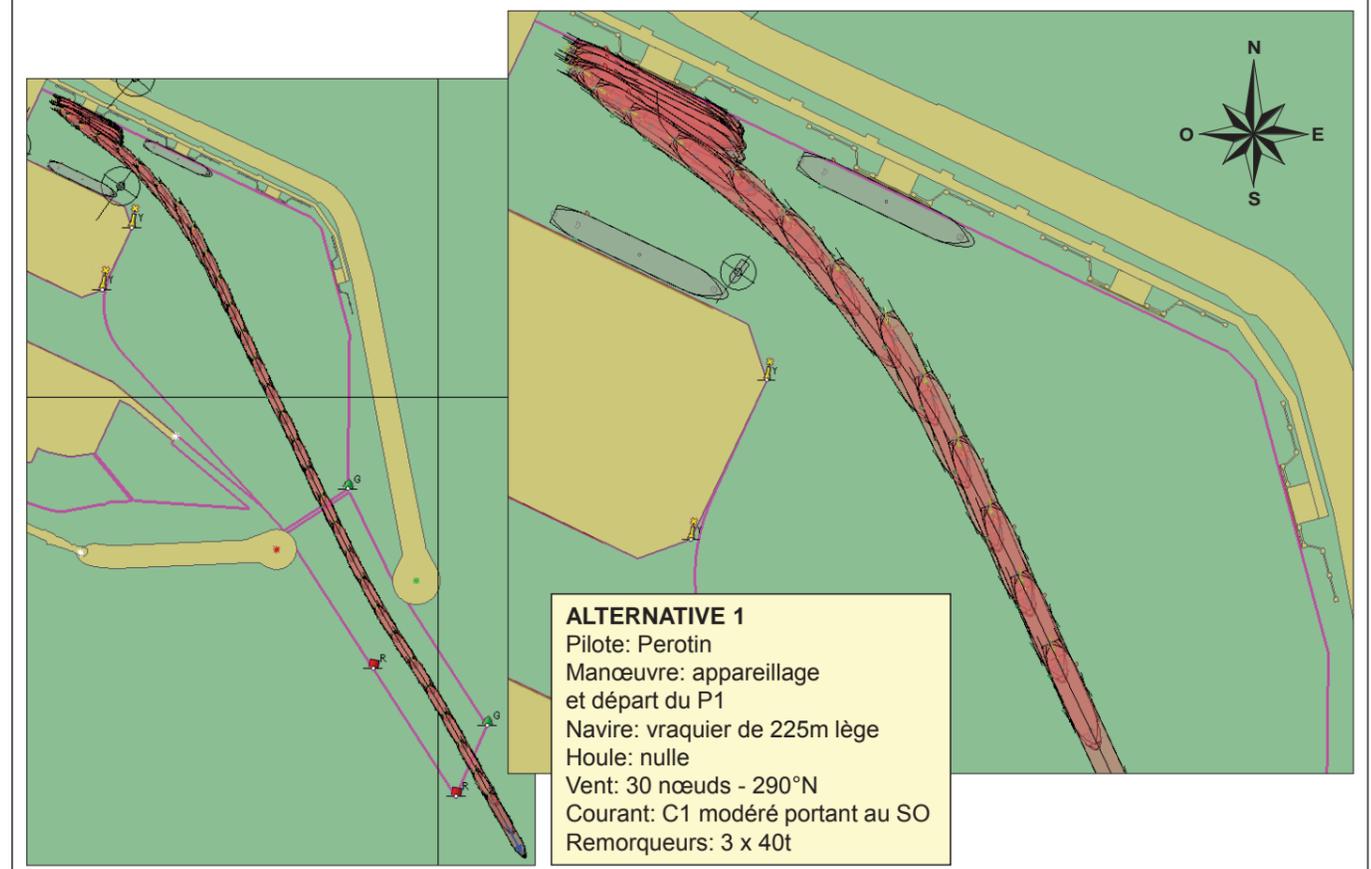


Figure 2.5b

Les deux remorqueurs (40T) crochés à l'avant et à l'arrière, permettent de décoster le navire en évitant de prendre de l'erre en avant.

Une fois décoisté, lorsque le navire prend de l'erre en avant, le remorqueur arrière en tension évite que l'arrière du navire ne s'approche trop du navire amarré au poste 2.

La largeur de la darse semble adaptée, et permet de décoster un peu plus le navire que cela n'a été fait ici, afin de passer en sécurité entre les navires au P2 et P5.

Le chenalage jusqu'à la passe ne présente pas de difficulté particulière.

Figure 2.5c

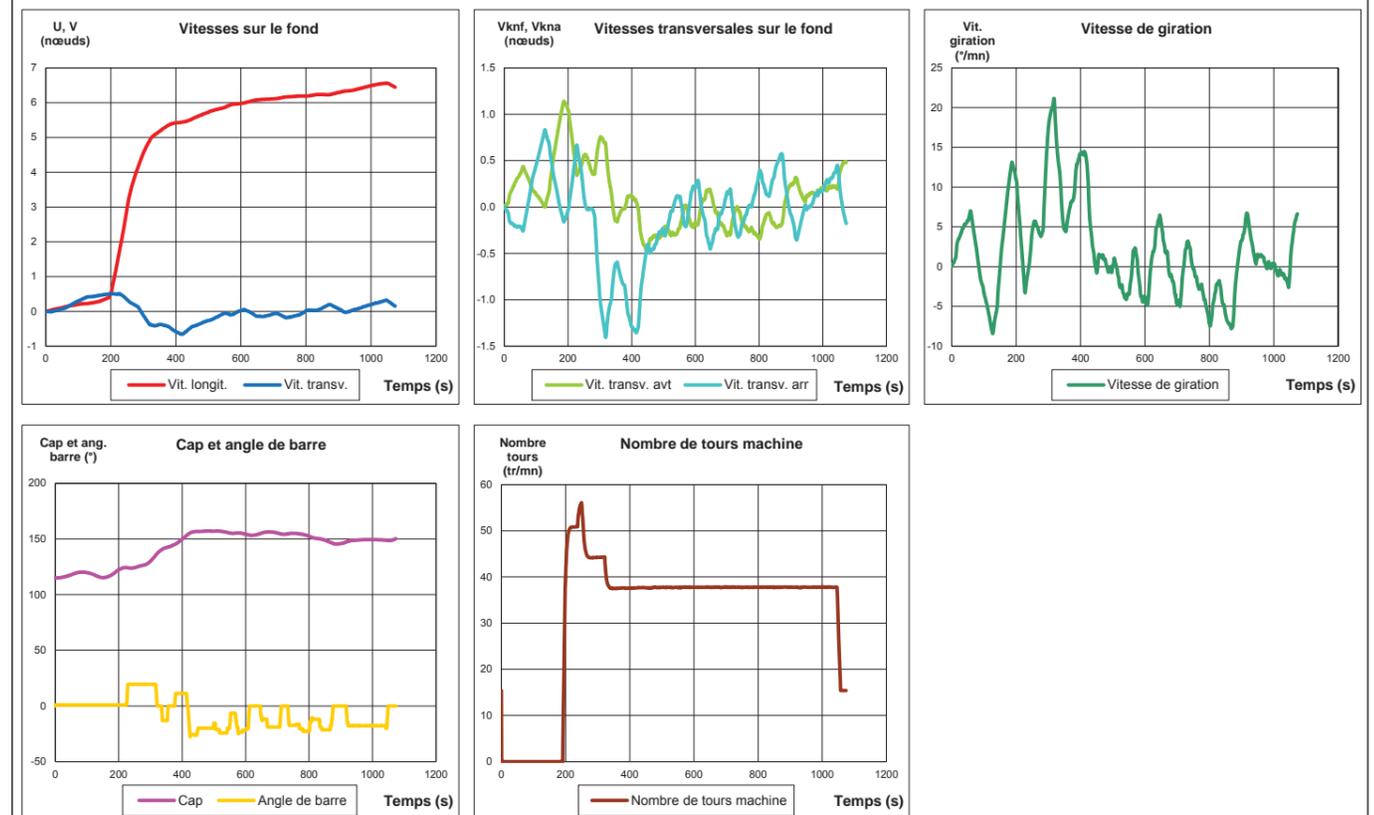


Figure 2.5d

Essai 5 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

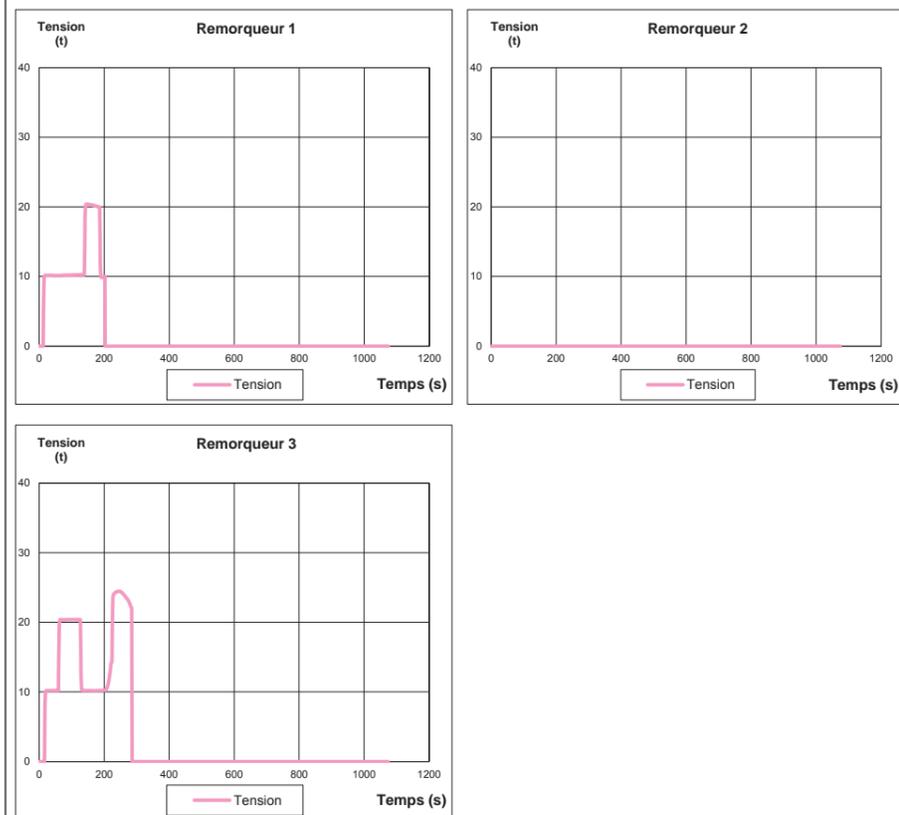


Figure 2.5e

Essai 5 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.6a

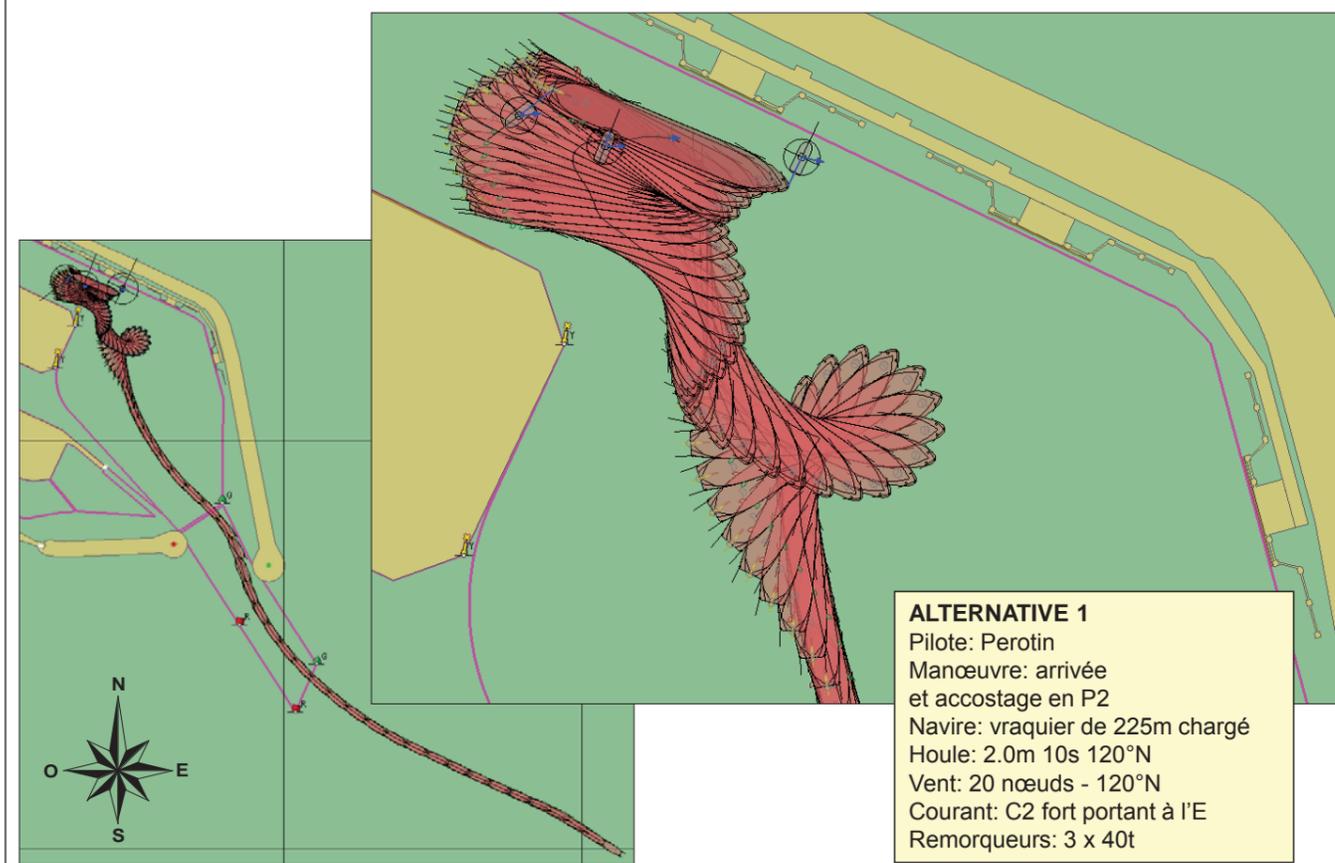


Figure 2.6b

Approche à 6 nœuds dans l'axe du chenal.

A l'approche de la passe, le courant traversier portant vers l'est, provoque une embardée sur tribord puis sur bâbord difficile à contrôler, qui par ailleurs ne permet pas de ralentir. Franchissement ici de la passe à 7 nœuds.

La présence de houle ne permettant pas de crocher les remorqueurs à l'extérieur en toute sécurité, on a pris le parti de les crocher à l'intérieur.

En faisant travailler le remorqueur AR dès que possible (vitesse < 6 nœuds) on peut stopper le navire.

L'accostage au P2 après l'évitage ne pose pas de problème particulier.

Figure 2.6c

Essai 6 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

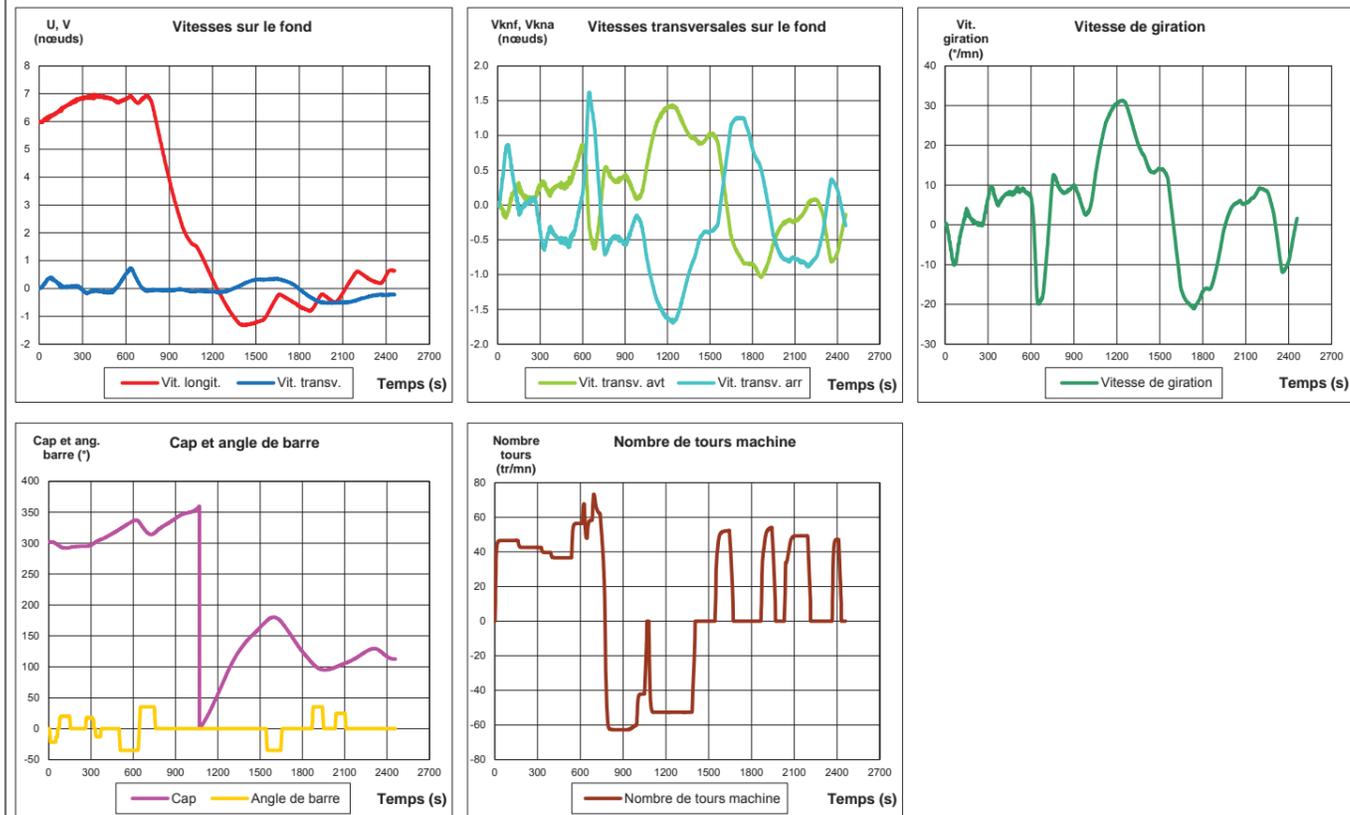


Figure 2.6d

Essai 6 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

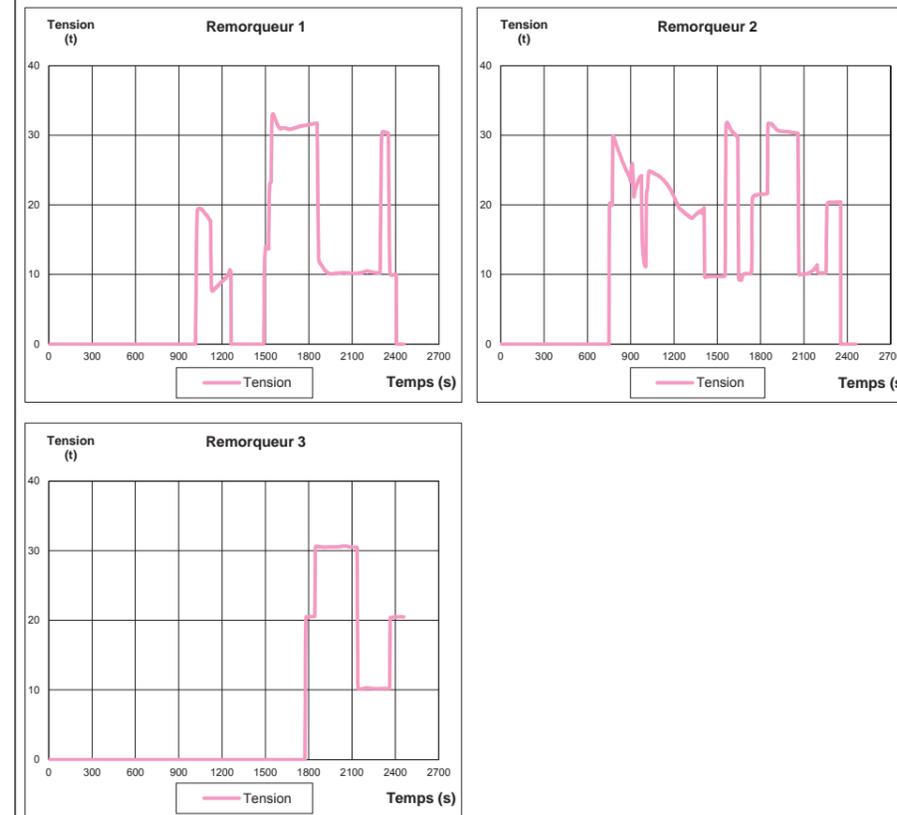


Figure 2.6e

Essai 6 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.7a

Essai 7 – Vue en plan de la trajectoire

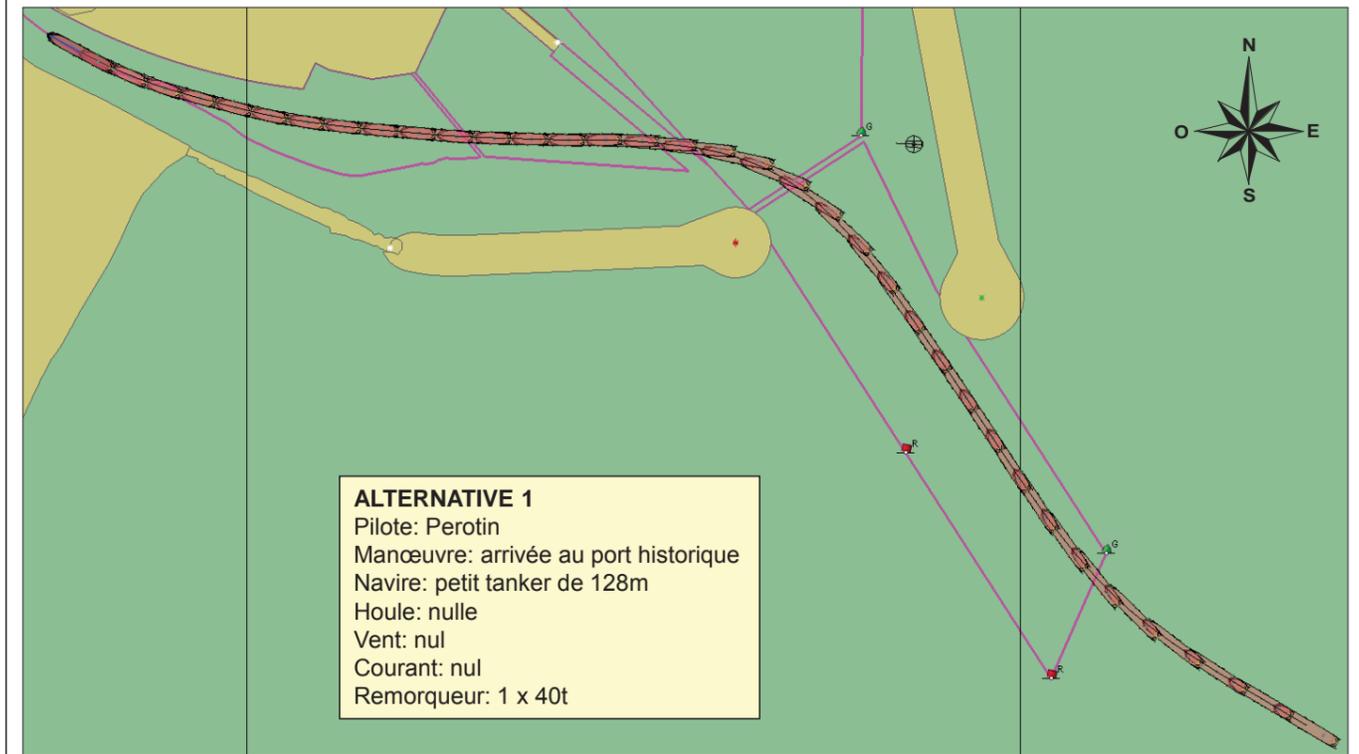


Figure 2.7b

Essai 7 – Commentaires du pilote

Présentation dans le chenal à 6 nœuds.

Le chenalage dans l'est de l'alignement, permet de lancer la giration vers le port historique en franchissant la passe.

Ici nous avons pris un remorqueur en stand-by à l'avant.

Le chenalage vers le port historique, en ralentissant jusqu'à l'actuelle capitainerie, n'a pas présenté de difficulté et ne nécessite pas l'usage du remorqueur.

Figure 2.7c

Essai 7 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

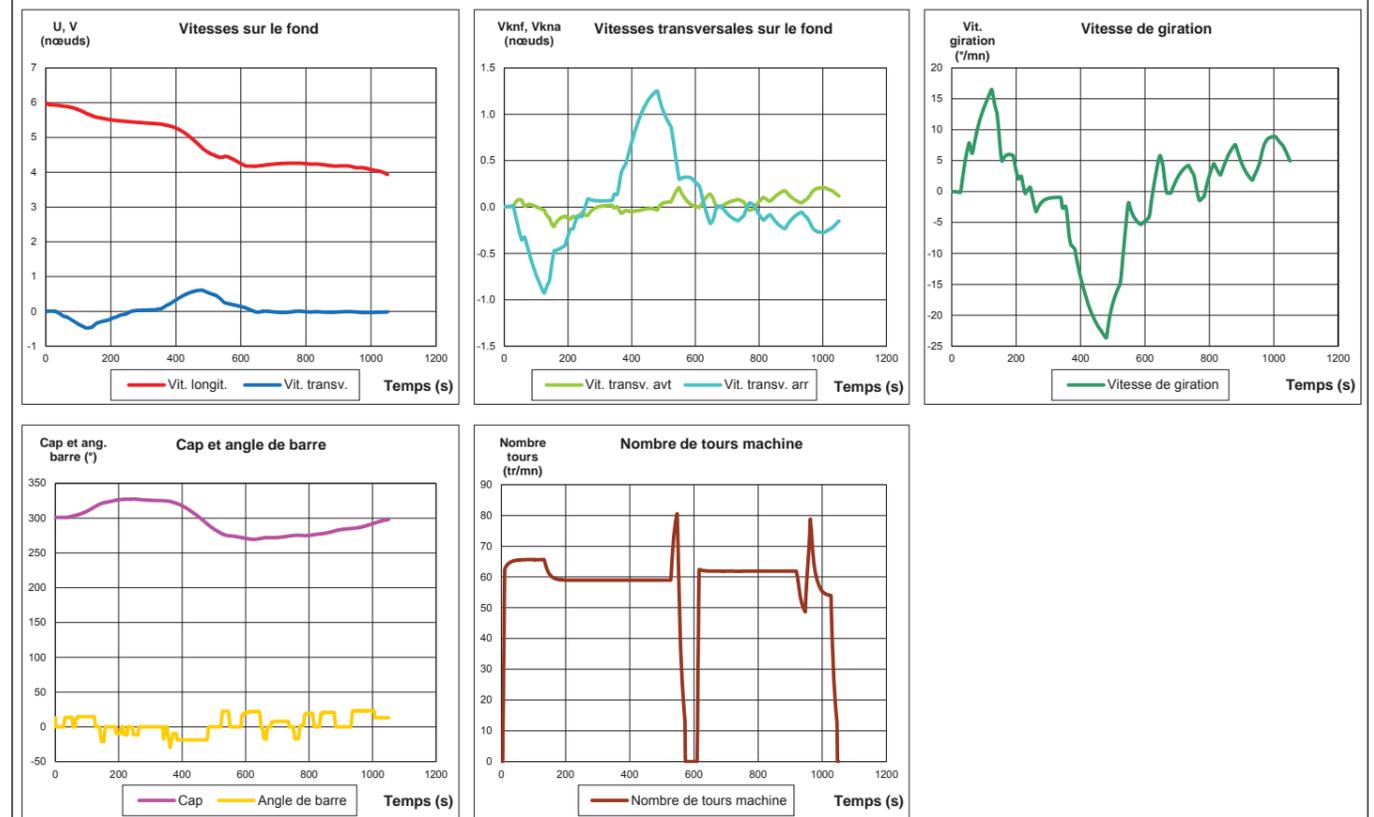


Figure 2.7d

Essai 7 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

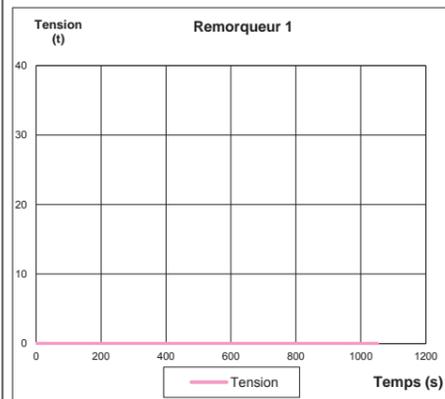


Figure 2.7e

Essai 7 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.8a

Essai 8 – Vue en plan de la trajectoire

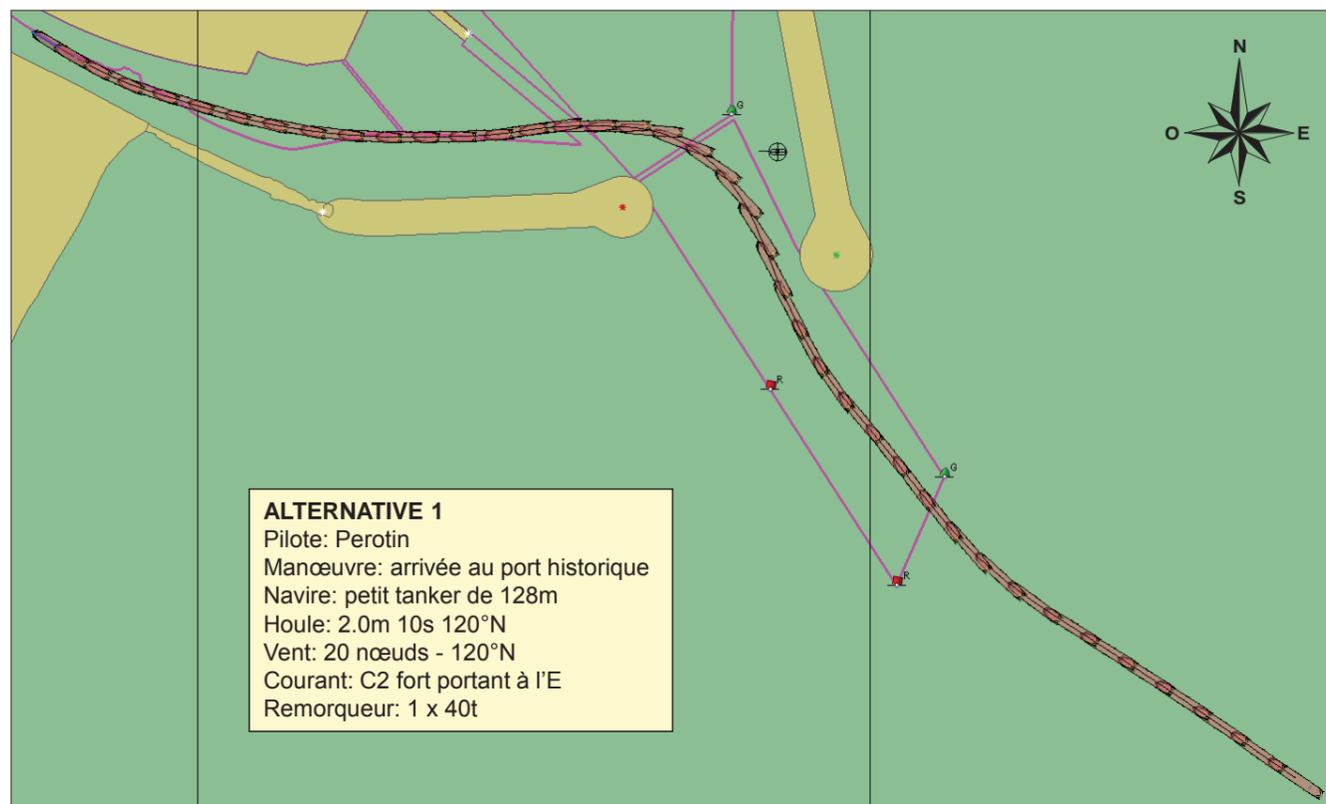


Figure 2.8b

Essai 8 – Commentaires du pilote

Présentation dans le chenal à 5,5 nœuds.

La largeur du chenal permet de se tenir dans l'est de l'alignement (au vent).
 Un remorqueur en stand-by à l'intérieur.

Contrôlé sans difficulté la tendance du navire à venir sur tribord (vent et houle d'est).

La giration vers le port historique en franchissant la passe, ne pose pas de problème particulier (abri de la jetée nord).

Le chenalage à l'abri de la digue sud vers la capitainerie actuelle, en ralentissant le navire, n'a pas posé de problème particulier.

Figure 2.8c

Essai 8 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

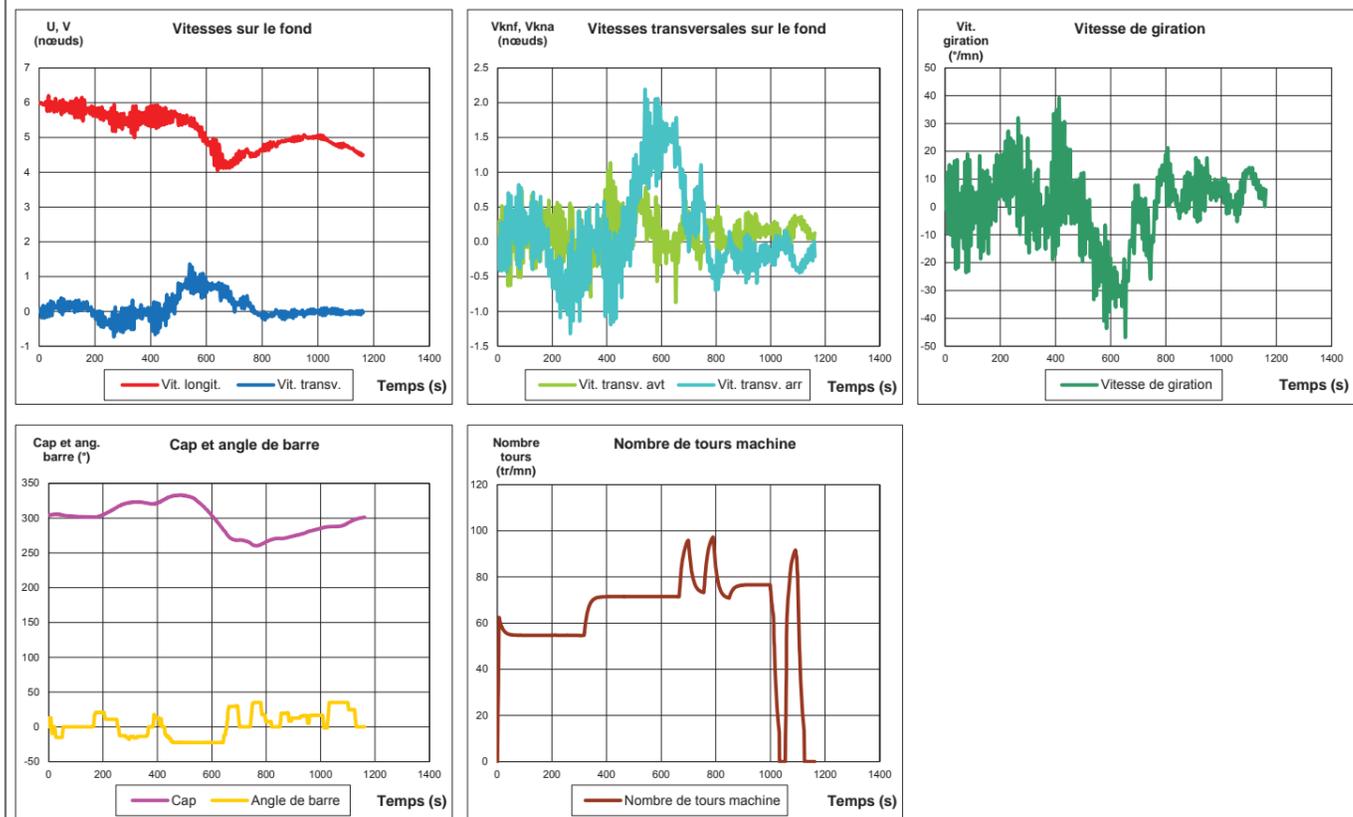


Figure 2.8d

Essai 8 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

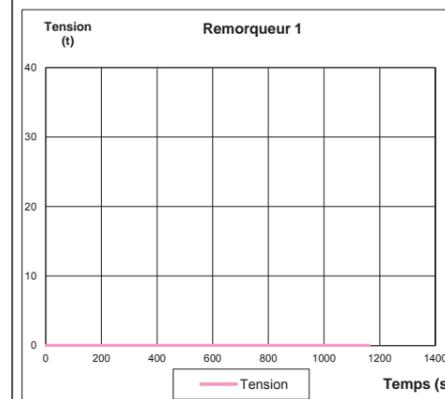


Figure 2.8e

Essai 8 – Vue du modèle 3D pendant la simulation

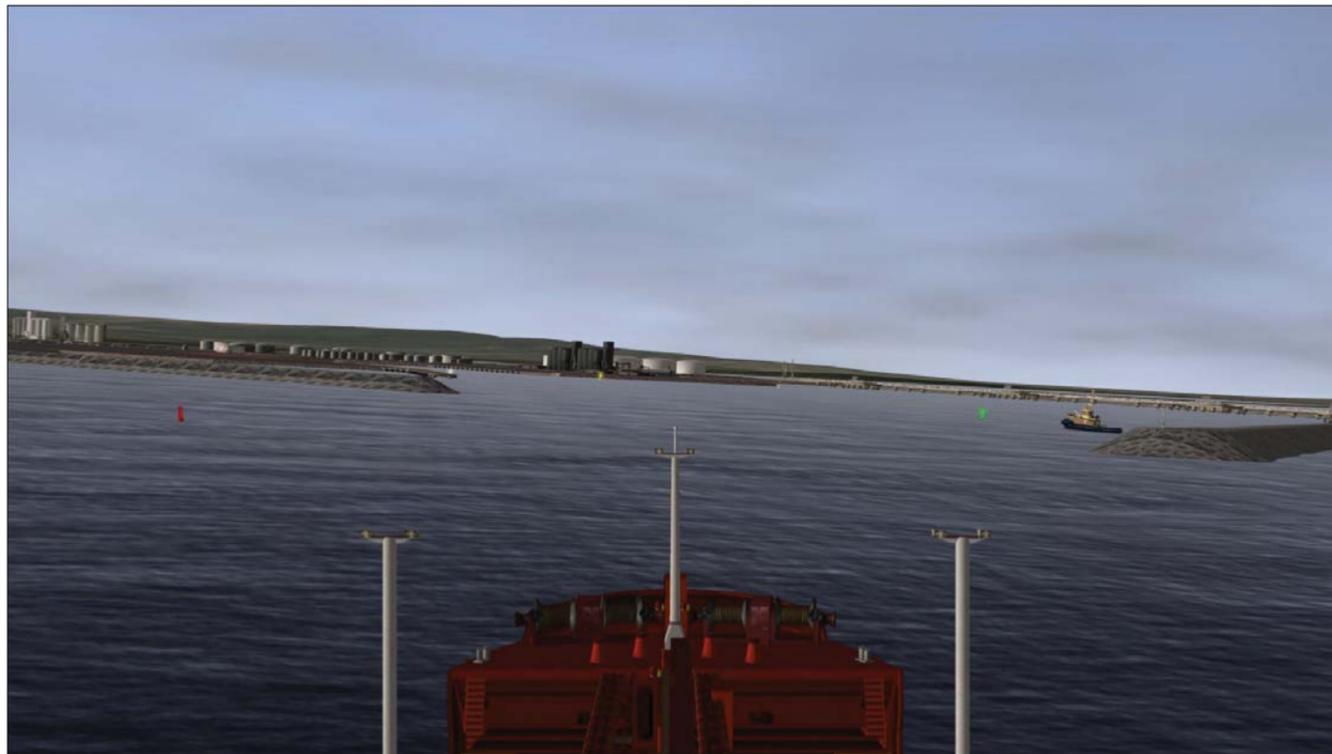


Figure 2.9a

Essai 9 – Vue en plan de la trajectoire

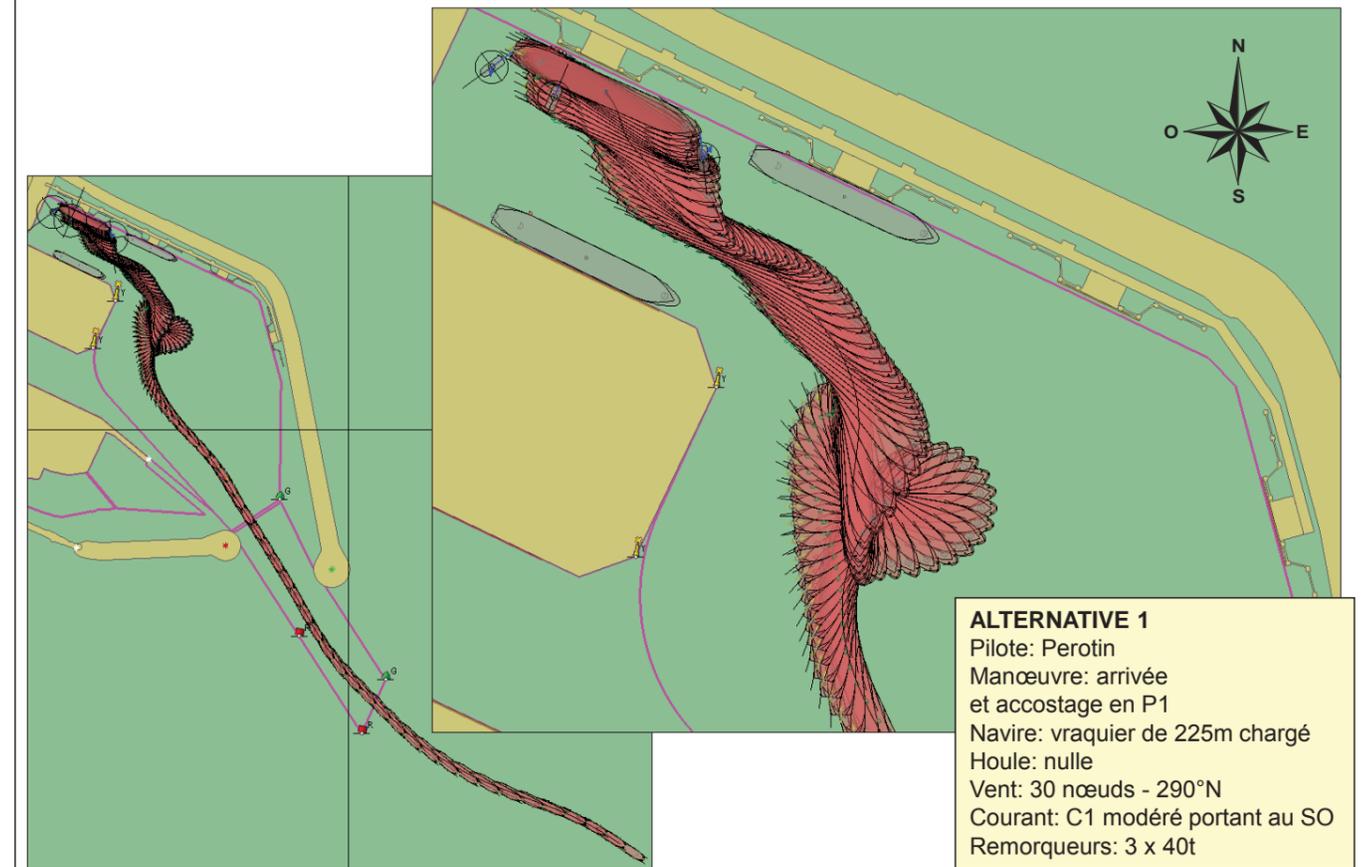


Figure 2.9b

Présentation avec une vitesse raisonnable (5,5 nœuds à la passe).
 Le navire lofe une fois la machine stoppée.
 En battant en arrière on ralentit le navire. L'effet de pas - ici à droite - ne suffisant pas à contrer l'aulofée, l'utilisation du remorqueur arrière (vitesse < à 6 nœuds) permet de le faire et aide à freiner le navire. On constate que la configuration et les dimensions de l'avant-port permettent cette manœuvre.
 Mise à quai voir essai n°3.

Figure 2.9c

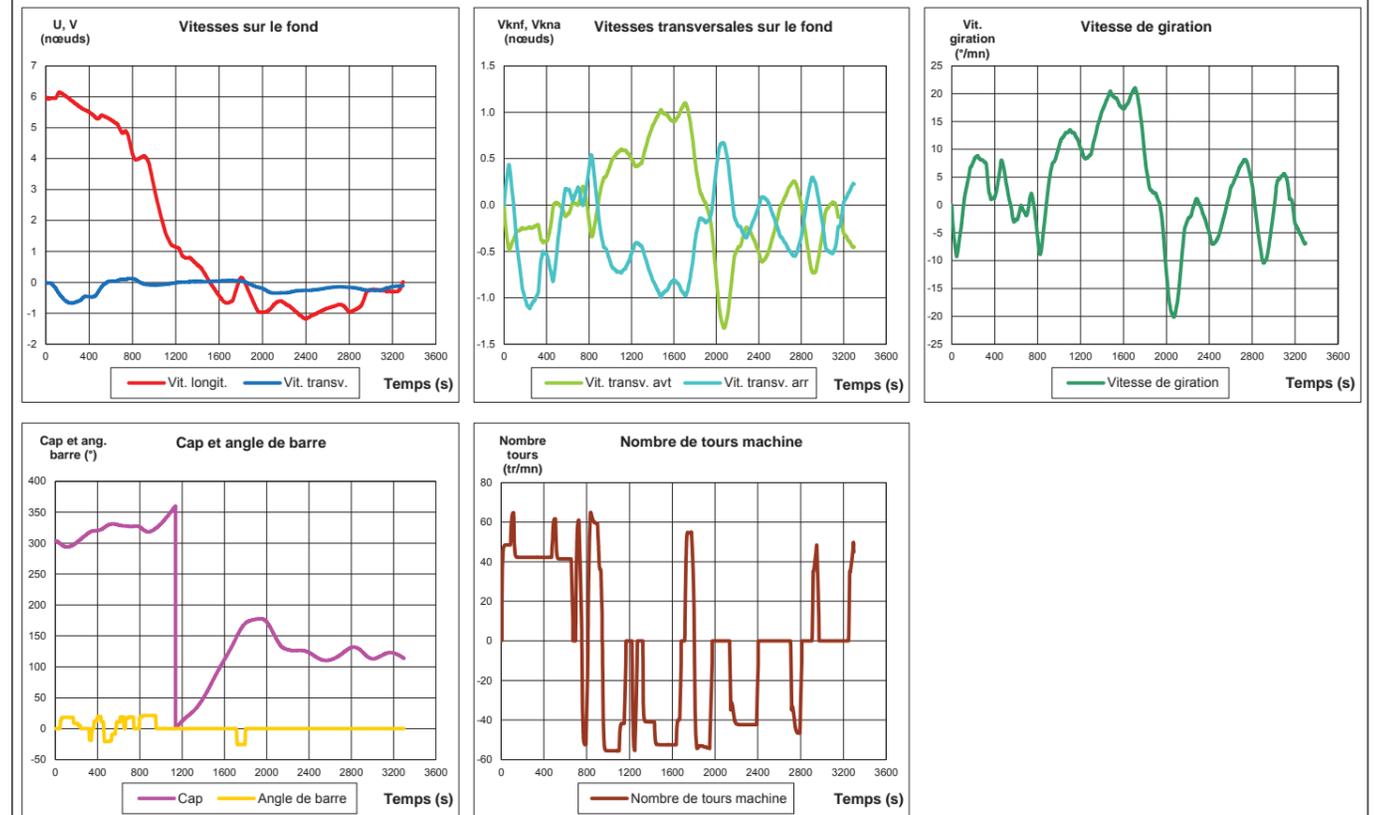


Figure 2.9d

Essai 9 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

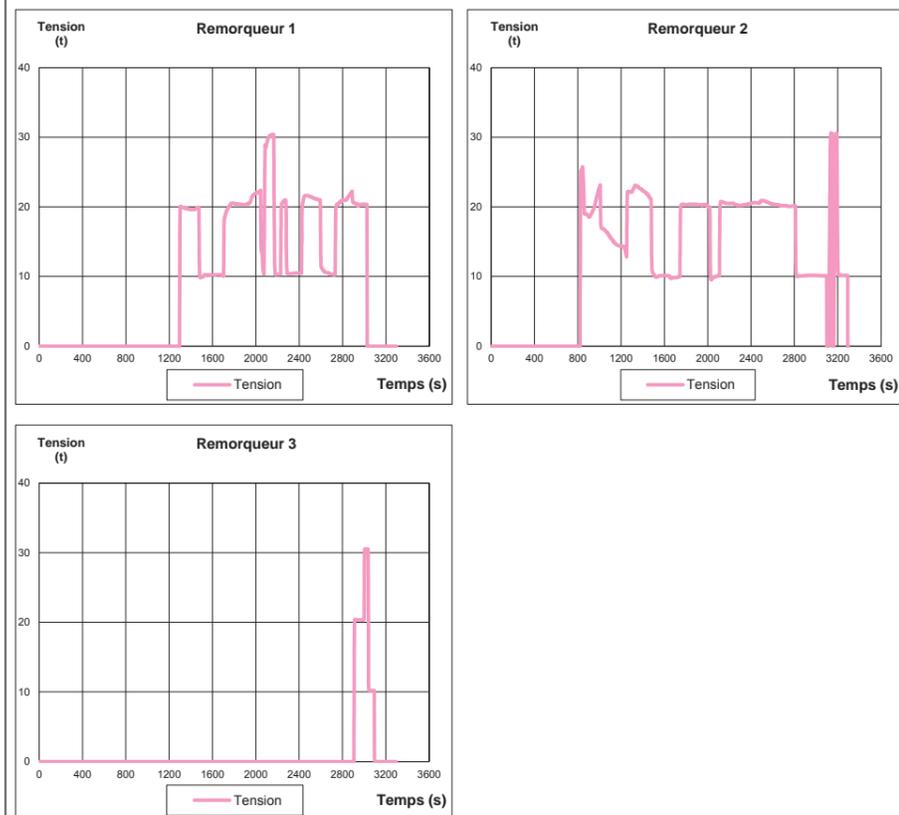


Figure 2.9e

Essai 9 – Vue du modèle 3D pendant la simulation

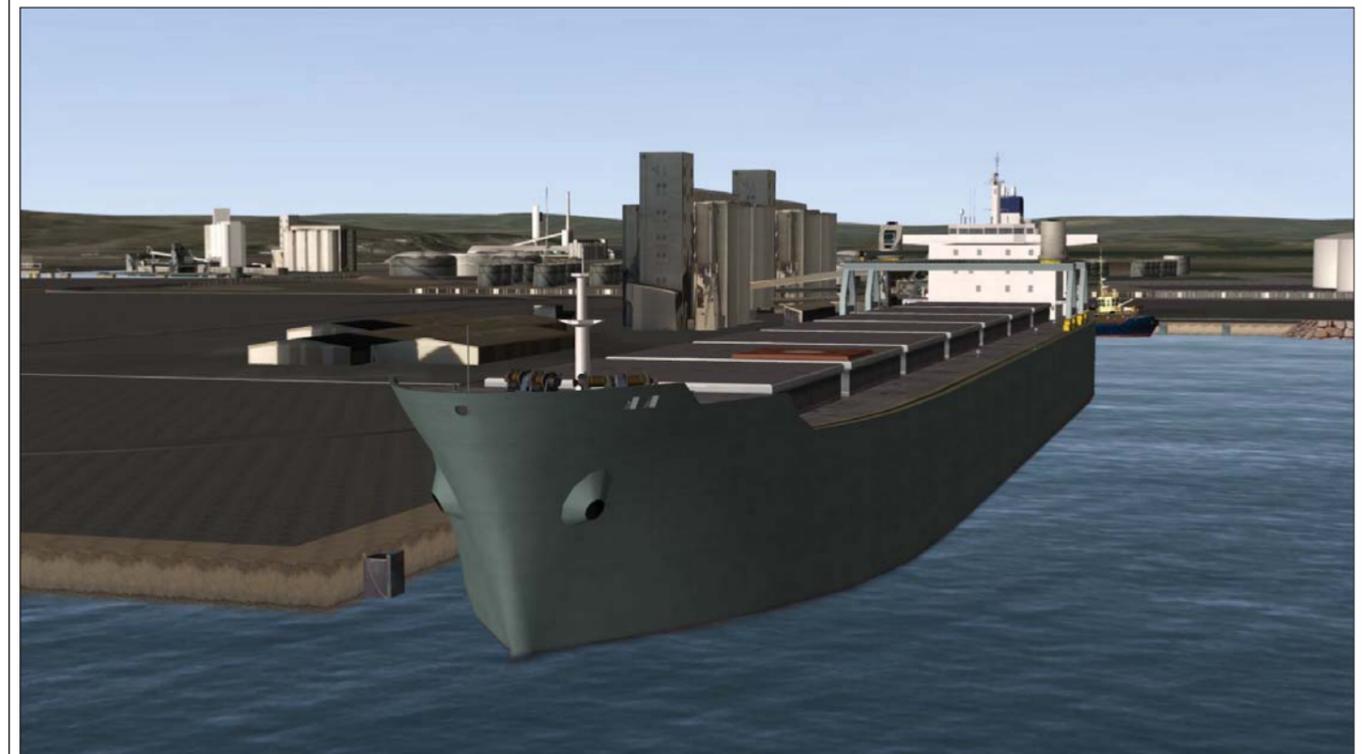


Figure 2.10a

Essai 10 – Vue en plan de la trajectoire

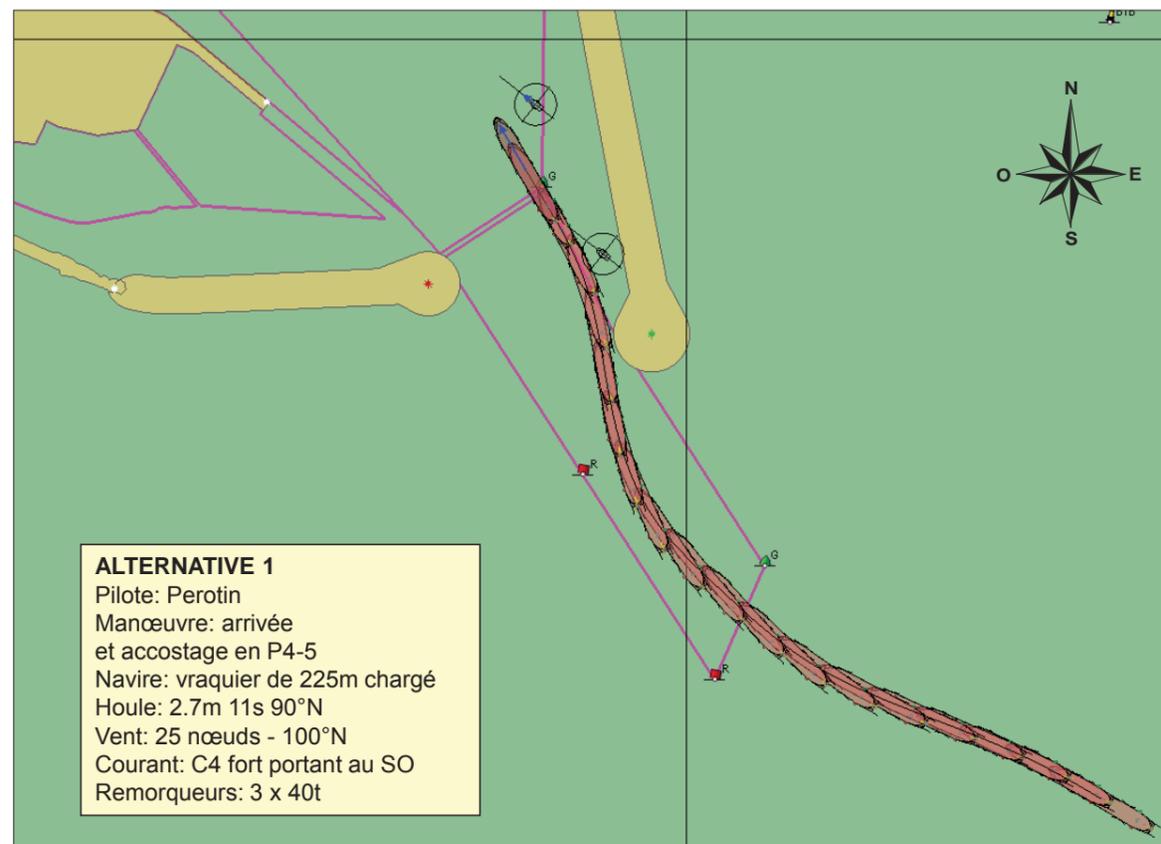


Figure 2.10b

Essai 10 – Commentaires du pilote

Présentation dans l'axe du chenal.

Le navire est dépalé vers l'ouest par le courant portant au sud.

L'avant du navire sortant de la veine de courant, le navire amorce une embardée sur tribord, difficile à contrôler, passant trop près du musoir de la jetée nord.

L'arrière sortant à son tour de la veine de courant, le navire revient sur bâbord mais touche la bouée verte, au pied du talus intérieur de la jetée nord.

La conjugaison de conditions météorologiques limites: vent, **houle**, courant, rend cette manœuvre « osée ».

Figure 2.10c

Essai 10 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

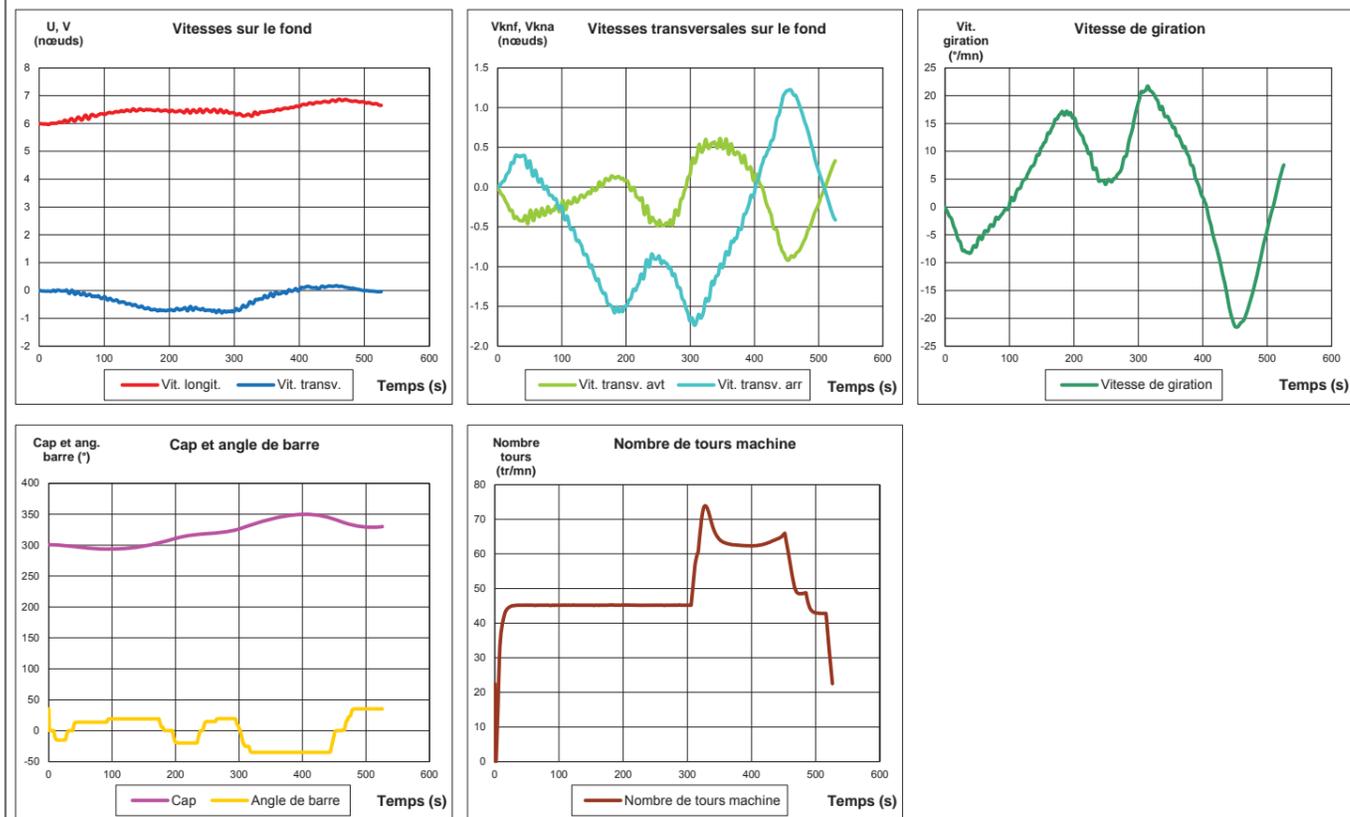


Figure 2.10d

Essai 10 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

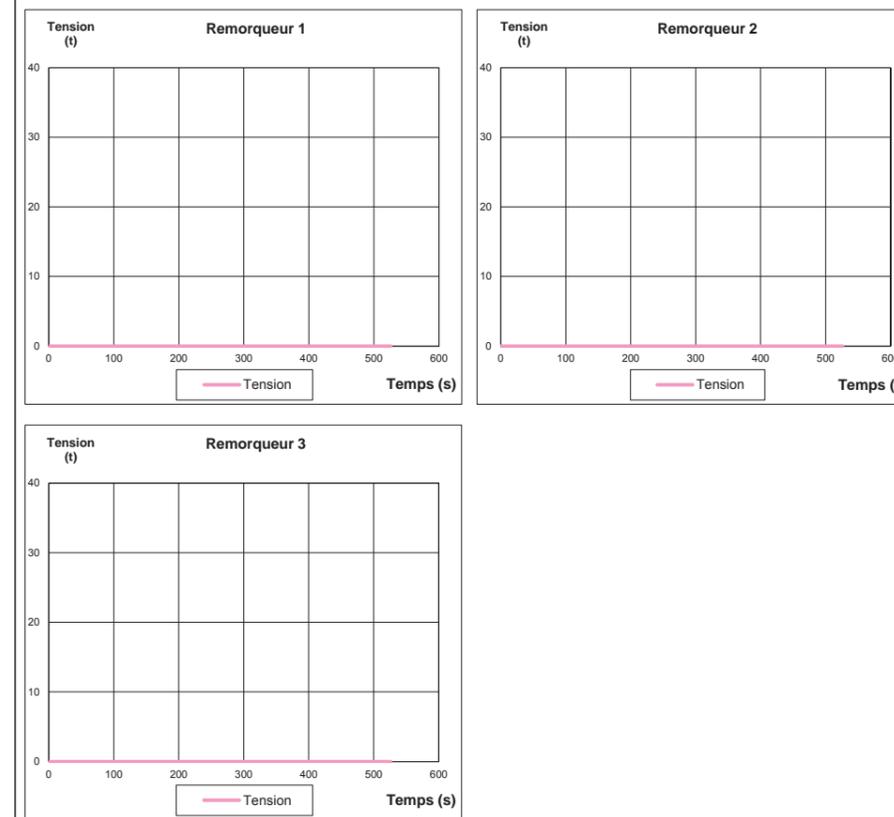


Figure 2.10e

Essai 10 – Vue du modèle 3D pendant la simulation

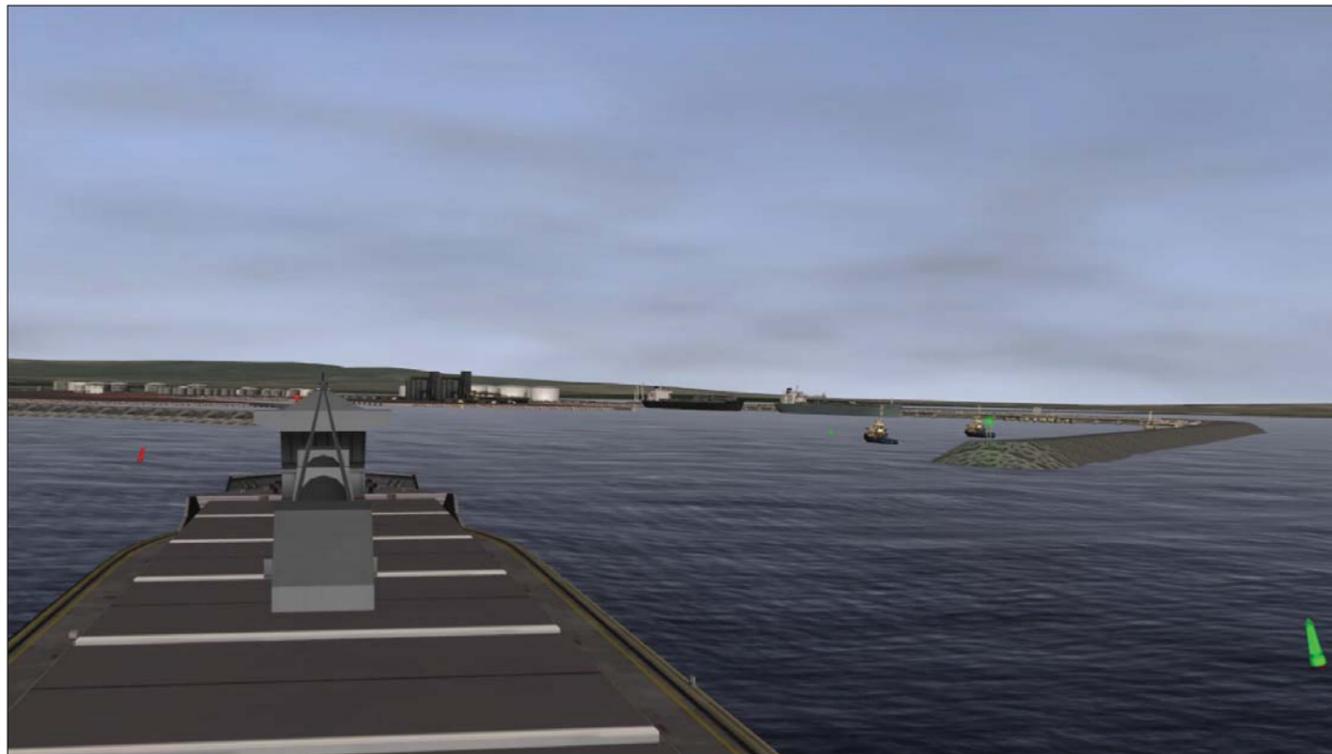


Figure 2.11a

Essai 11 – Vue en plan de la trajectoire

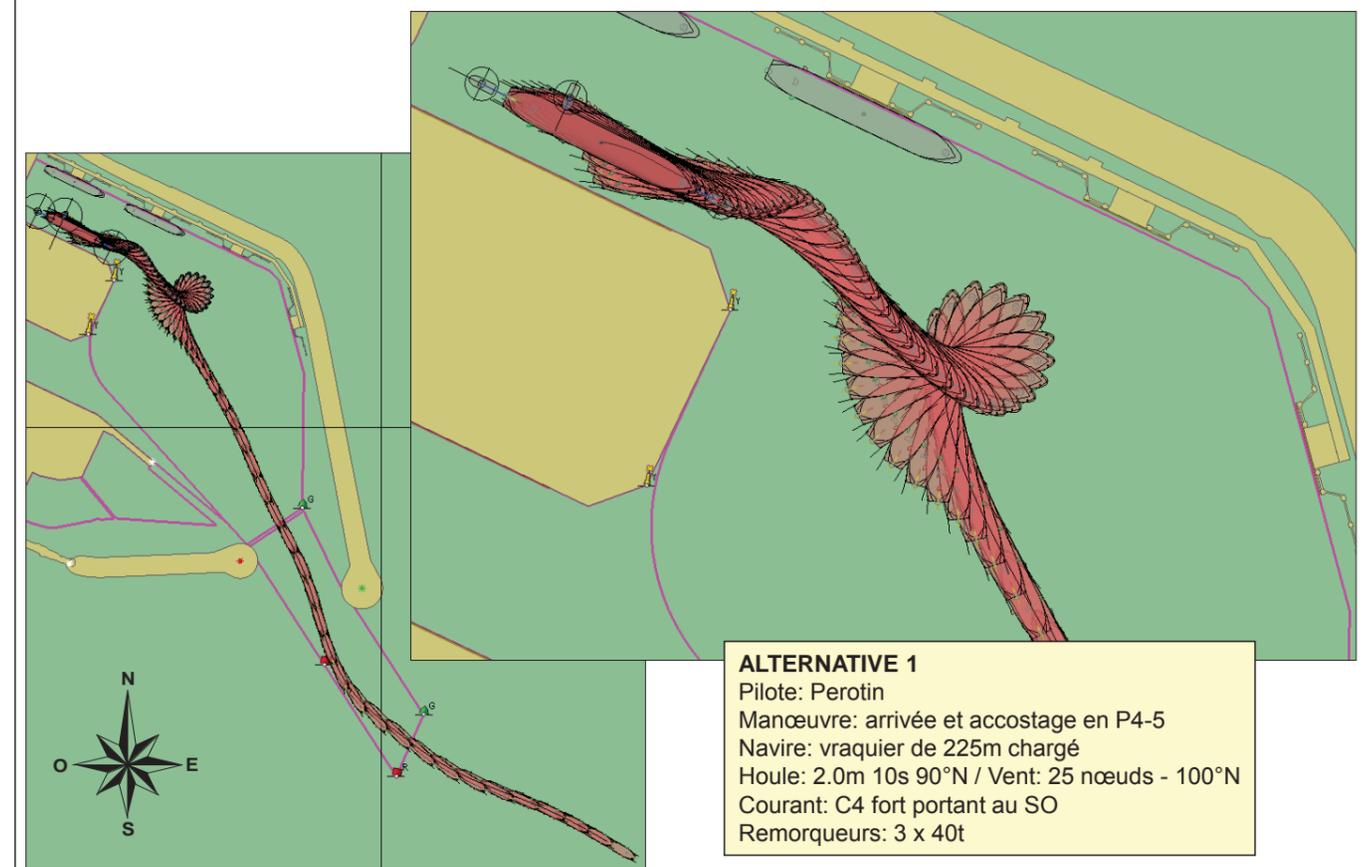


Figure 2.11b

Dans le chenal le navire subit une forte dérive vers l'ouest (giration + courant portant au sud), puis embarde sur tribord en sortant de la veine de courant.

Le contrôle de l'embarquée nécessite de remettre de la machine avec de la barre. Ici franchissement de la passe à 6,5 nœuds.

La présence de houle ne permettant pas de crocher les remorqueurs à l'extérieur en toute sécurité, on a pris le parti de les crocher à l'intérieur. Utilisation du remorqueur arrière une fois croché, pour ralentir et stabiliser le navire.

Evitage avec l'aide des deux remorqueurs (40T), puis accostage en arrière au poste 5.

Entrée délicate (axe et vitesse de présentation à travailler).

Figure 2.11c

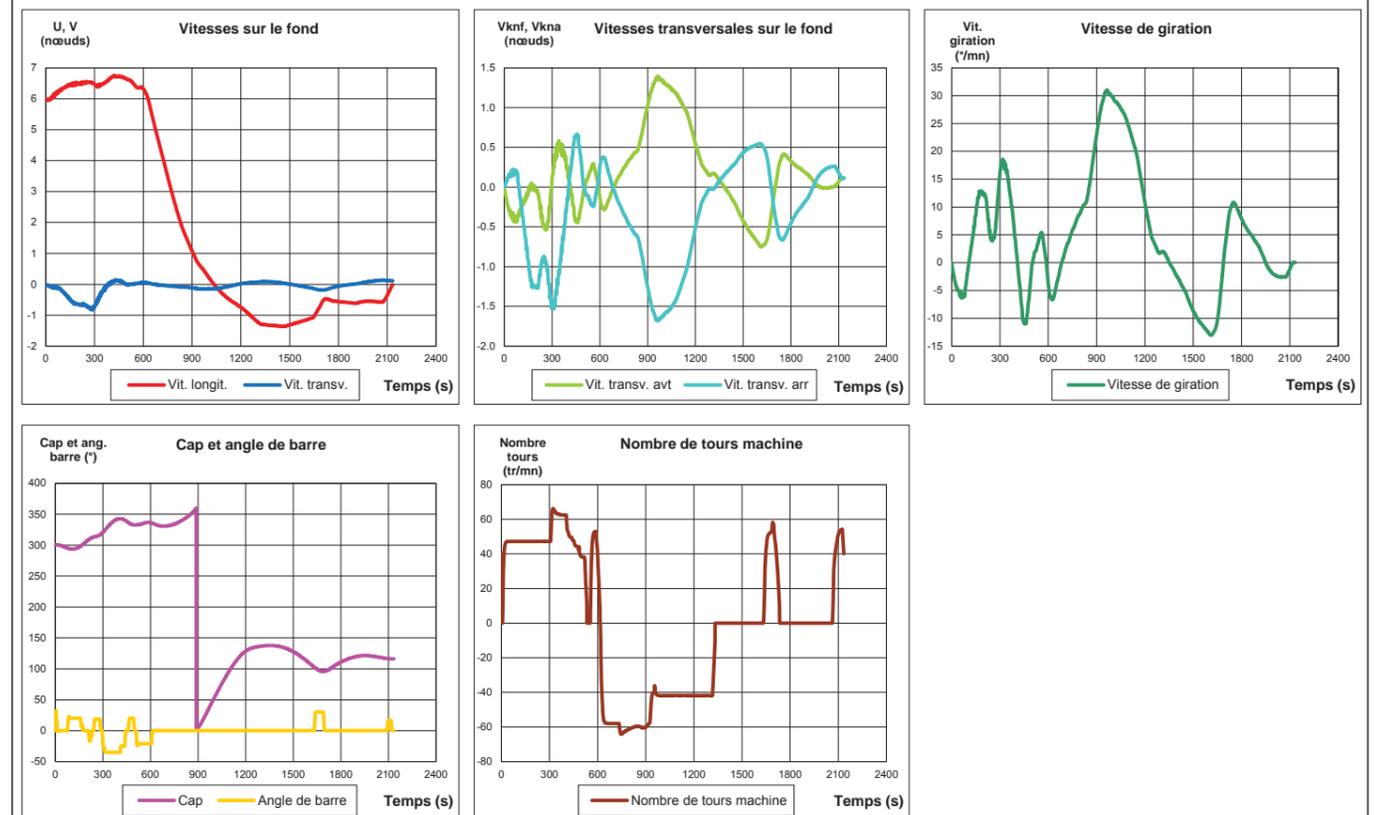


Figure 2.11d

Essai 11 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

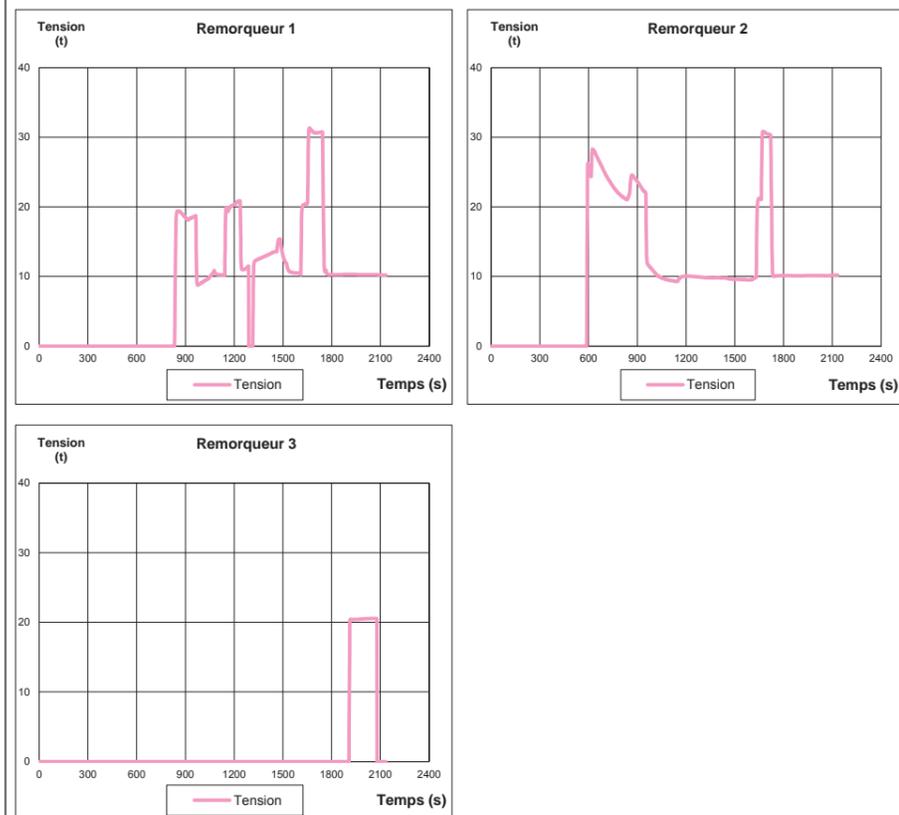


Figure 2.11e

Essai 11 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.12a

Essai 12 – Vue en plan de la trajectoire

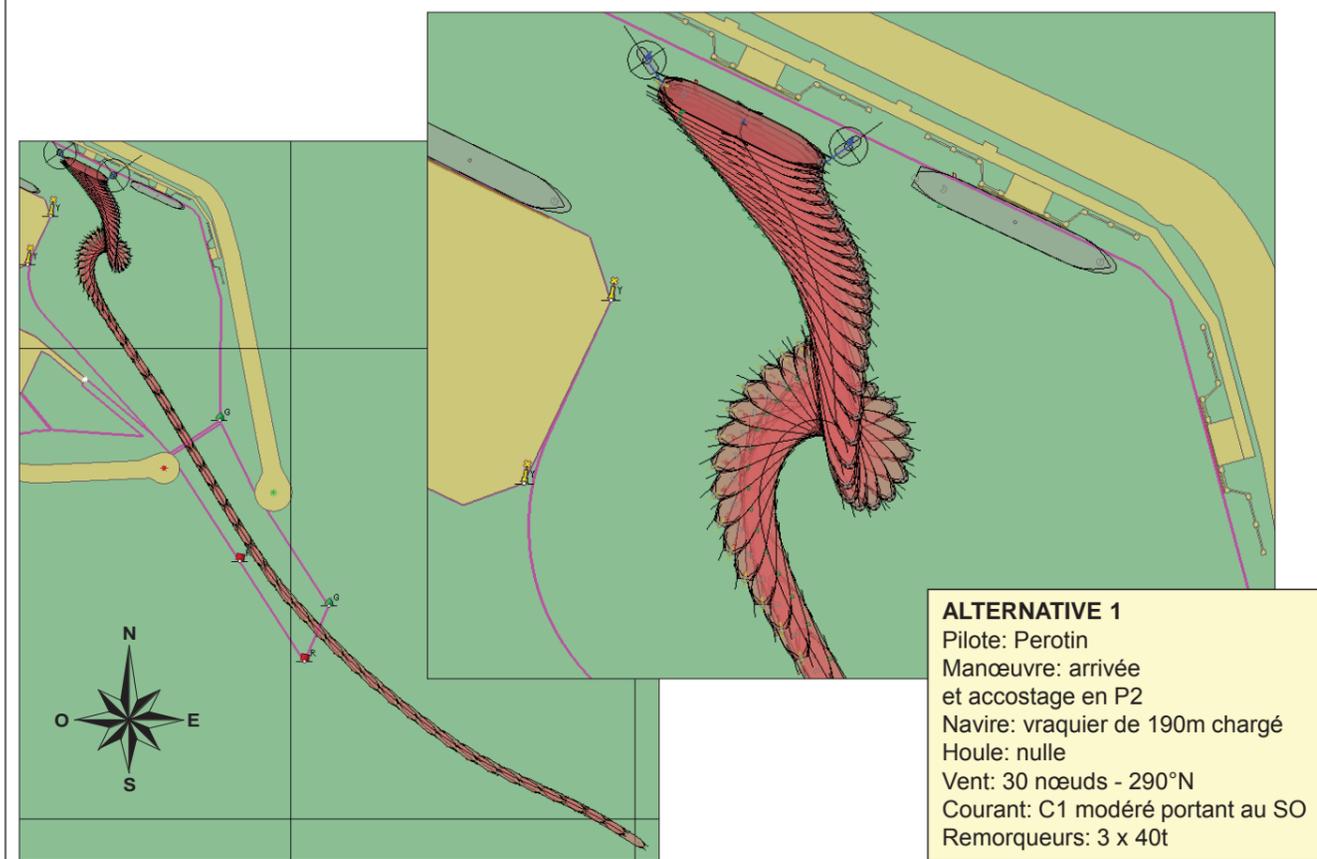


Figure 2.12b

Essai 12 – Commentaires du pilote

Approche à 6 nœuds.

Croché les remorqueurs avant et arrière à l'extérieur de la passe (pas de houle).

Une fois la passe franchie (à 6 nœuds), dès que l'on réduit l'allure le navire lofe (réaction normale); la présence de l'alignement est précieuse et permet de déceler la tendance du navire à lofer.

Utilisation du remorqueur arrière 40T (ici à 50%) pour contrer l'aulofée (tendance du navire à venir dans le vent) et ralentir le navire.

Navire long à s'arrêter.

Après l'évitage, la remontée en arrière vers le poste 2 à l'aide des remorqueurs, ne présente pas de difficulté particulière malgré la présence de navires au Poste 3 et au Poste 5.

Figure 2.12c

Essai 12 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

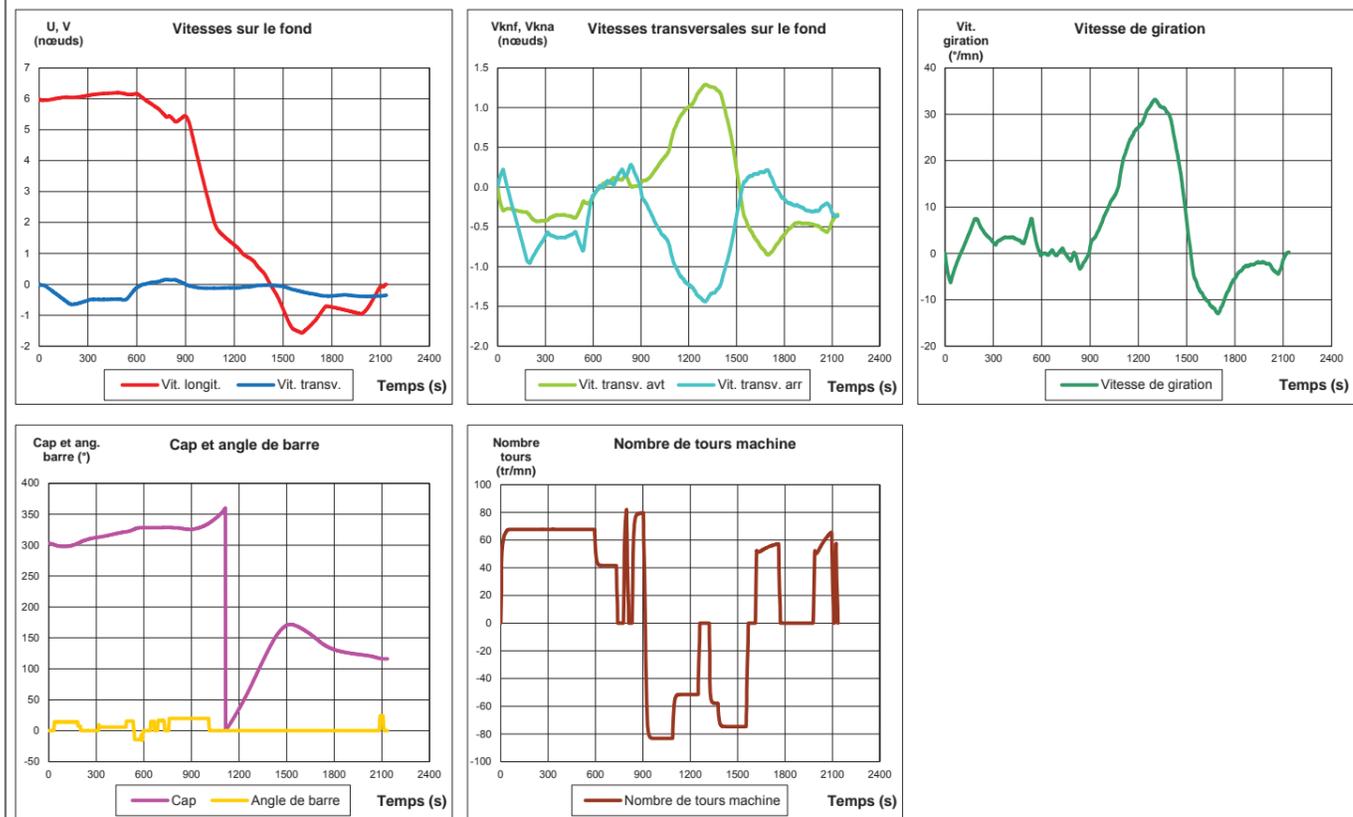


Figure 2.12d

Essai 12 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

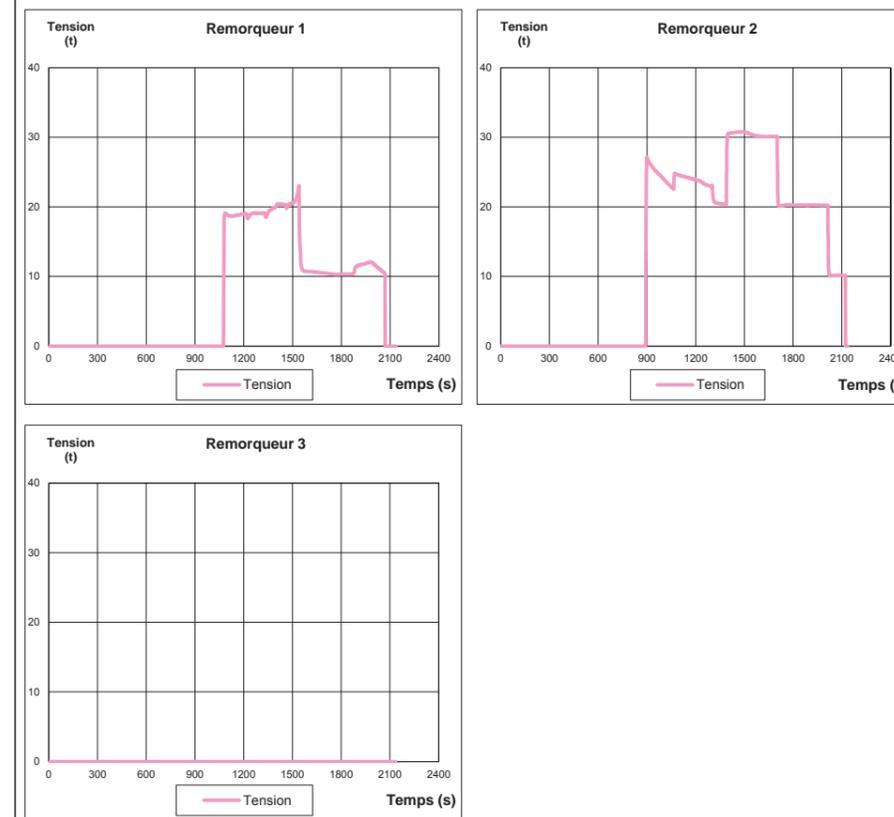


Figure 2.12e

Essai 12 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.13a

Essai 13 – Vue en plan de la trajectoire

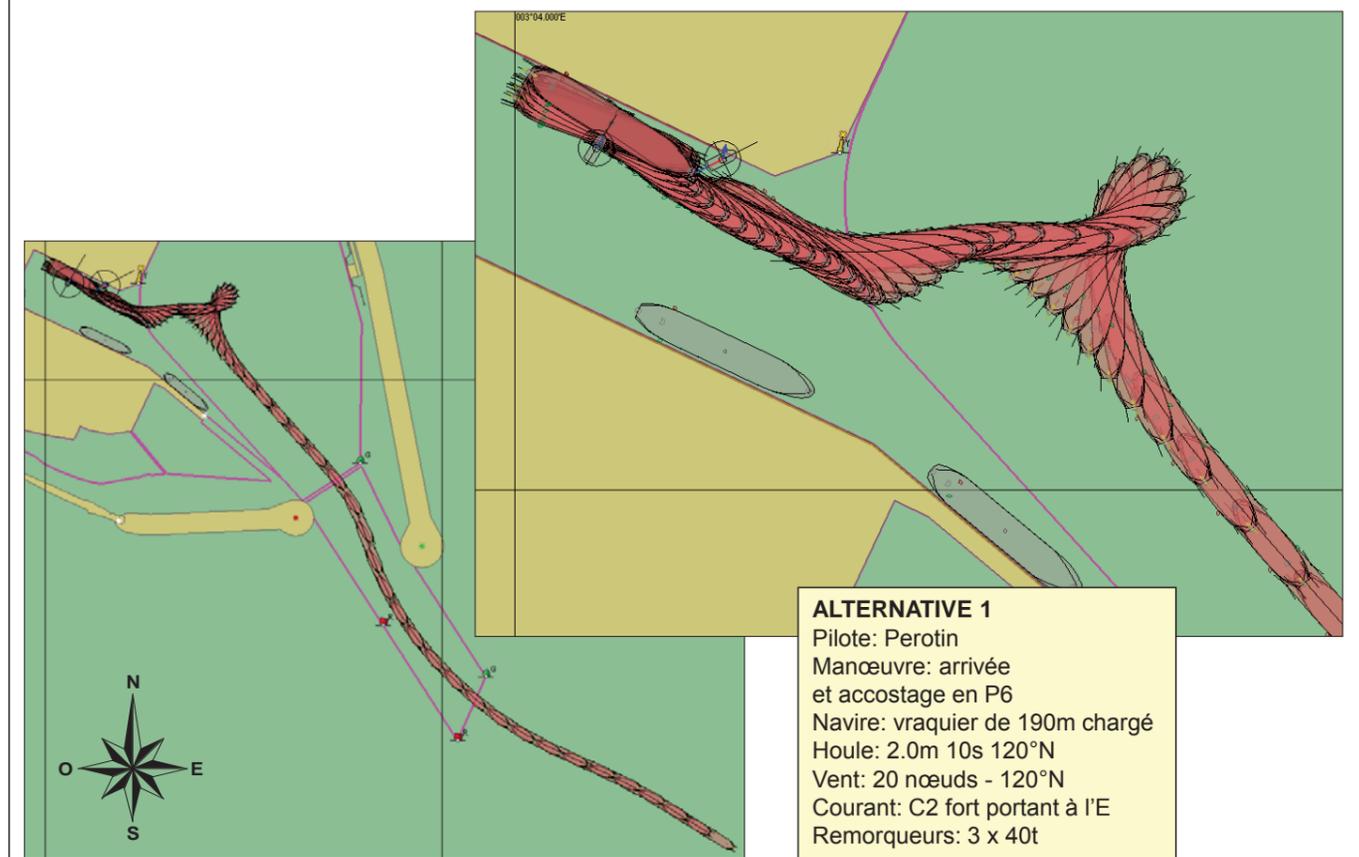


Figure 2.13b

Essai 13 – Commentaires du pilote

Approche à 6 nœuds dans l'axe du chenal.

A l'approche de la passe, le courant traversier portant vers l'est, provoque une embardée sur tribord puis sur bâbord.

Le contrôle de l'embardée - plus aisée qu'avec le navire projet - à l'aide de la machine et de la barre, ainsi que la houle, ne permettent pas de réduire la vitesse dès le franchissement de la passe.

La distance d'arrêt disponible permet de stopper le navire, à l'aide de la machine et des remorqueurs, une fois les remorqueurs crochés à l'intérieur, tout en passant à une bonne longueur de navire du poste 10.

L'évitage dans la partie sud du cercle d'évitage, à l'aide des deux remorqueurs, permet un accostage direct en arrière au poste 6.

Figure 2.13c

Essai 13 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

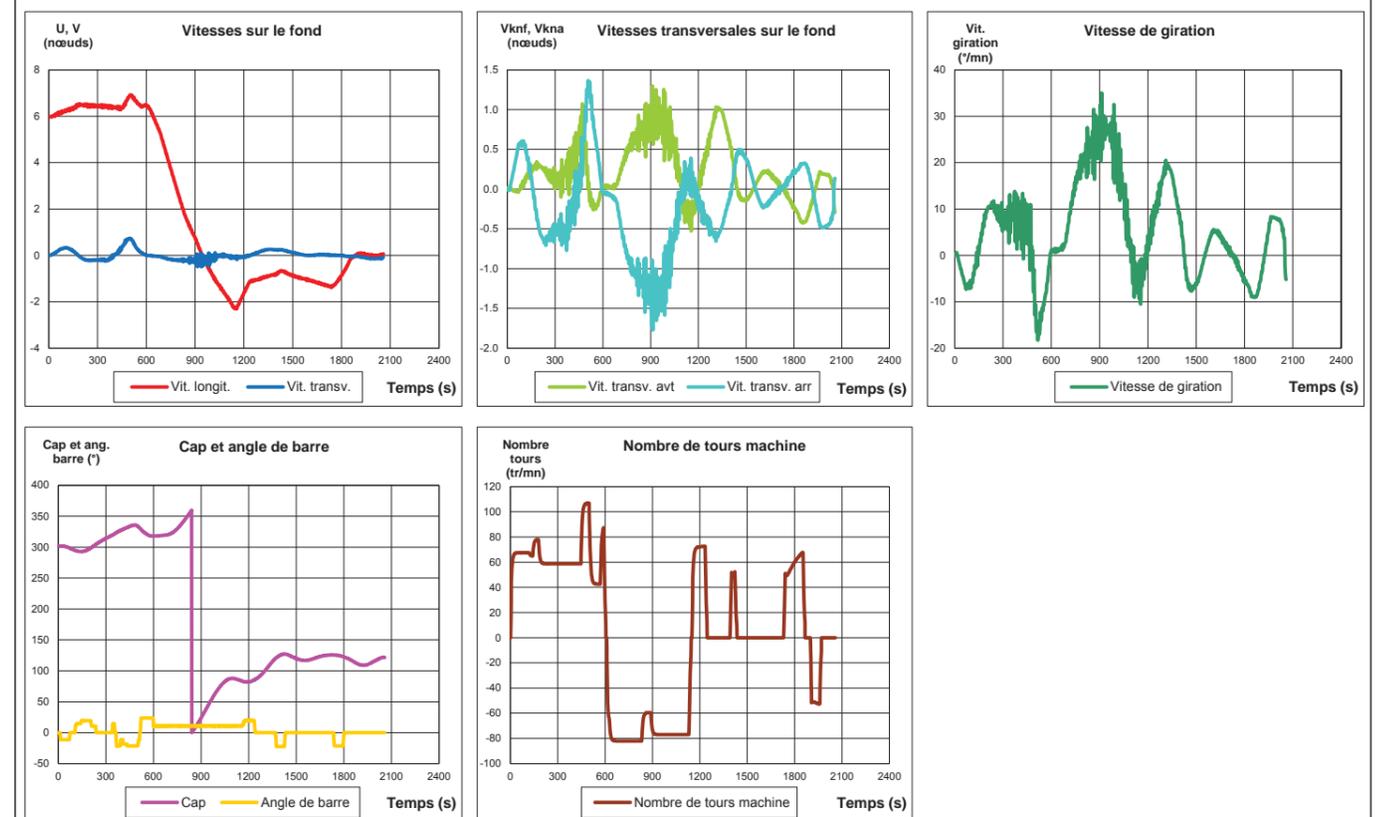


Figure 2.13d

Essai 13 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

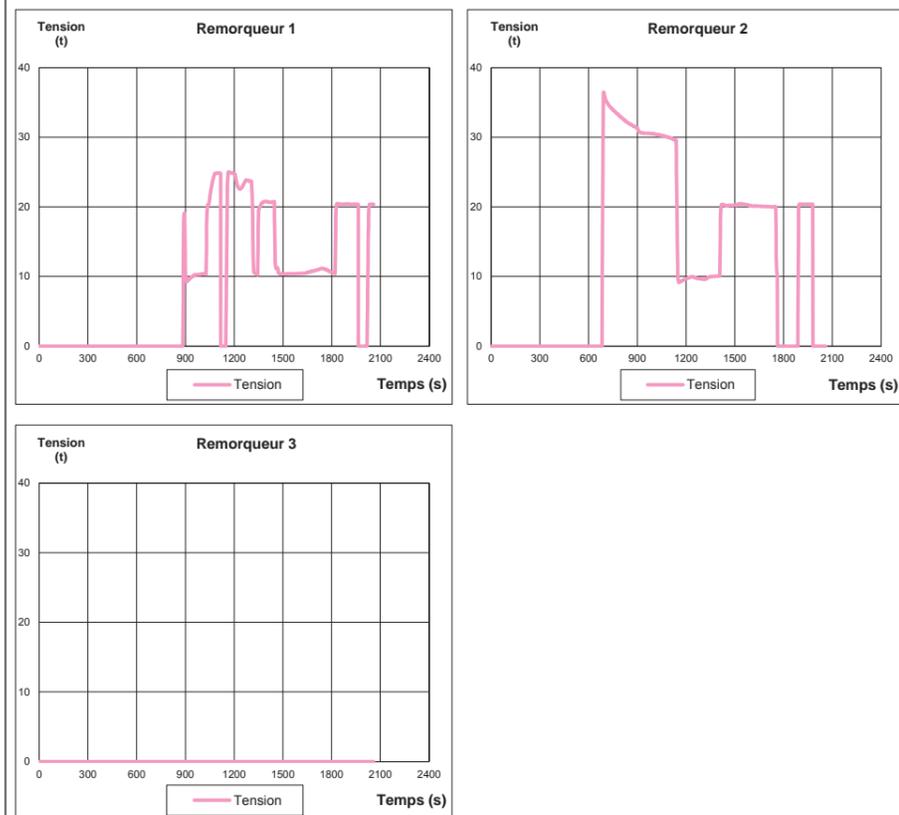


Figure 2.13e

Essai 13 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.14a

Essai 14 – Vue en plan de la trajectoire

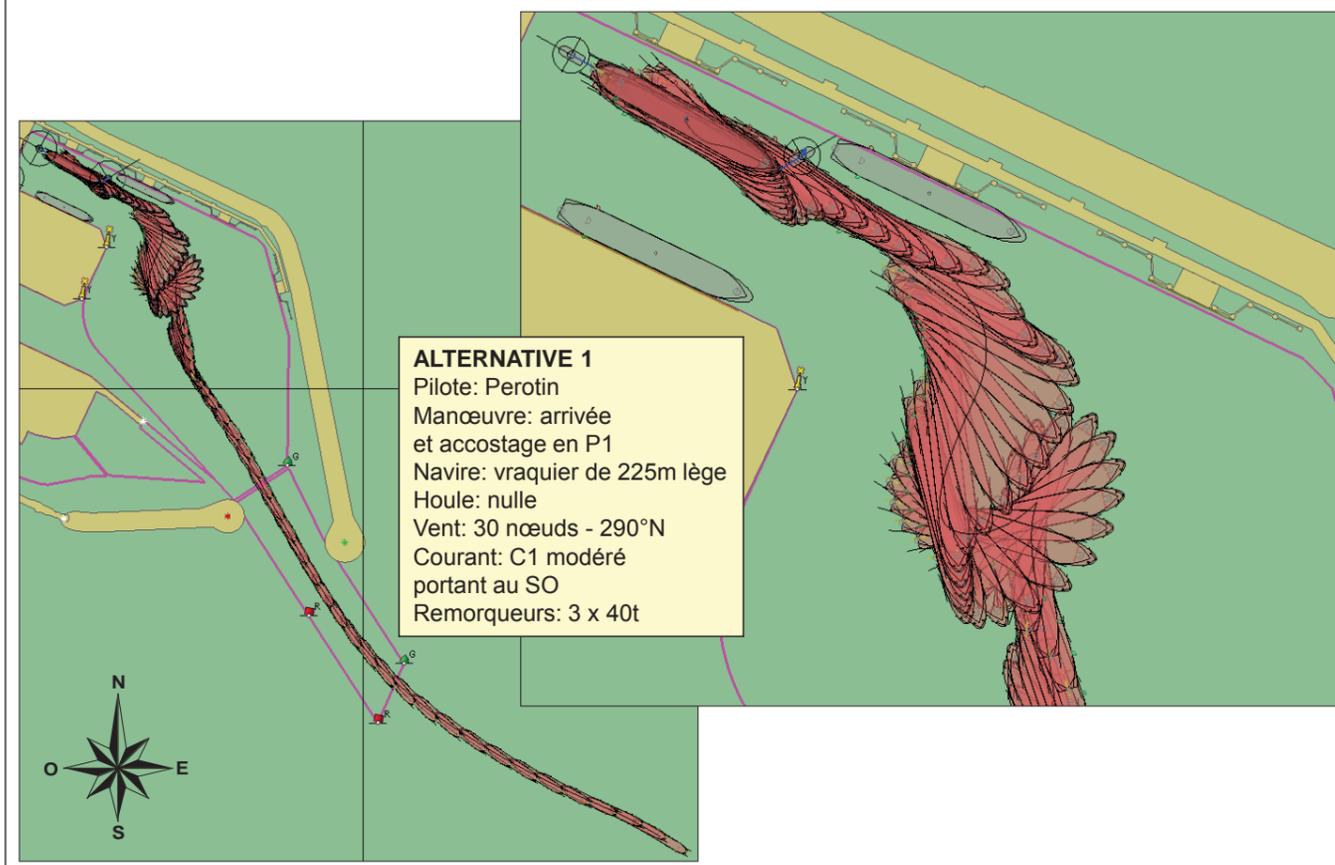


Figure 2.14b

Essai 14 – Commentaires du pilote

Chenalage sur l'alignement.

Prise des remorqueurs à l'extérieur (pas de houle).

La distance d'arrêt disponible permet le contrôle du départ au lof, lors de la phase de réduction de vitesse (machine et remorqueurs).

Manœuvre d'évitage et phase d'accostage en arrière demandent toujours beaucoup d'attention. Ici début d'évitage un peu précoce et marche arrière trop près du navire au poste 2.

La largeur de la darse permet de passer entre les navires aux postes 2 et 5 en sécurité.

Figure 2.14c

Essai 14 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

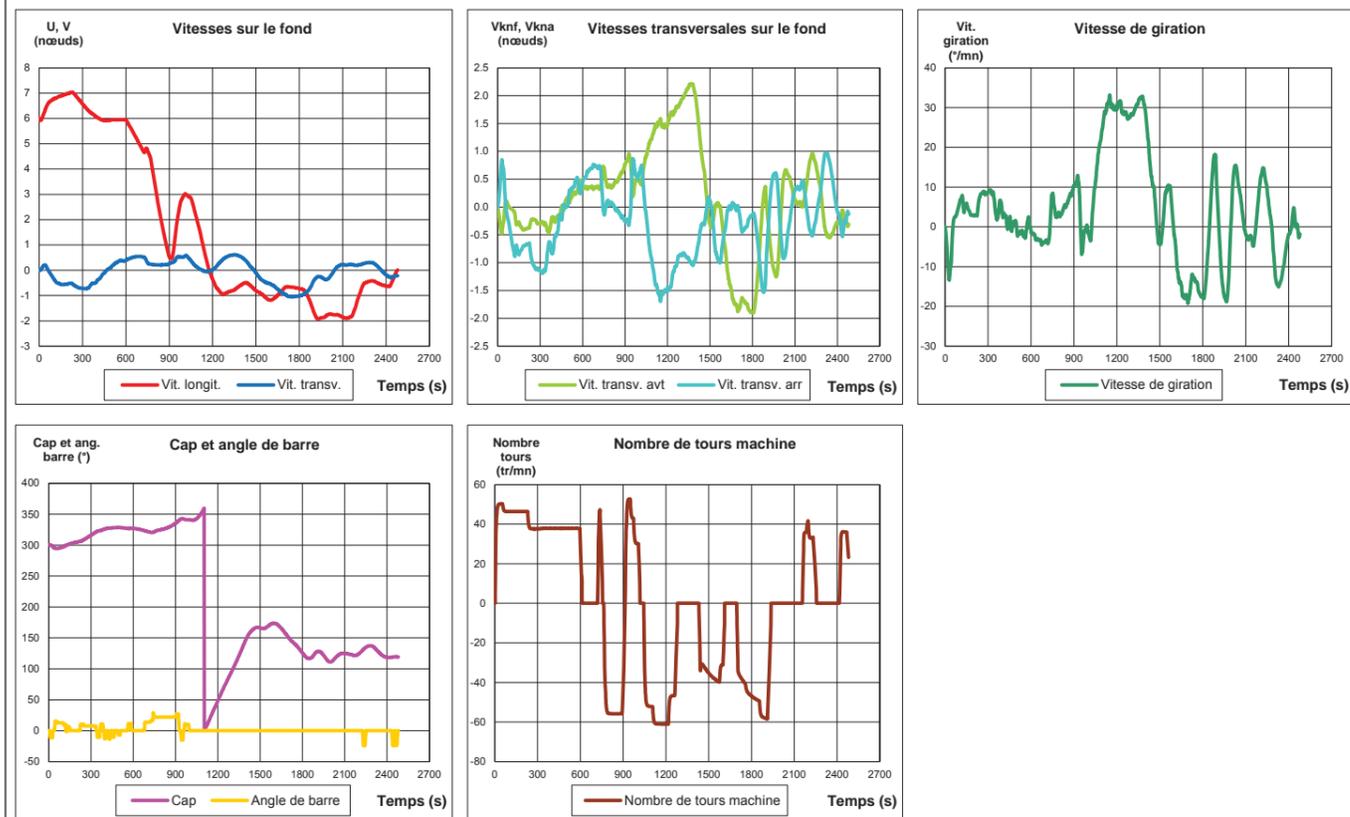


Figure 2.14d

Essai 14 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

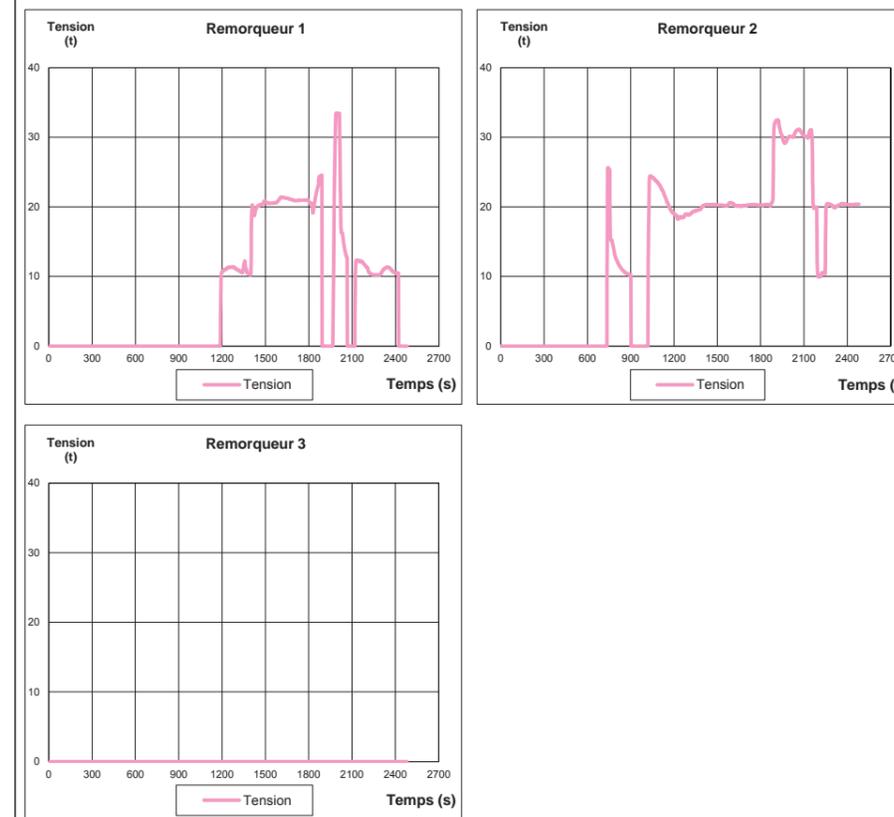


Figure 2.14e

Essai 14 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.15a

Essai 15 – Vue en plan de la trajectoire

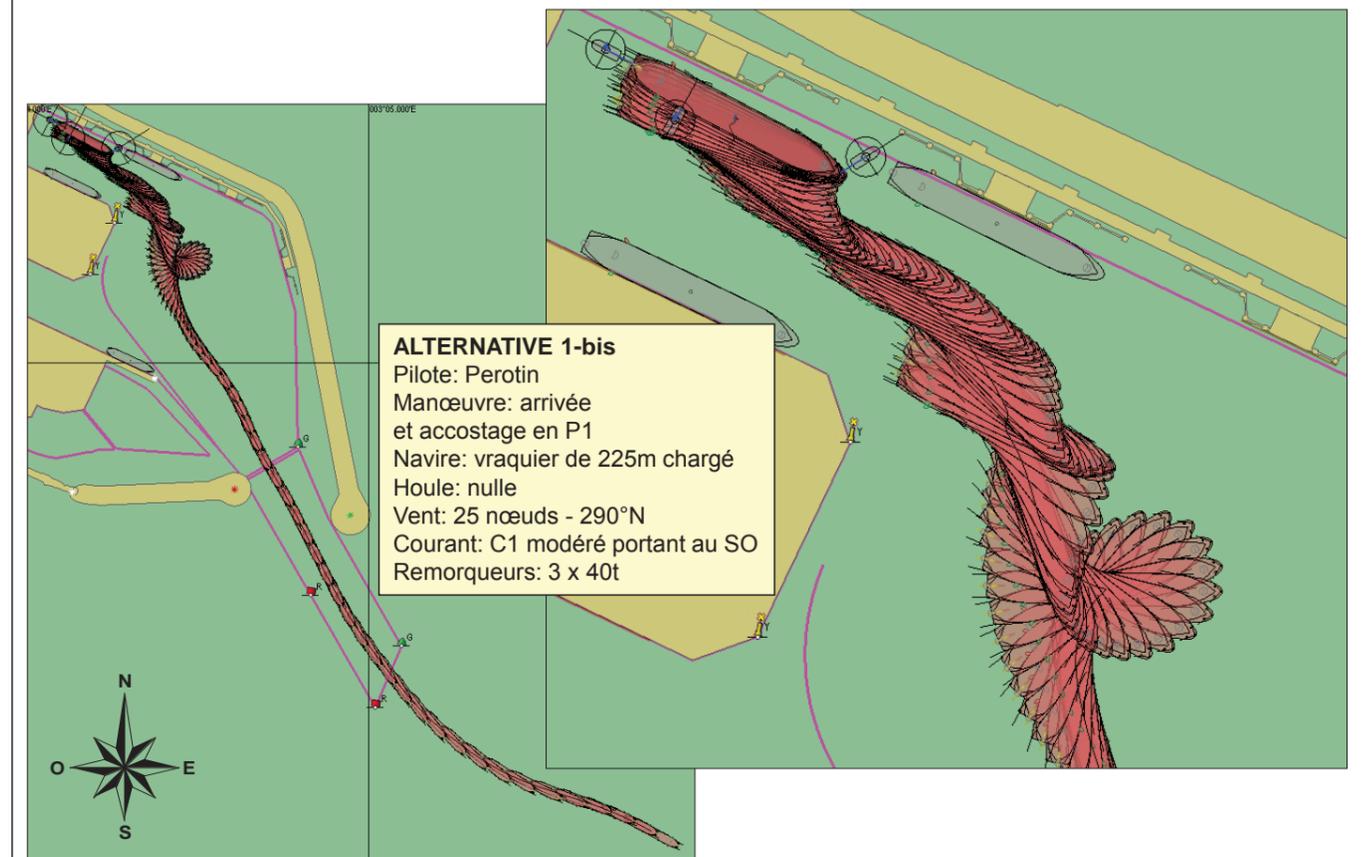


Figure 2.15b

Essai 15 – Commentaires du pilote

Chenalage sur l'alignement.

Prise des remorqueurs à l'extérieur (pas de houle).

Vitesse à la passe 5 nœuds.

La distance d'arrêt disponible et la vitesse modérée, permettent le contrôle du départ au lof lors de la phase de réduction de vitesse (machine et remorqueurs).

Passage à une longueur de navire du P10.

Manœuvre d'évitage et phase d'accostage en arrière à l'aide des deux remorqueurs de 40T. Pour l'accostage on utilisera un remorqueur à pousser, et les remorqueurs avant et arrière, pour contrôler la vitesse d'accostage et longitudinale du navire.

La largeur de la darse permet de passer entre les navires aux postes 2 et 5 en sécurité.

Figure 2.15c

Essai 15 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

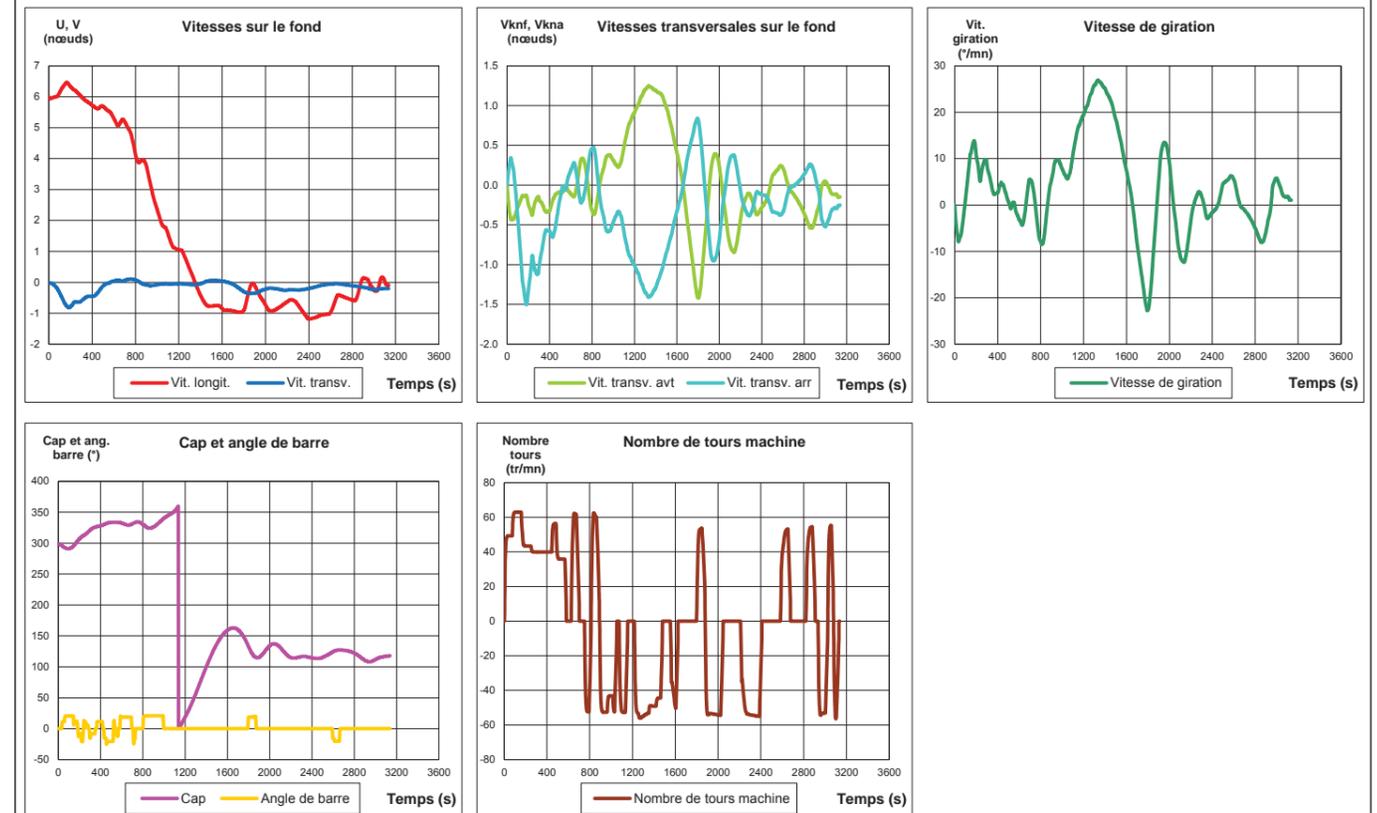


Figure 2.15d

Essai 15 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

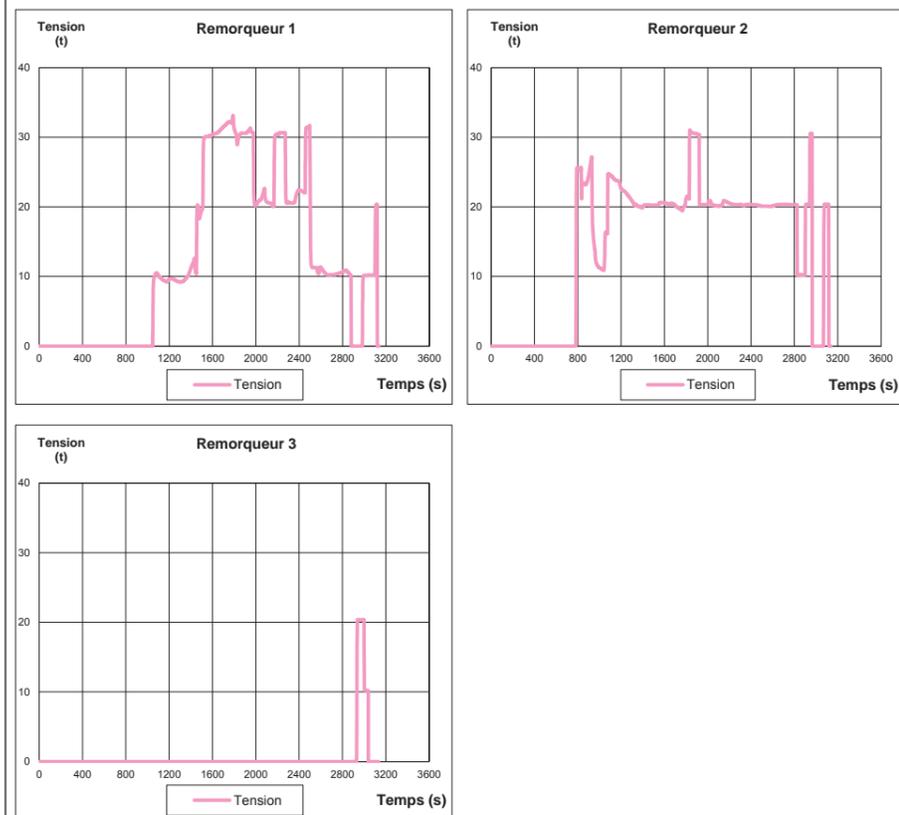


Figure 2.15e

Essai 15 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.16a

Essai 16 – Vue en plan de la trajectoire

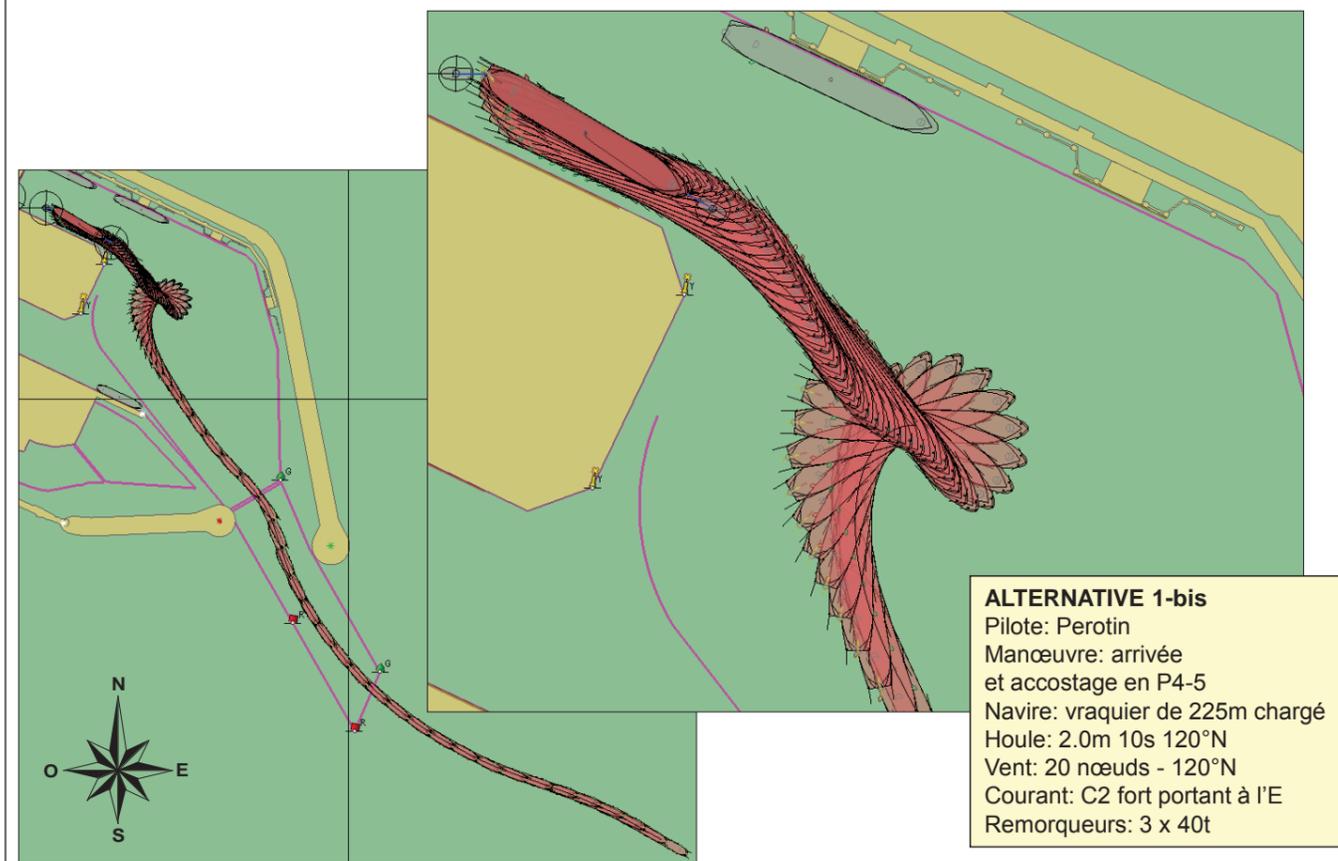


Figure 2.16b

Essai 16 – Commentaires du pilote

Approche à 6 nœuds dans l'axe du chenal.

A l'approche de la passe, le courant traversier portant vers l'est provoque une embardée sur tribord puis sur bâbord difficile à contrôler, qui par ailleurs ne permet pas de ralentir. Franchissement de la passe à 6,5 nœuds.

La présence de houle ne permettant pas de crocher les remorqueurs à l'extérieur en toute sécurité, on a pris le parti de les crocher à l'intérieur.

Une fois la passe franchie, on peut ralentir le navire à l'aide de la machine et en faisant travailler le remorqueur AR dès possible (vitesse < 6nœuds).

L'accostage au P4-5 après l'évitage ne pose pas de problème particulier.

Figure 2.16c

Essai 16 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

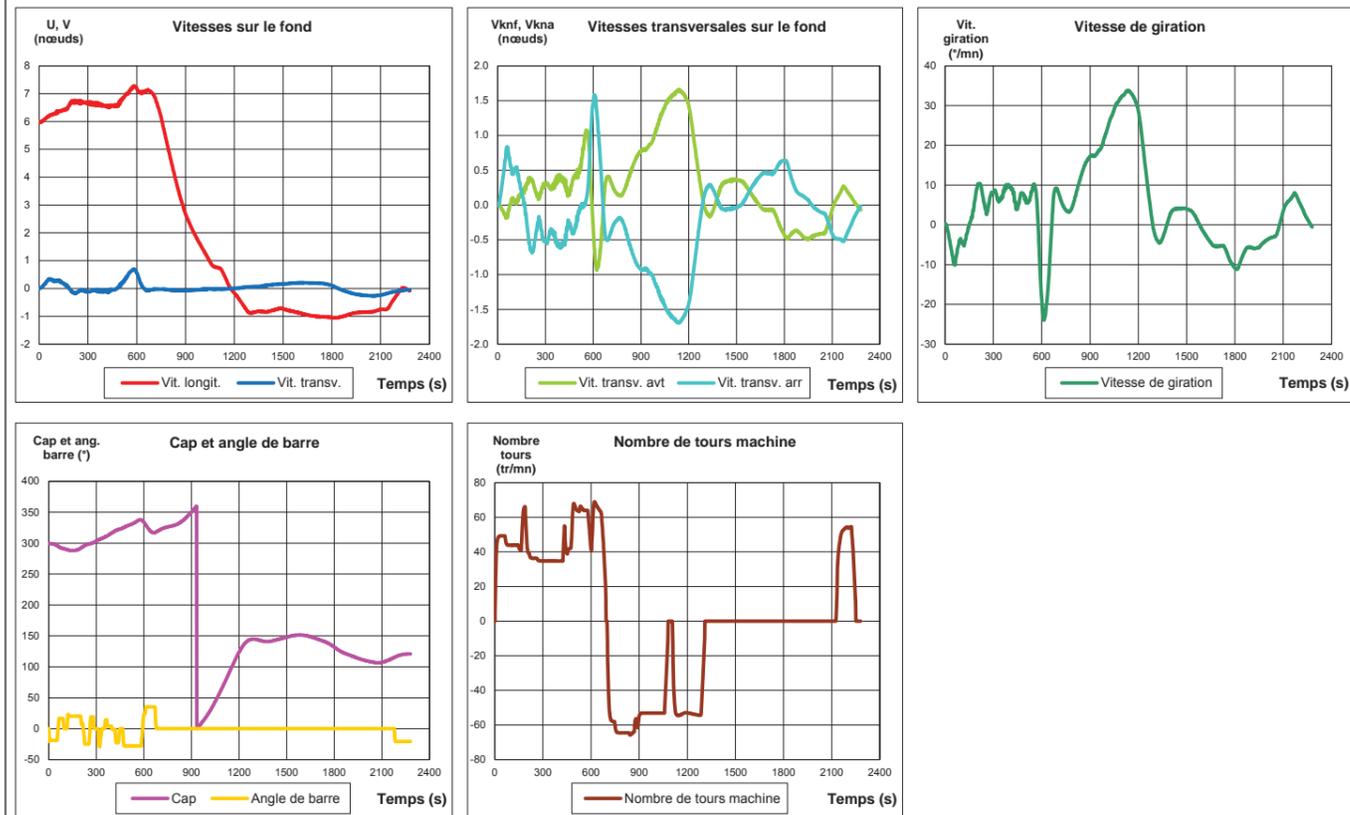


Figure 2.16d

Essai 16 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

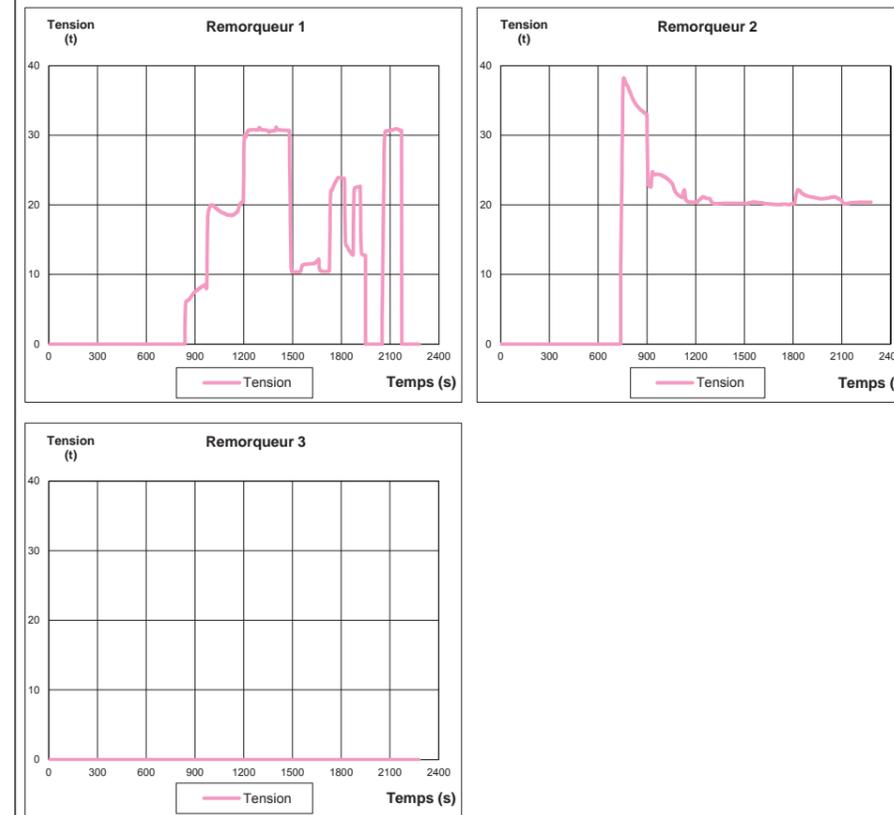


Figure 2.16e

Essai 16 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.17a

Essai 17 – Vue en plan de la trajectoire

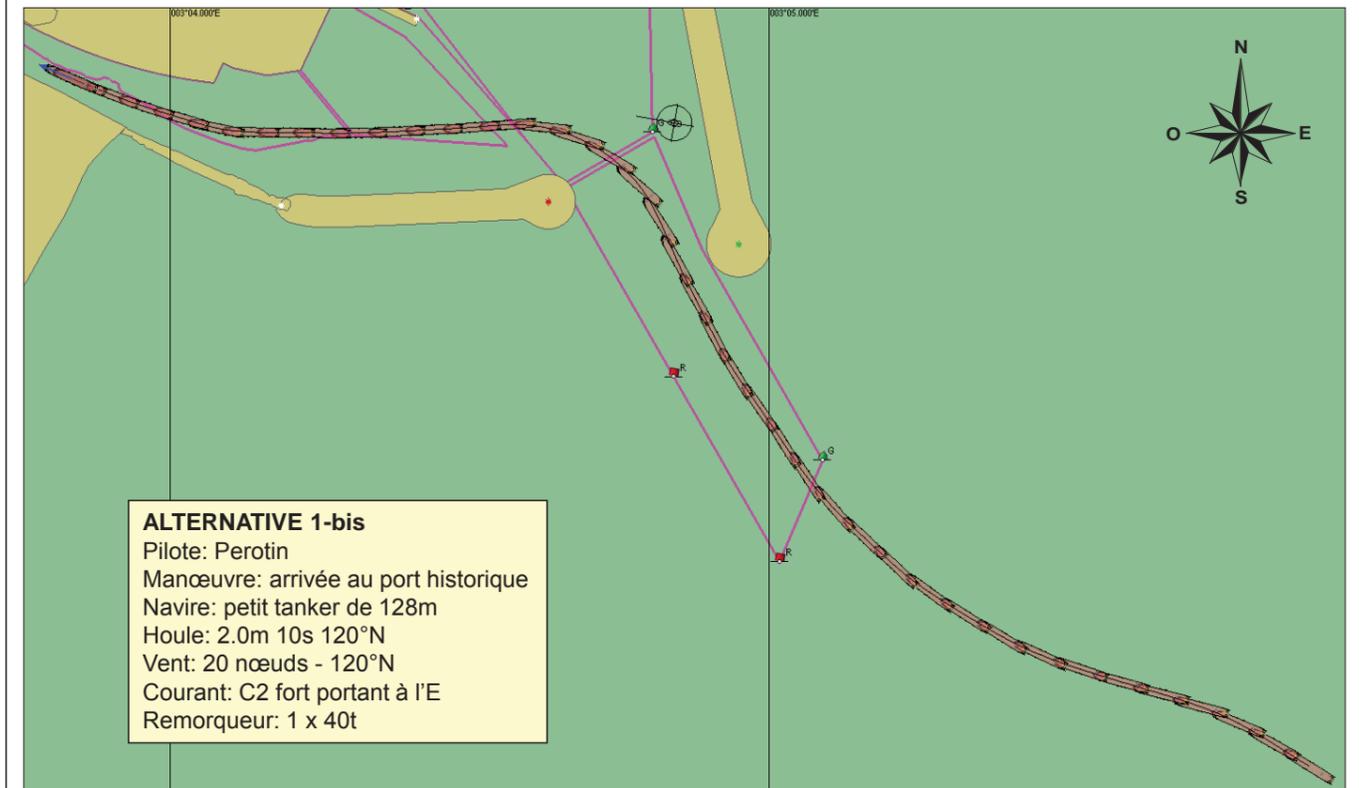


Figure 2.17b

Essai 17 – Commentaires du pilote

Présentation dans le chenal à 5,5 nœuds.

Suivi le chenal dans l'est de l'alignement.

Un remorqueur en stand-by à l'intérieur.

Lancé la giration vers le port historique en franchissant la passe.

Le navire reste parfaitement maniable dans la houle résiduelle après la passe.

Suivi le chenal en ralentissant jusqu'à l'actuelle capitainerie sans difficulté.

Trajectoire du navire au milieu du nouveau chenal soit sur la digue nord actuelle.

Figure 2.17c

Essai 17 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

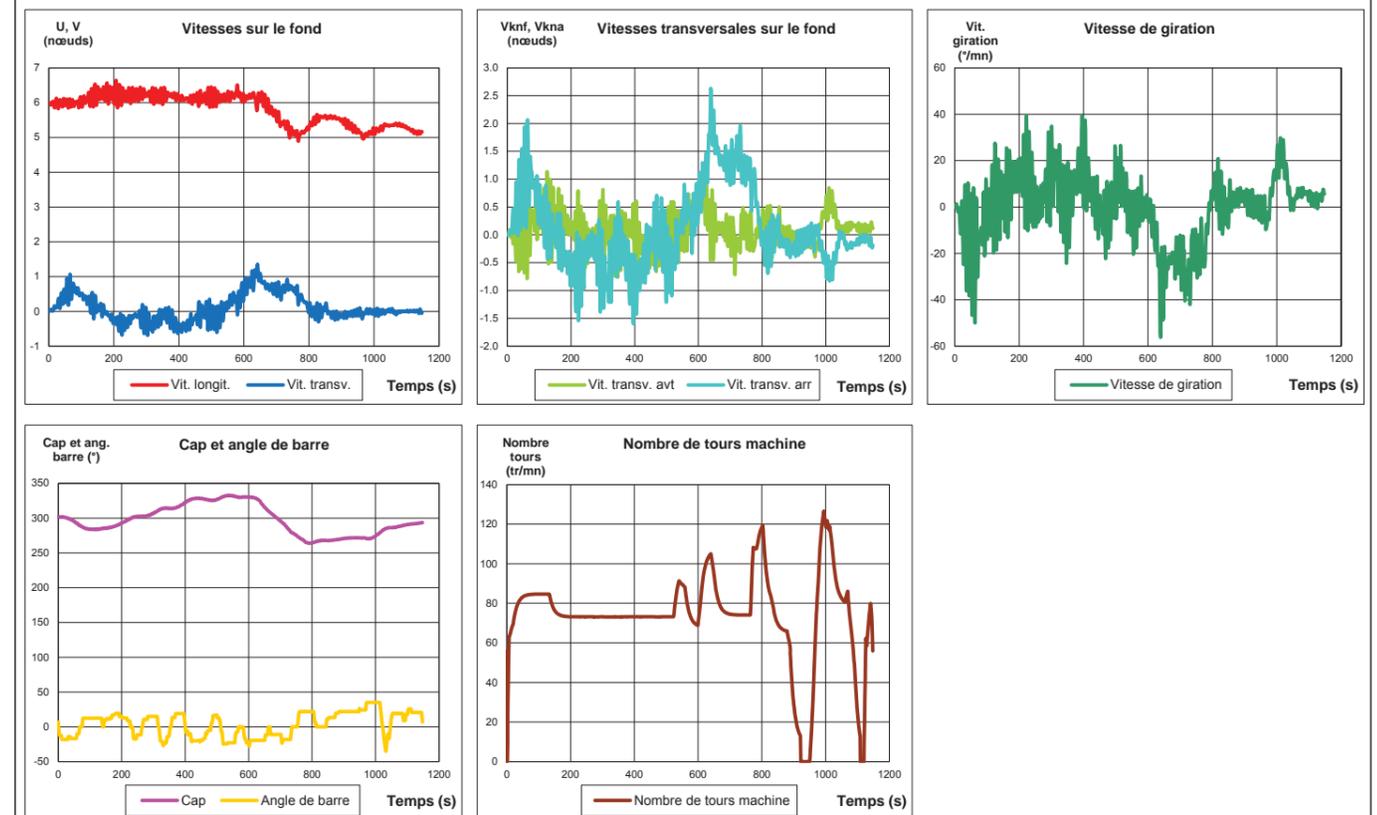


Figure 2.17d

Essai 17 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

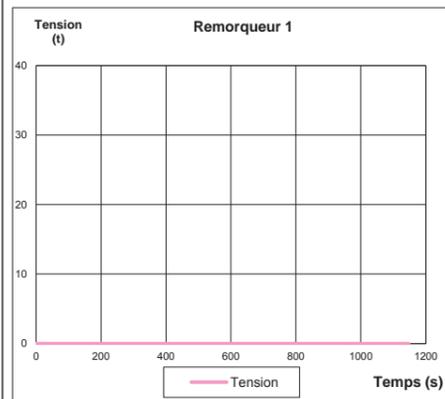


Figure 2.17e

Essai 17 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.18a

Essai 18 – Vue en plan de la trajectoire

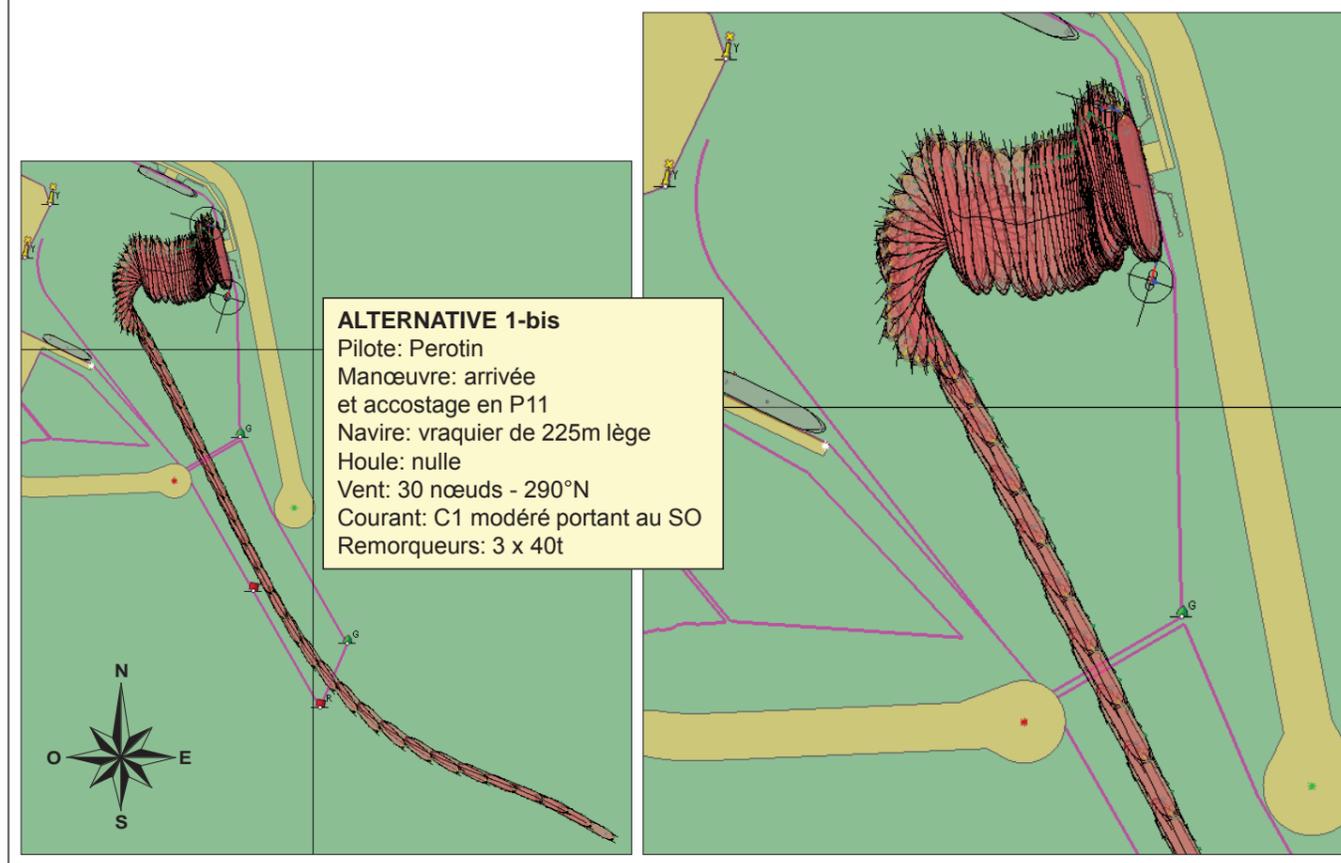


Figure 2.18b

Essai 18 – Commentaires du pilote

Chenalage dans l'ouest de l'alignement.

La présence de l'alignement permet de prendre très rapidement conscience de la dérive (assez sensible, le navire étant léger).

Prise des remorqueurs à l'extérieur (pas de houle).

Franchit la passe à 6 nœuds.

Le navire étant léger, l'auloffée est moins sensible et le navire a moins d'inertie.

Passage à une bonne longueur de navire du P10.

Manœuvre d'évitement et phase d'accostage à l'aide des deux remorqueurs de 40T. Les 2 remorqueurs ont permis de retenir le navire correctement, vitesse d'accostage < 0,6 nœuds.

Figure 2.18c

Essai 18 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

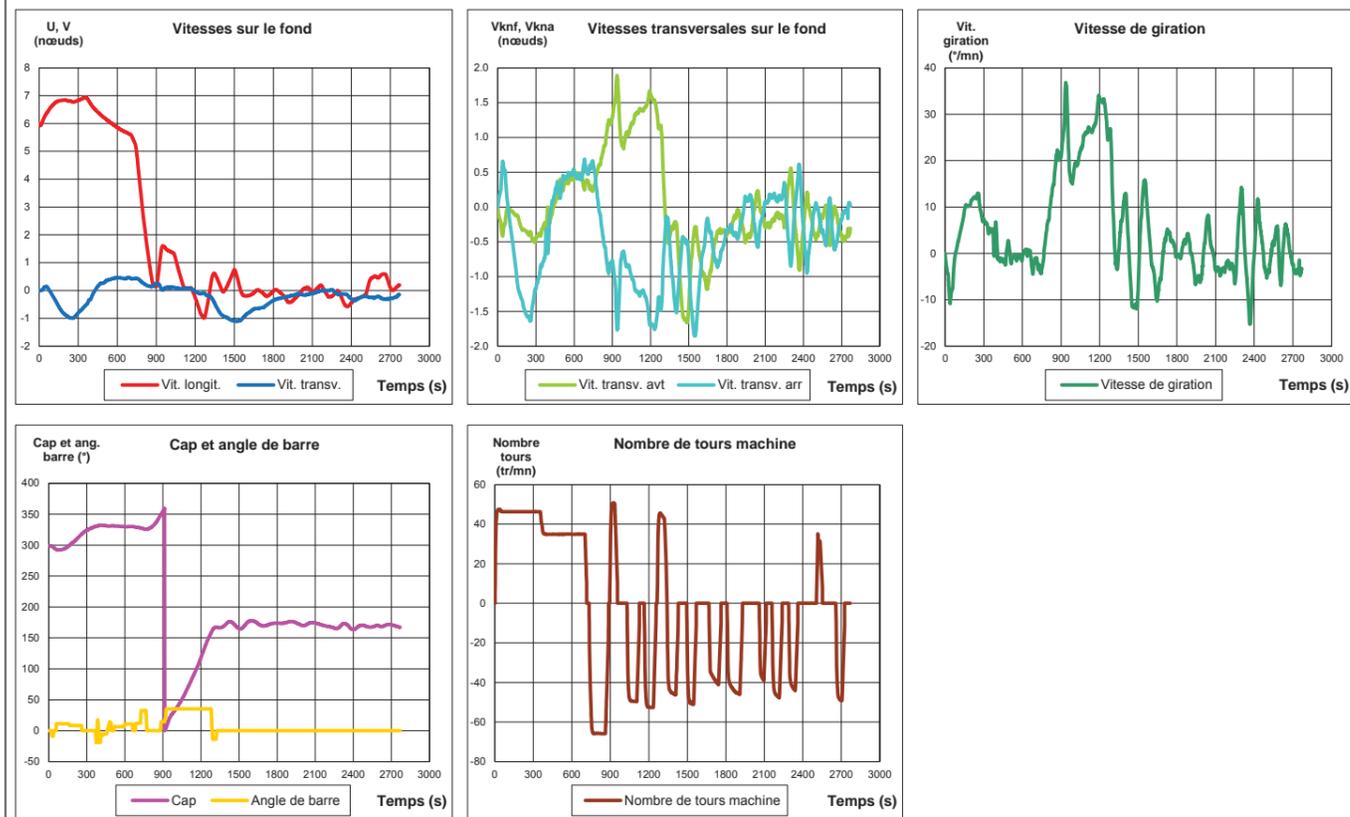


Figure 2.18d

Essai 18 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

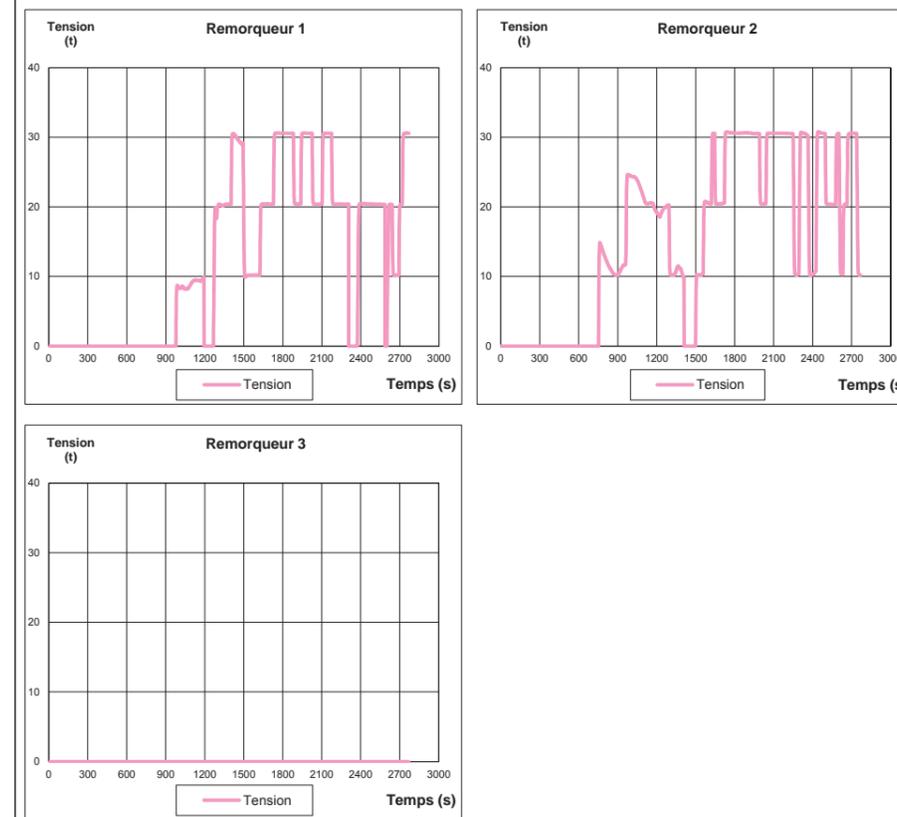


Figure 2.18e

Essai 18 – Vue du modèle 3D pendant la simulation

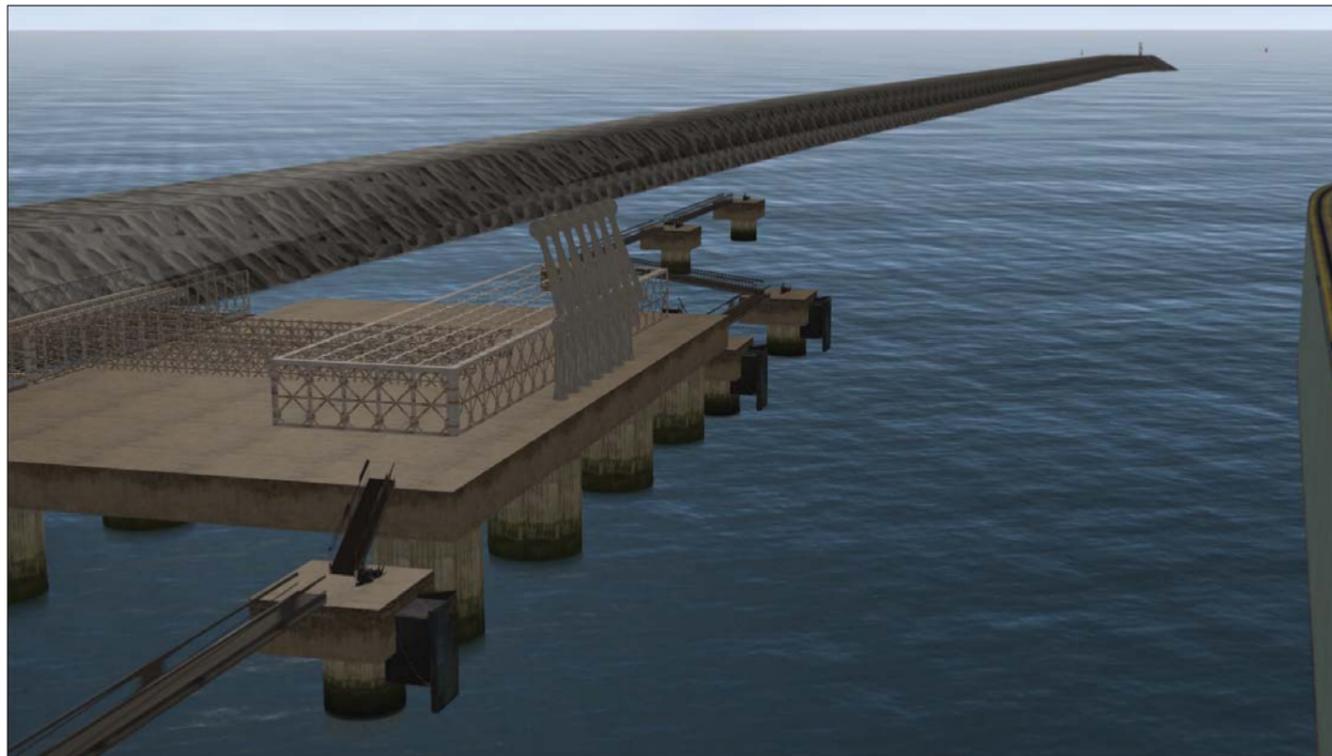


Figure 2.19a

Essai 19 – Vue en plan de la trajectoire

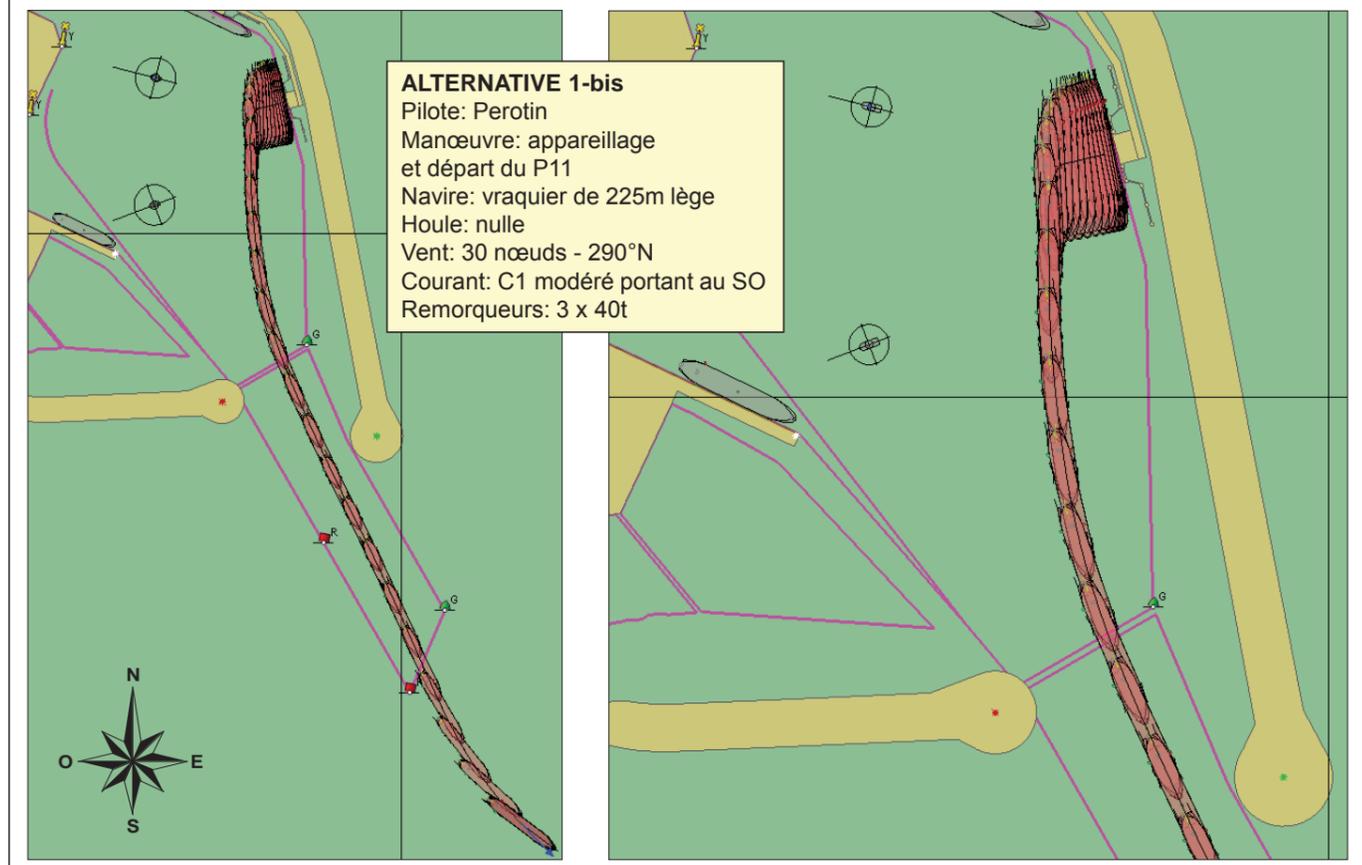


Figure 2.19b

Essai 19 – Commentaires du pilote

Les deux remorqueurs (40T) crochés à l'avant et à l'arrière, travaillant à 75% de leur puissance ont permis de décoster le navire.

Une fois décosté, pas rencontré de difficulté pour prendre de l'erre en avant. Largué le remorqueur avant, puis le remorqueur arrière à 3 nœuds.

Chenalé jusqu'à la sortie du chenal sans difficulté particulière, en étant attentif à la dérive due au vent à l'intérieur, et à l'extérieur due au courant traversier.

La vitesse de franchissement de la passe est ici un peu élevée (8 nœuds).

Figure 2.19c

Essai 19 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

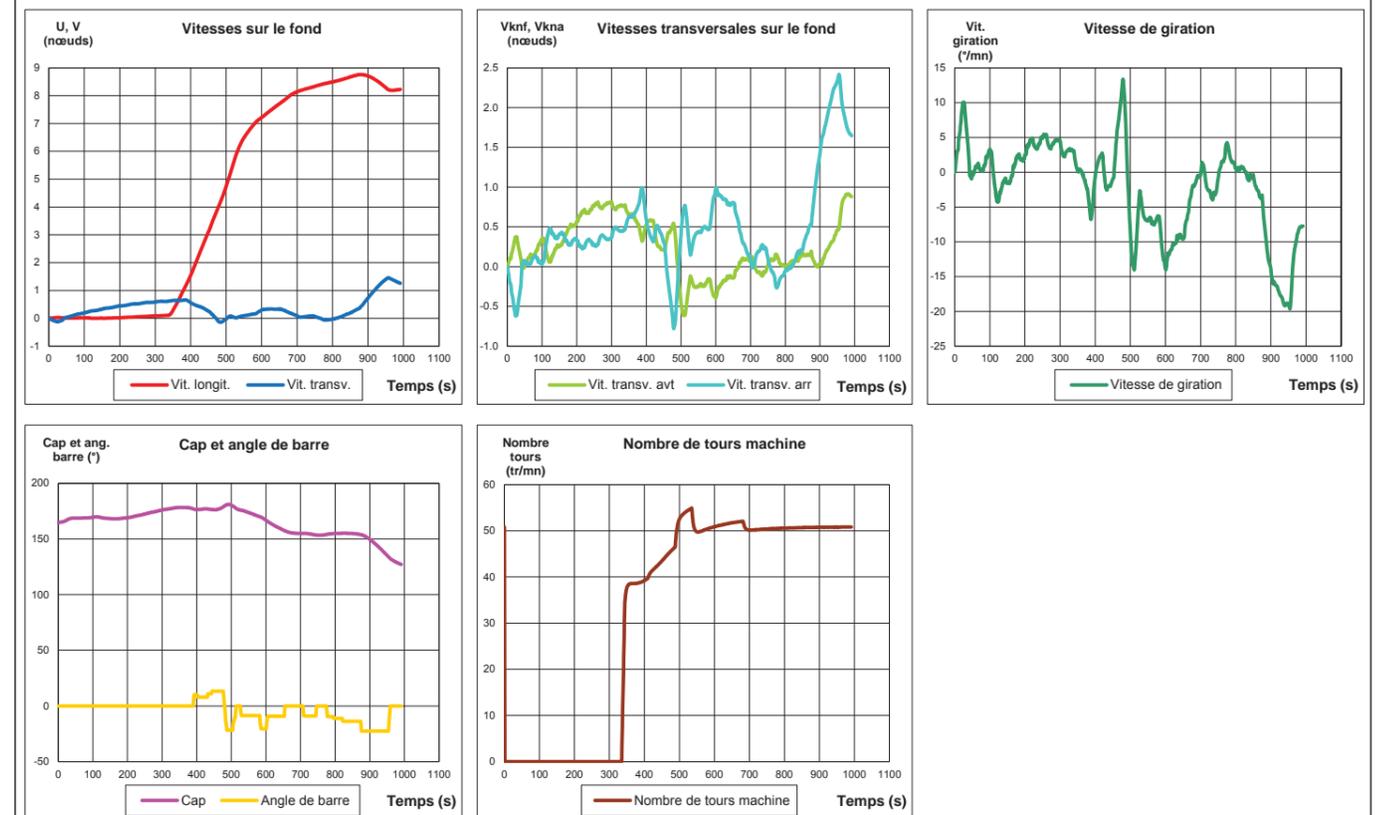


Figure 2.19d

Essai 19 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

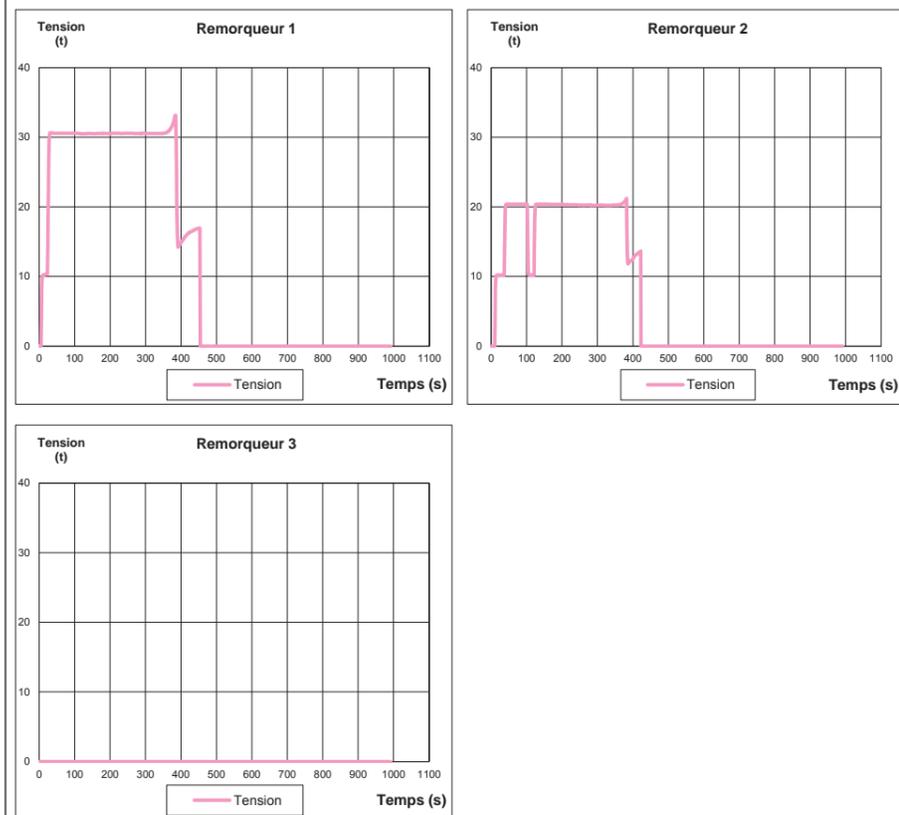


Figure 2.19e

Essai 19 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.20a

Essai 20 – Vue en plan de la trajectoire

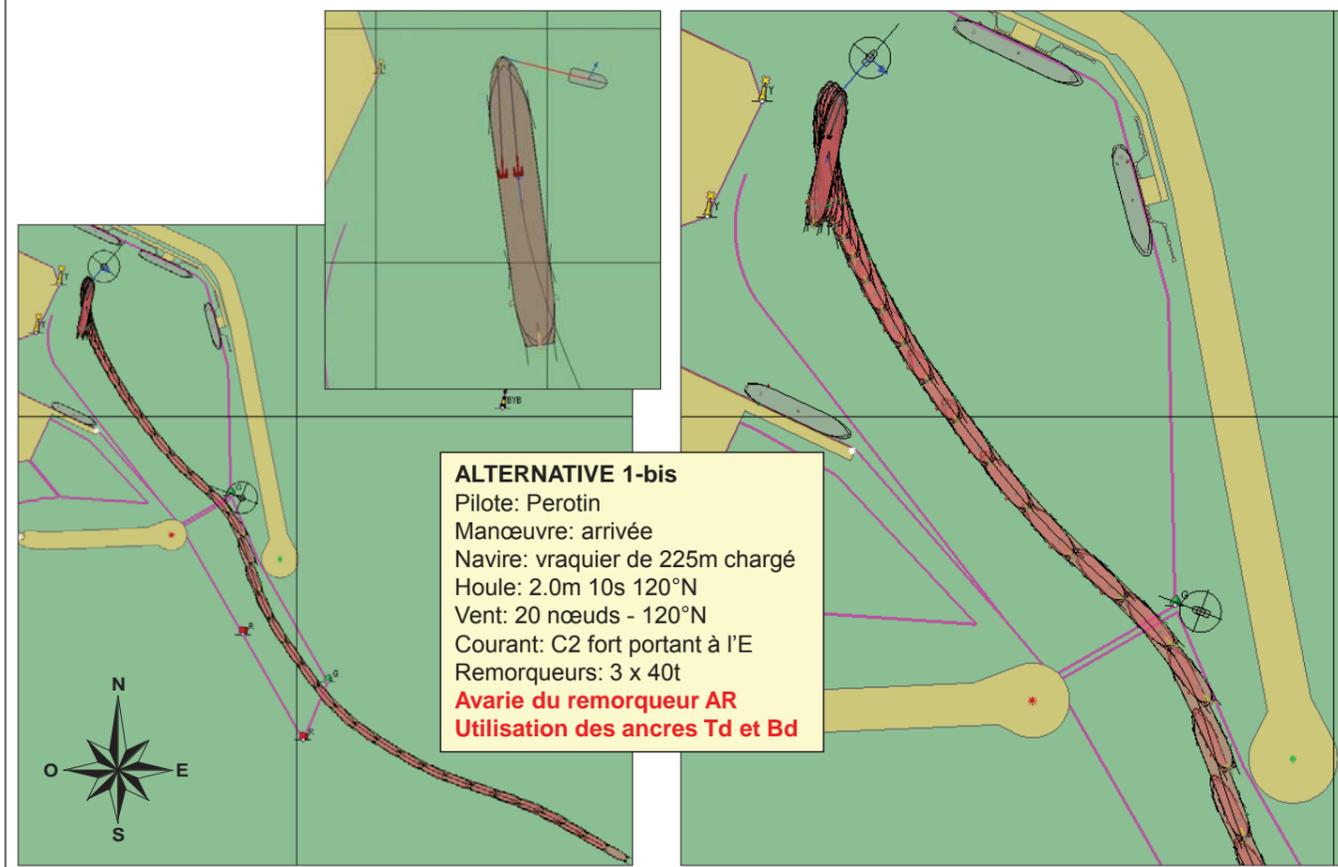


Figure 2.20b

Essai 20 – Commentaires du pilote

Approche à 6 nœuds dans l'axe du chenal.

A l'approche de la passe, le courant traversier portant vers l'est provoque une embardée sur tribord puis sur bâbord difficile à contrôler, qui par ailleurs ne permet pas de ralentir. Franchi la passe à 7 nœuds. Remorqueurs en attente à l'intérieur.

A la passe on signale le remorqueur arrière indisponible.

Stoppé la machine puis battu arrière toute.

Pris le remorqueur avant et fait travailler celui-ci sur avant tribord à 25% de sa puissance, en complément de l'effet de pas pour utiliser « l'Under water resistance ».

Une fois la vitesse tombée en dessous de 4 nœuds, fait mouiller tribord 2 maillons à draguer, puis bâbord 2 maillons à draguer. Fait allonger tribord à 3 maillons puis bâbord à trois maillons. Stoppé le navire le gaillard dans l'axe du poste 4-5.

Figure 2.20c

Essai 20 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

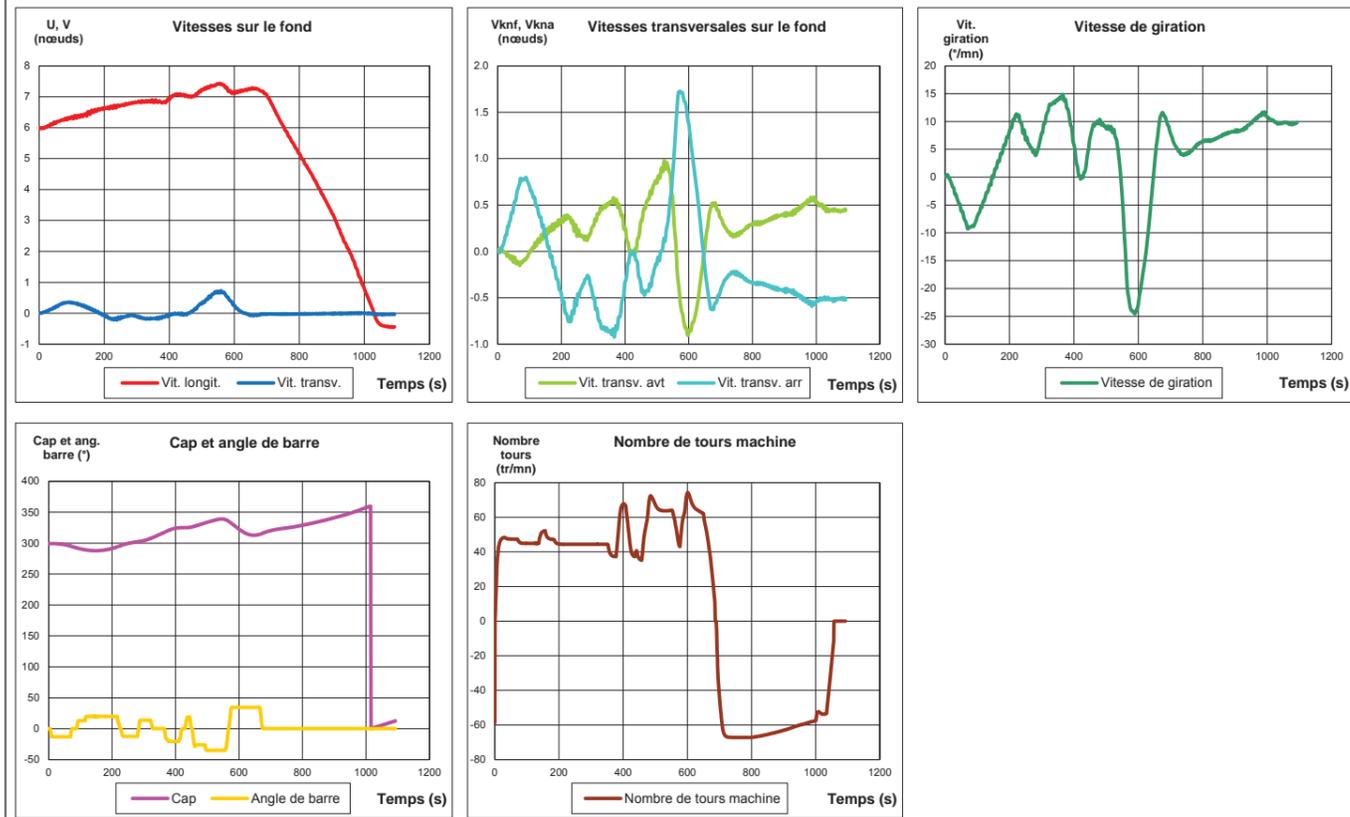


Figure 2.20d Essai 20 – Caractéristiques des remorqueurs (et ancrés) en fonction du temps

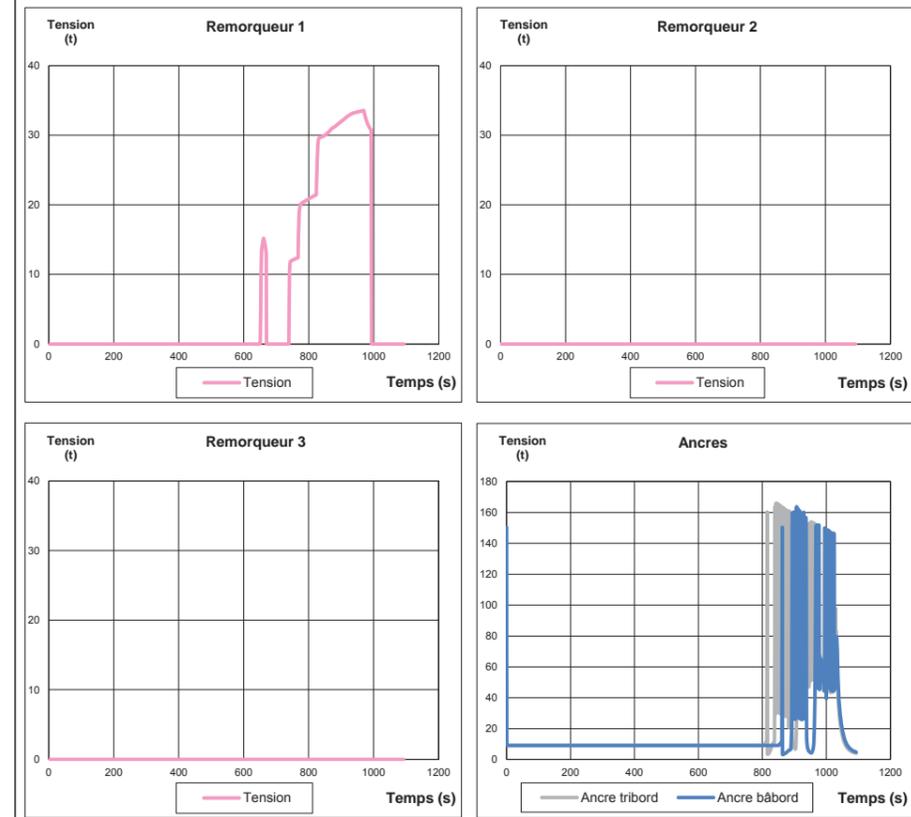


Figure 2.20e

Essai 20 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.21a

Essai 21 – Vue en plan de la trajectoire

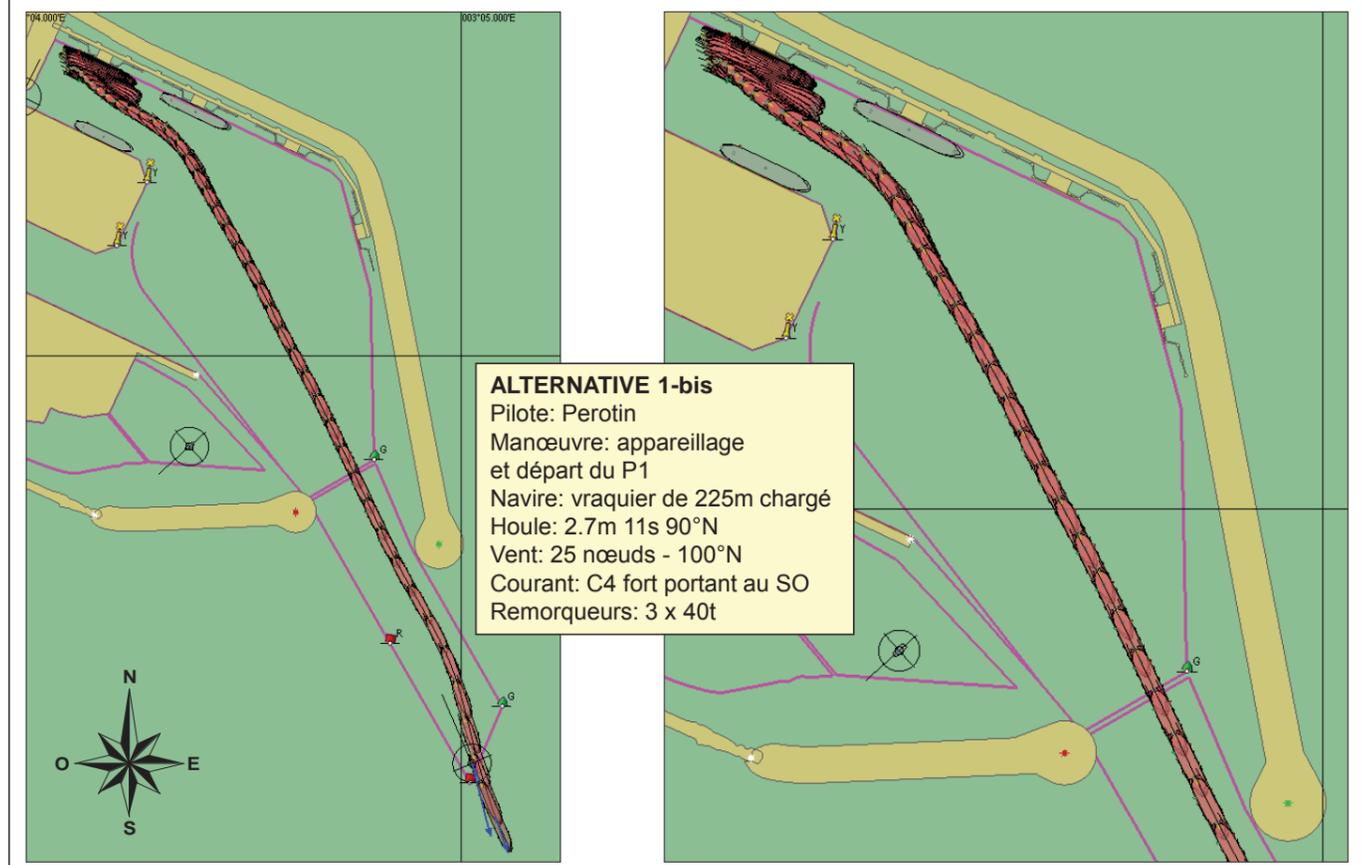


Figure 2.21b

Essai 21 – Commentaires du pilote

Les deux remorqueurs (40T) crochés à l'avant et à l'arrière, permettent de décoster le navire en évitant de culer.

Une fois décosté, lorsque le navire prend de l'erre en avant, il a tendance à lofer (ici venir sur bâbord); il sera bon de garder les remorqueurs jusqu'à être clair des navires amarrés aux P2 et P5.

La largeur de la darse semble adaptée.

Le chenalage jusqu'à la passe, franchie à 5,5noeuds, ne présente pas de difficulté particulière.

Dans le chenal le navire prend le courant sur bâbord et dérive vers l'ouest, et ici passe près de la bouée d'entrée ouest.

L'élargissement du chenal vers l'est permettrait de dégager dans l'est dès le passage du musoir de la jetée nord, et d'avoir rapidement un plus grand clair sous quille.

Figure 2.21c

Essai 21 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

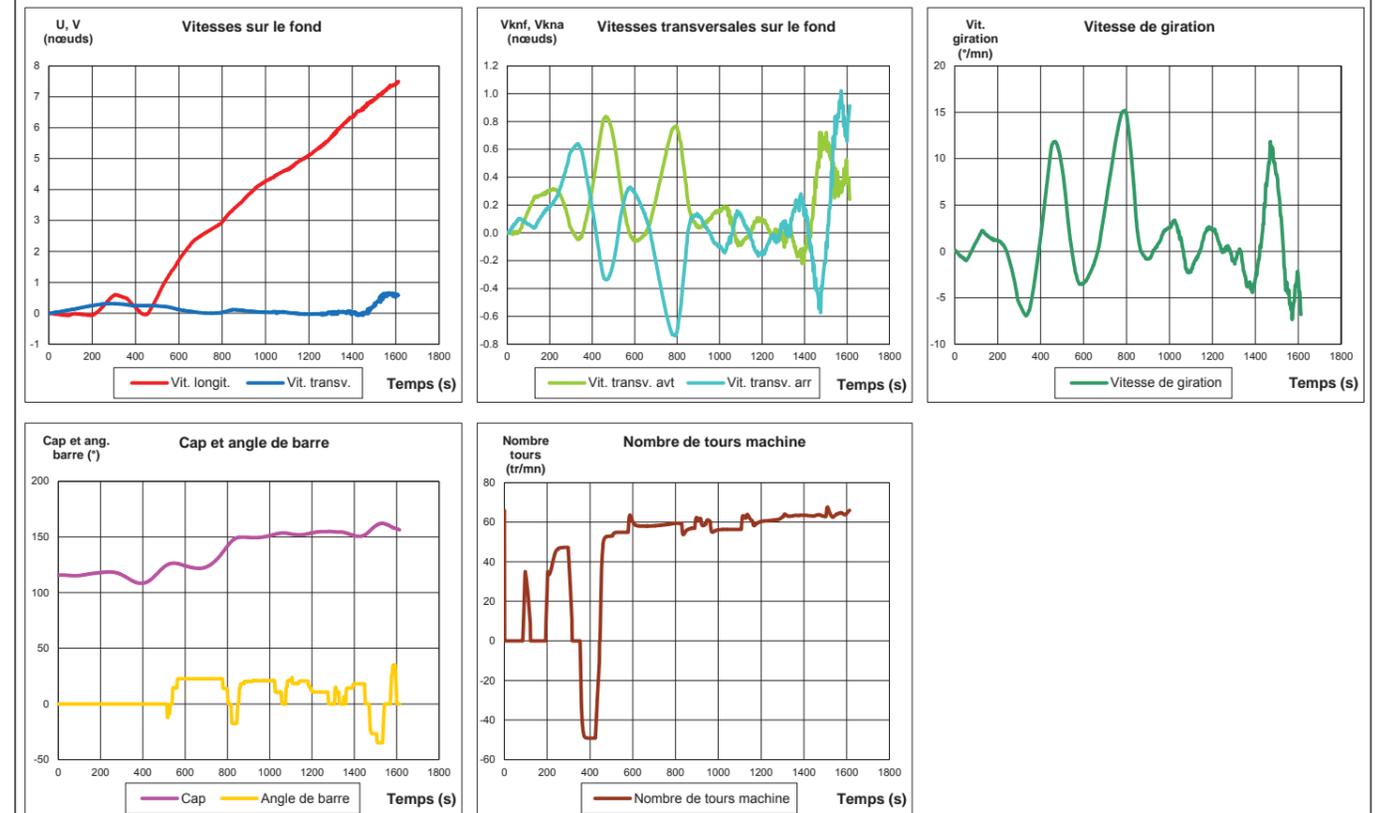


Figure 2.21d

Essai 21 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

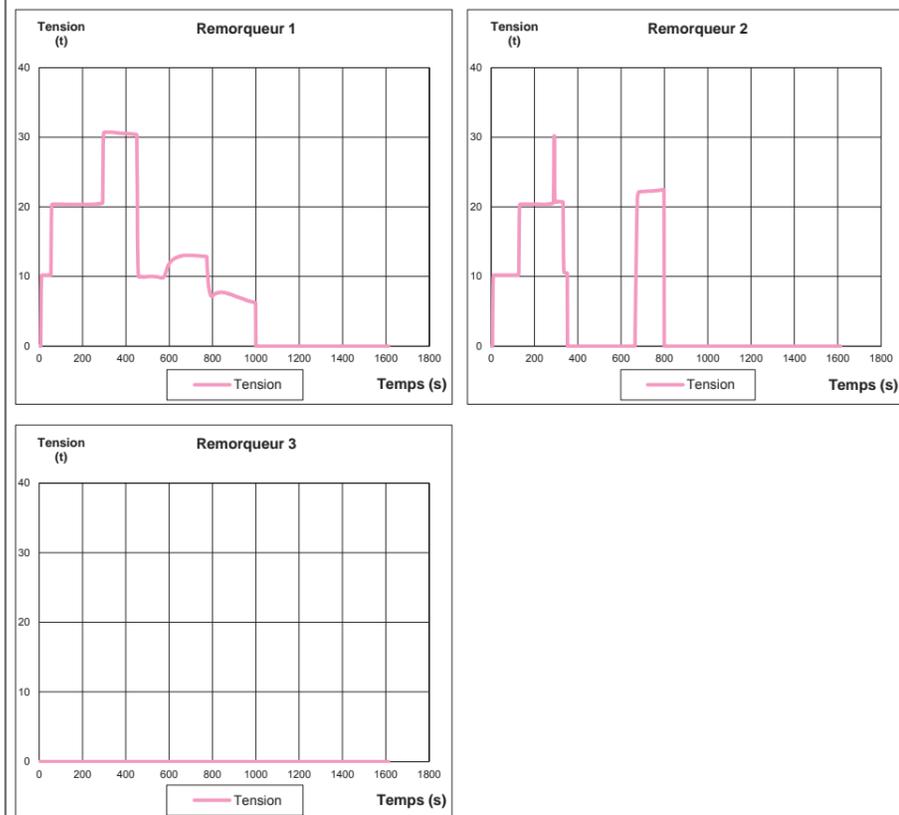


Figure 2.21e

Essai 21 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.22a

Essai 22 – Vue en plan de la trajectoire

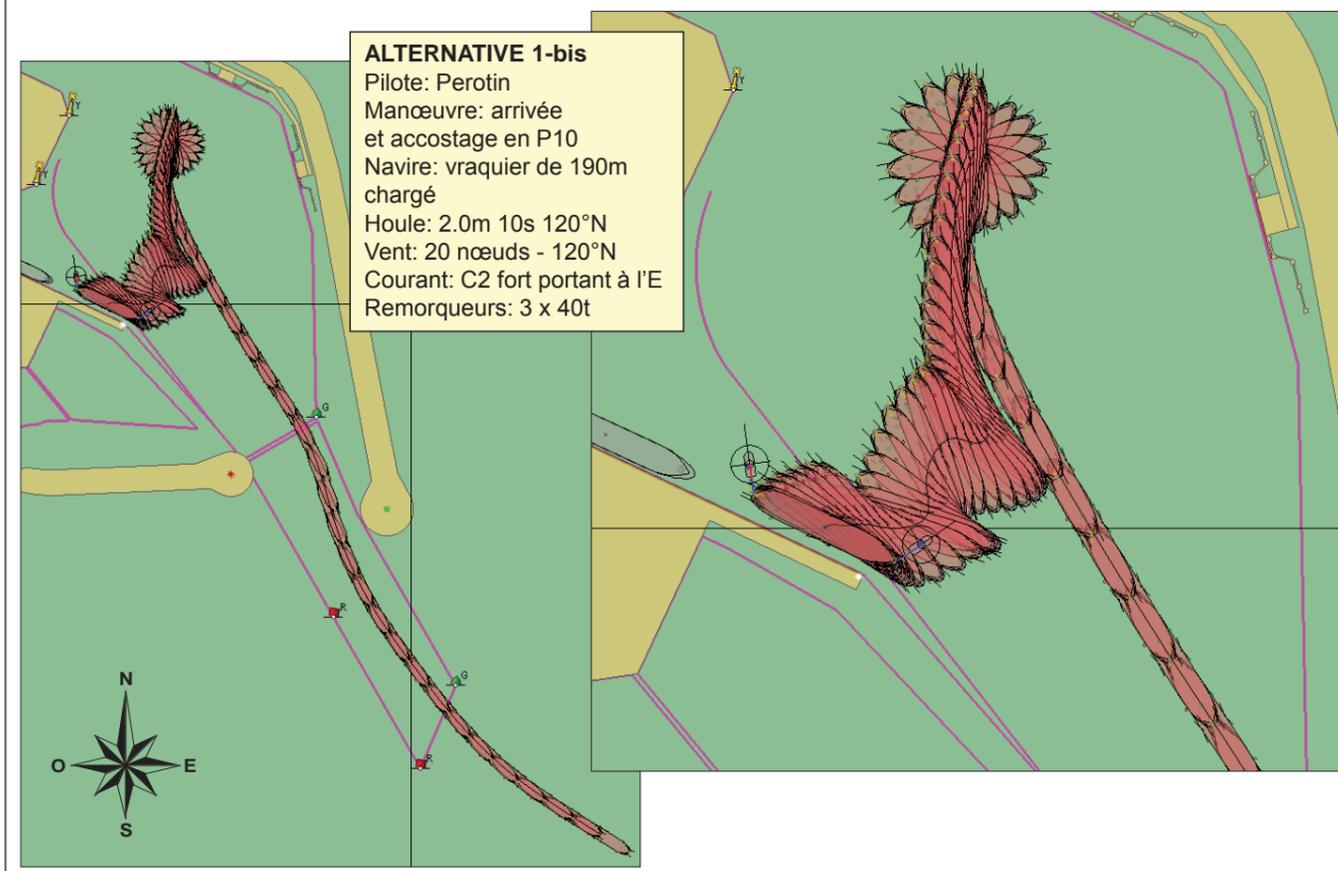


Figure 2.22b

Essai 22 – Commentaires du pilote

Approche à 6 nœuds dans l'axe du chenal.

A l'approche de la passe, le courant traversier portant vers l'est provoque une embardée sur tribord puis sur bâbord.

Le contrôle de l'embardée - plus aisée qu'avec le navire projet - à l'aide de la machine et de la barre, ainsi que la houle ne permettent pas de réduire la vitesse dès le franchissement de la passe.

La distance d'arrêt disponible permet de stopper ce navire, peu puissant en arrière, à l'aide de la machine et des remorqueurs une fois les remorqueurs crochés à l'intérieur.

Une fois l'évitage terminé, on peut s'approcher (plus qu'ici) du poste à faible vitesse, et terminer la manœuvre d'accostage au P10 à l'aide des deux remorqueurs.

Figure 2.22c

Essai 22 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

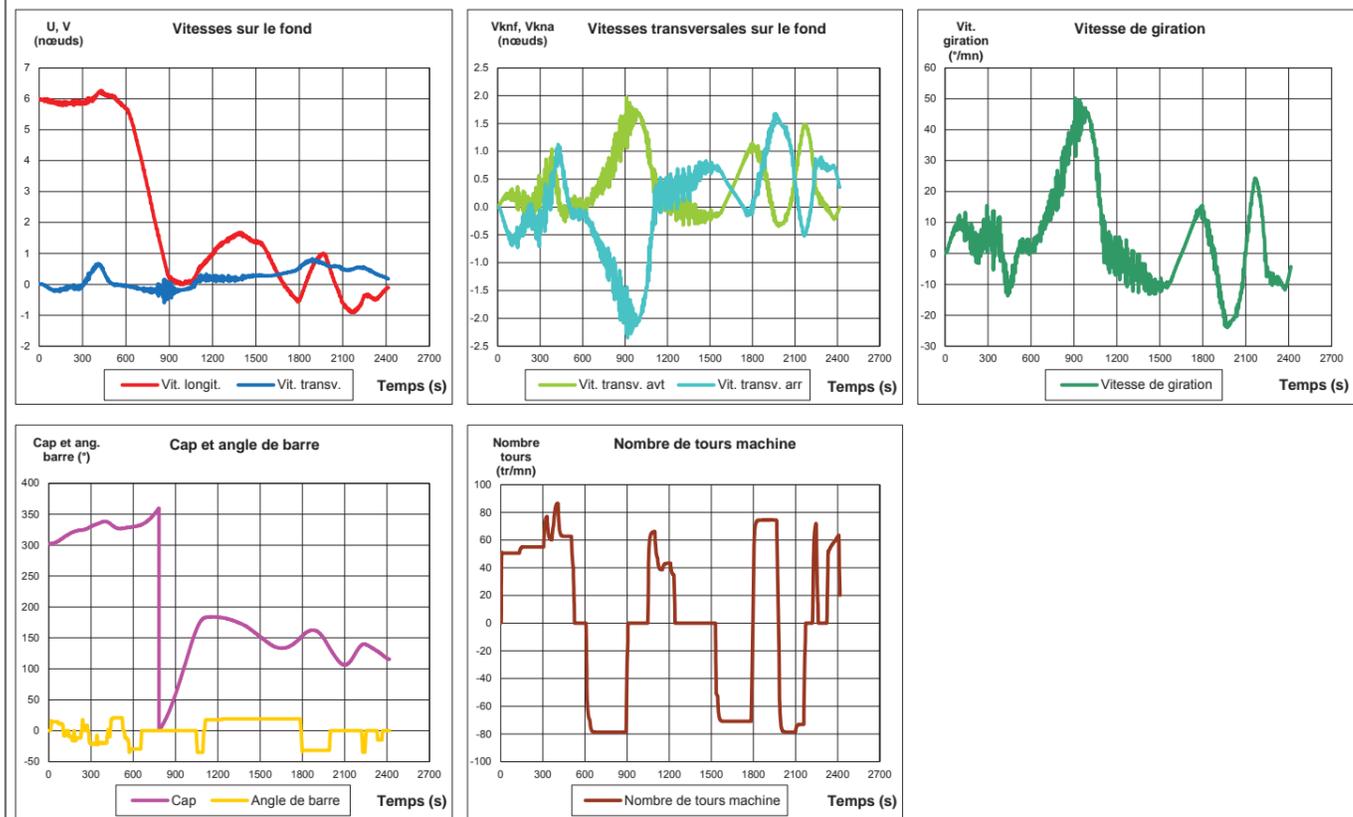


Figure 2.22d

Essai 22 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

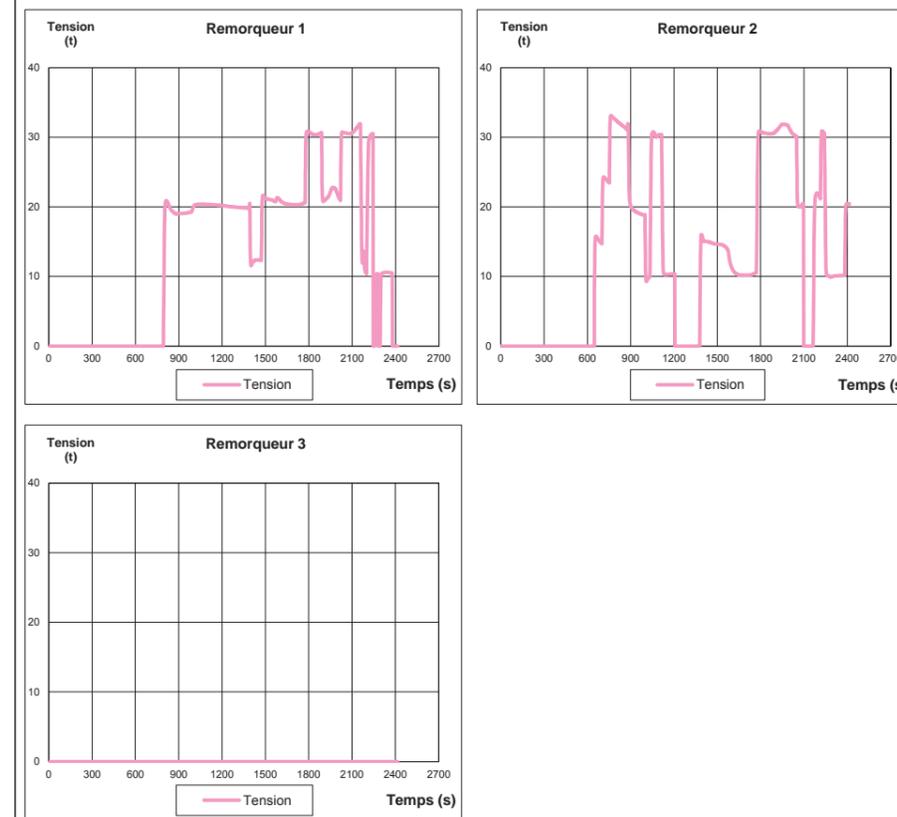


Figure 2.22e

Essai 22 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.23a

Essai 23 – Vue en plan de la trajectoire

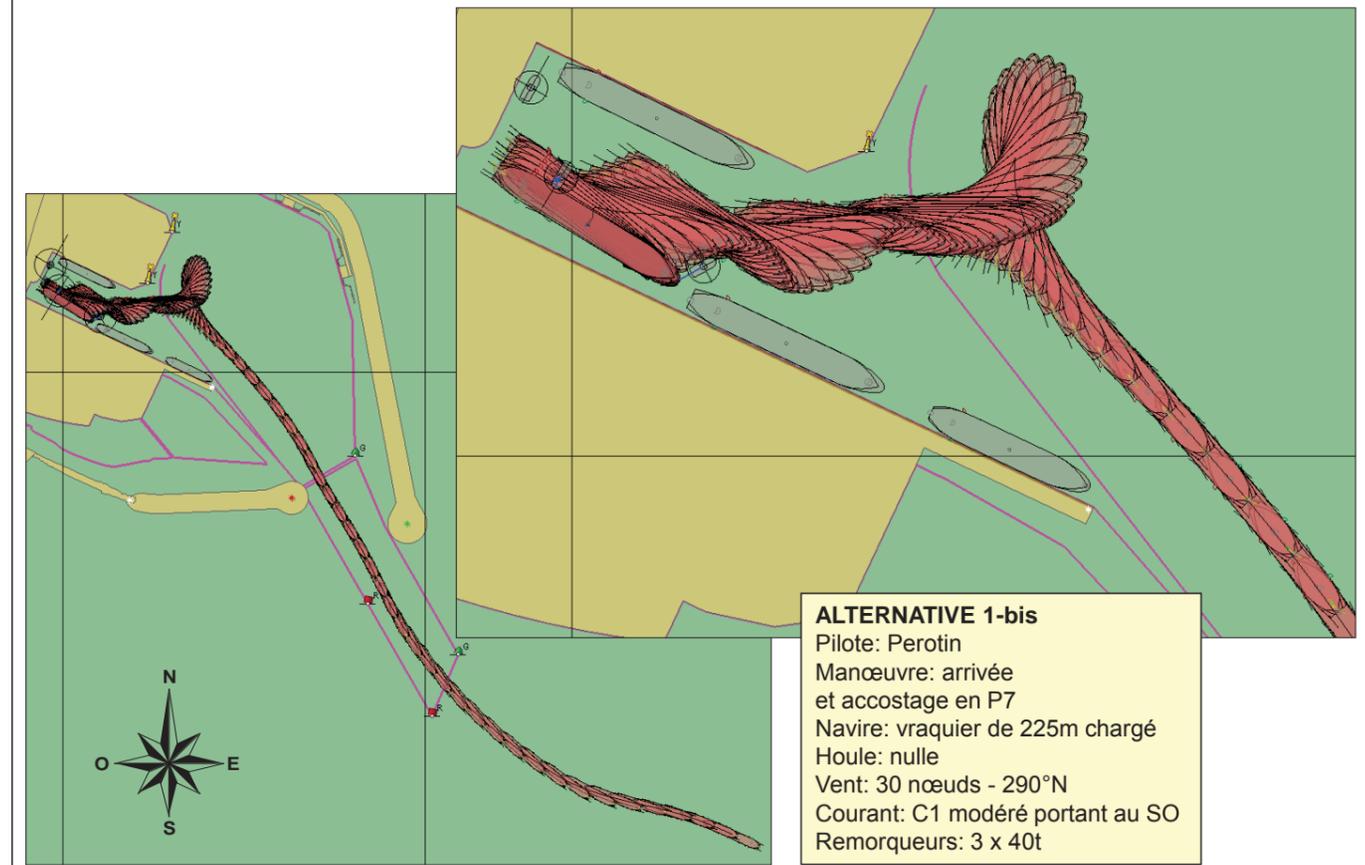


Figure 2.23b

Essai 23 – Commentaires du pilote

Approche à 6 nœuds.

Croché les remorqueurs avant et arrière à l'extérieur de la passe (pas de houle).

Une fois la passe franchie, dès que l'on réduit l'allure le navire lofe (réaction normale), la présence de l'alignement est précieuse et permet de déceler la tendance du navire à lofer.

Après l'évitage, la remontée en arrière vers le poste 7 à l'aide des remorqueurs (jusqu'à 75% du bollard pull, 30T) nécessite une grande attention (présence de navires au P6, P8 et P10), la largeur de la darse n'offrant pas de marge.

Pour l'accostage on utilisera un remorqueur à pousser et les remorqueurs avant et arrière, pour contrôler la vitesse d'accostage du navire.

La possibilité de travailler en push-pull serait intéressante pour les accostages en fond de darse.

Figure 2.23c

Essai 23 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

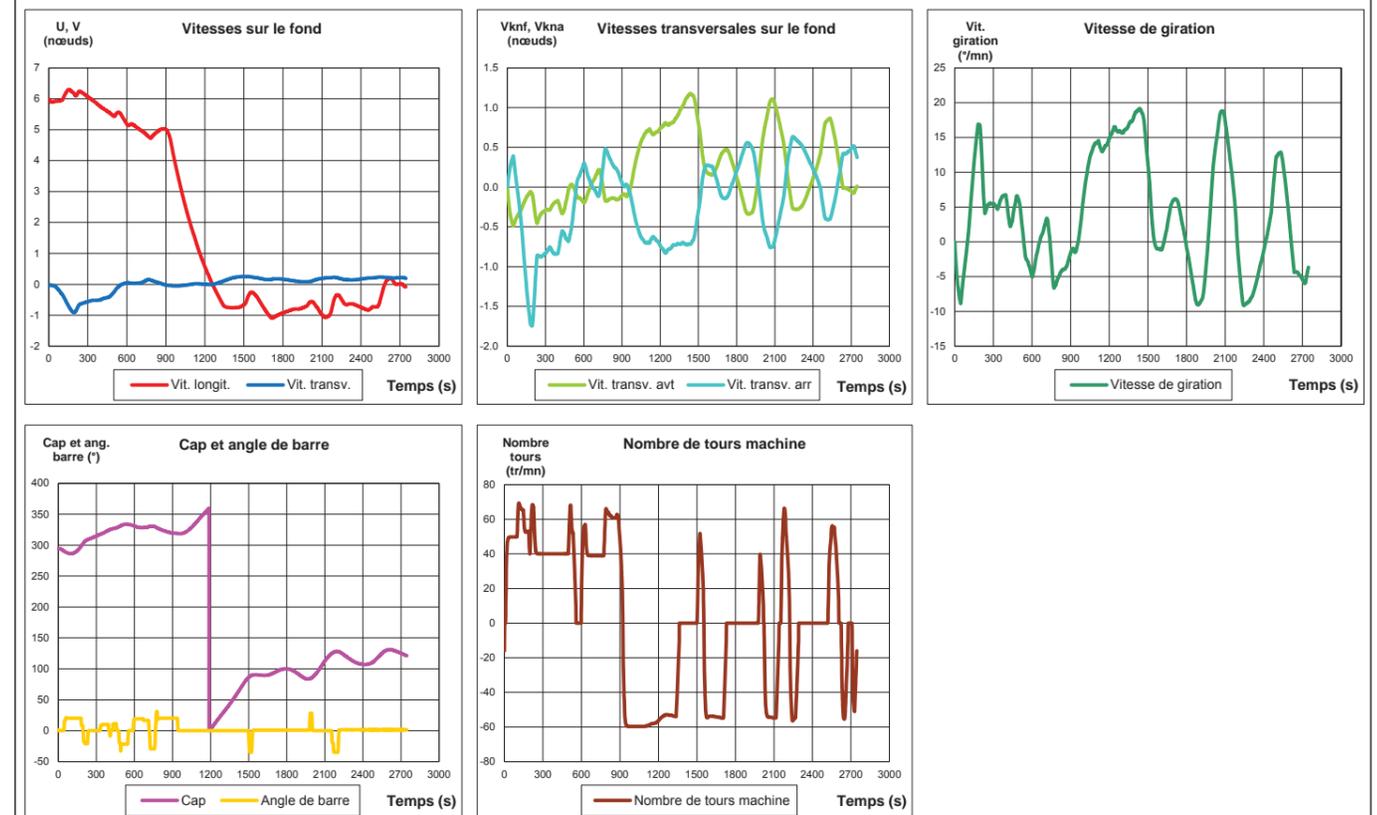


Figure 2.23d

Essai 23 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

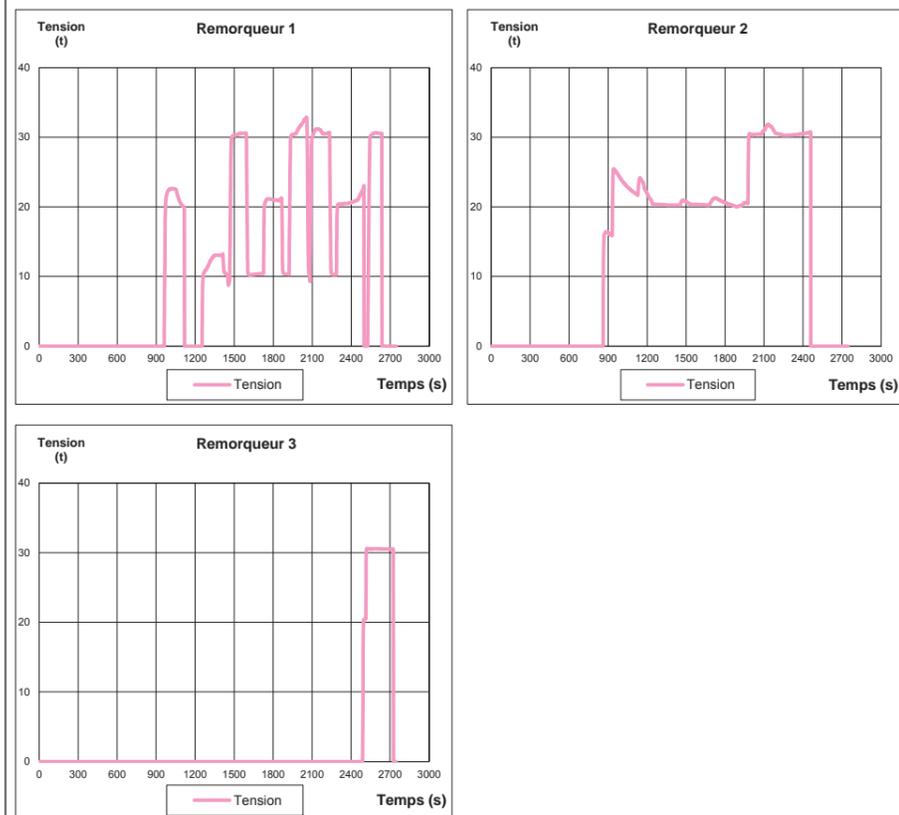


Figure 2.23e

Essai 23 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.24a

Essai 24 – Vue en plan de la trajectoire

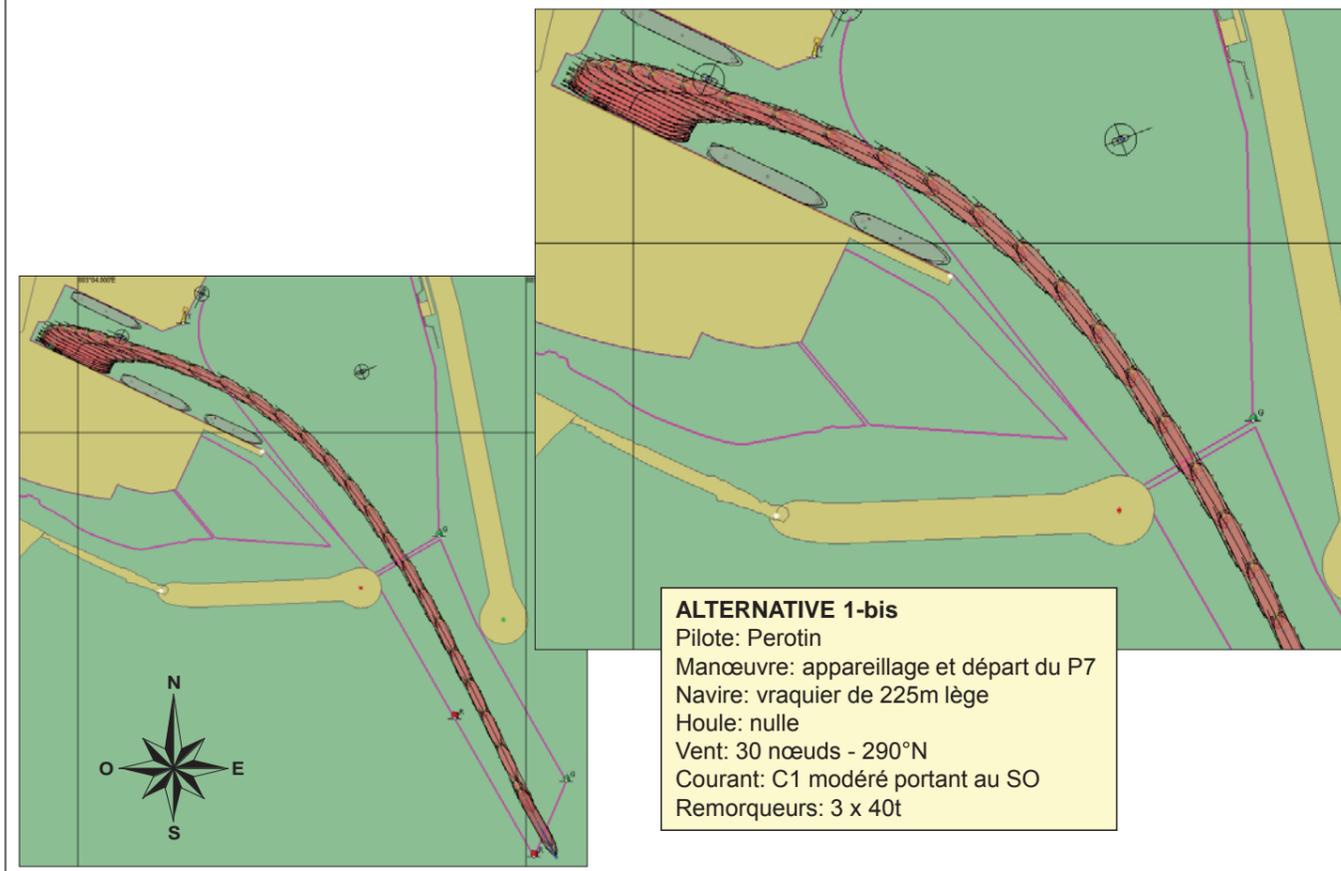


Figure 2.24b

Essai 24 – Commentaires du pilote

Les deux remorqueurs (40T) crochés à l'avant et à l'arrière, permettent de décoster le navire en évitant de prendre de l'erre en avant.

La possibilité de travailler en push-pull serait intéressante pour les appareillages de fond de darse.

Il sera bon de garder les remorqueurs jusqu'à être clair des navires amarrés aux P6 et P8.

La largeur de la darse semble adaptée.

Le chenalage jusqu'à la passe, franchie à 6,2 nœuds, ne présente pas de difficulté particulière.

Dans le chenal le navire prend le courant sur bâbord et dérive vers l'ouest.

L'élargissement du chenal vers l'est permettrait de dégager dans l'est dès le passage du musoir de la jetée nord, et de pouvoir contrer la dérive vers l'ouest.

Figure 2.24c

Essai 24 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

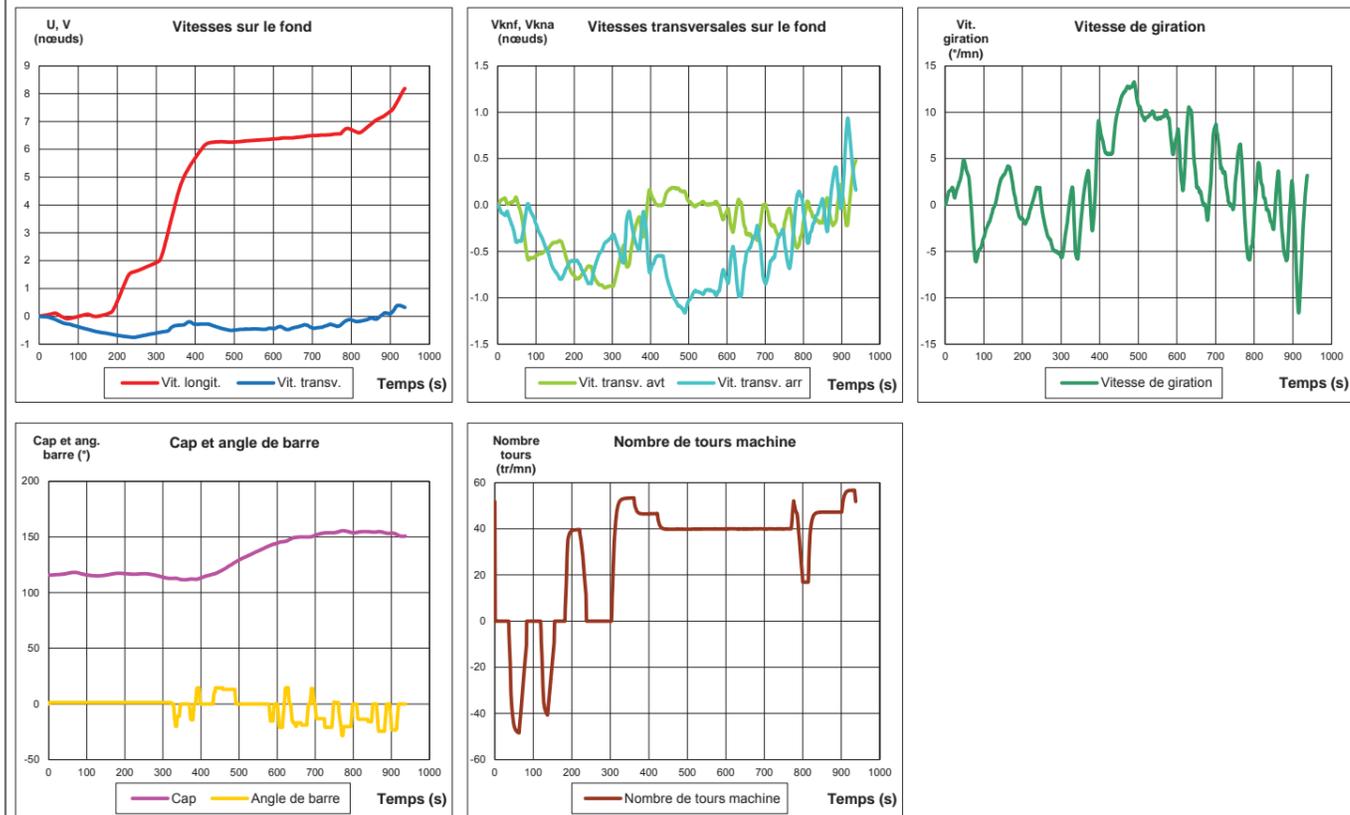


Figure 2.24d

Essai 24 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

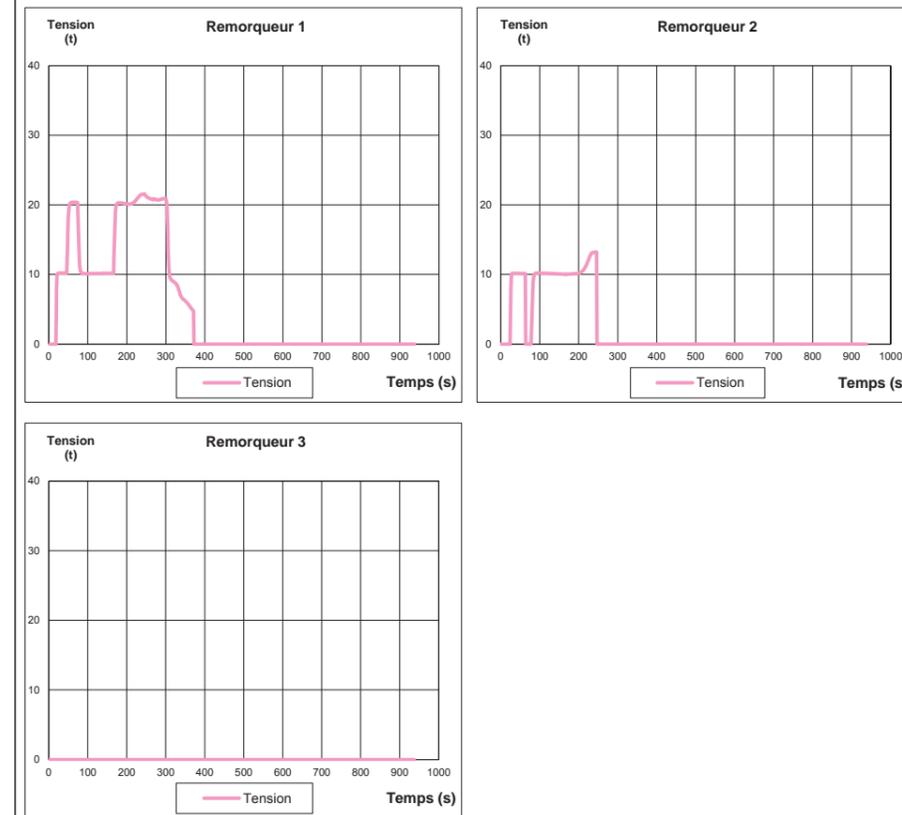


Figure 2.24e

Essai 24 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.25a

Essai 25 – Vue en plan de la trajectoire

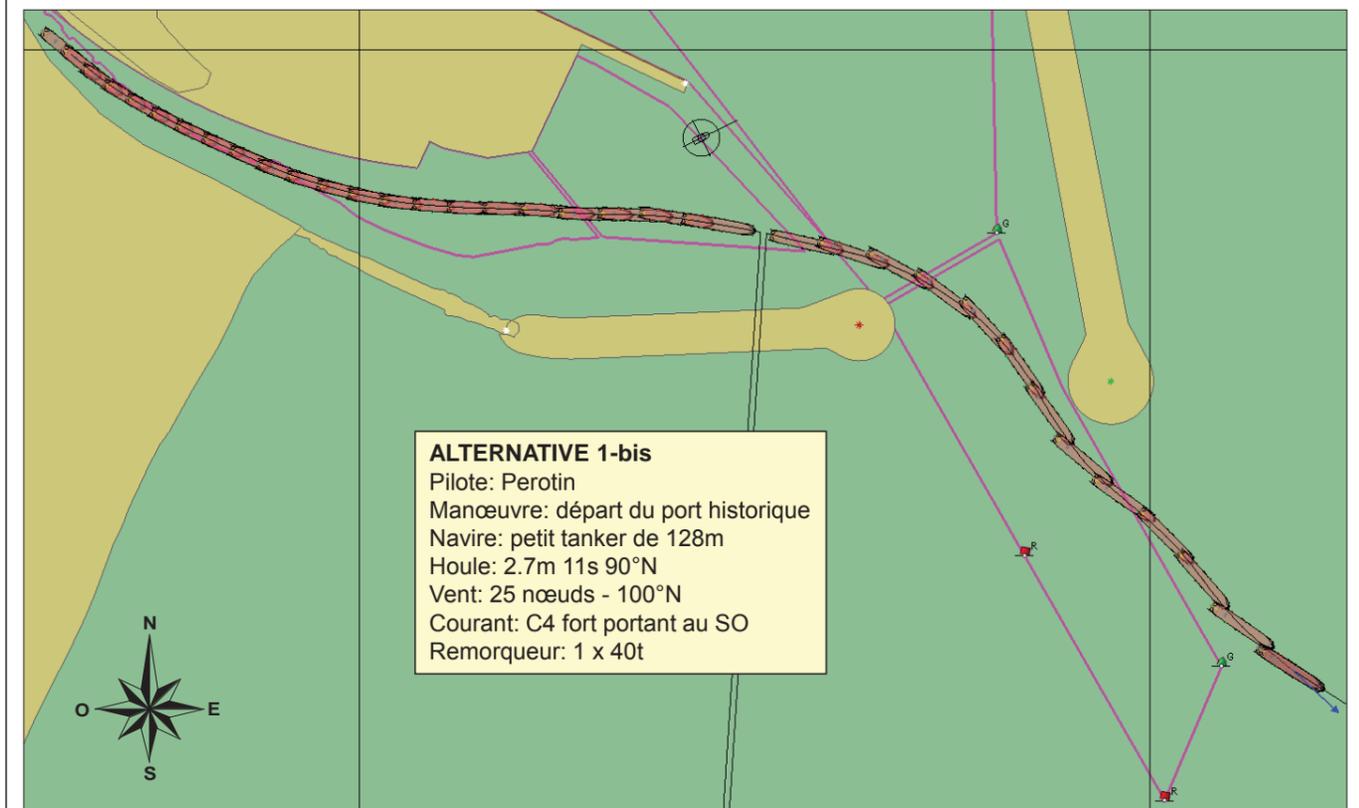


Figure 2.25b

Essai 25 – Commentaires du pilote

Vitesse à la capitainerie 3 nœuds.

Un remorqueur croché à l'avant à accompagner. Le remorqueur devra être largué avant d'arriver à la passe pour des raisons de sécurité (forte houle).

Arrondi le musoir de la jetée sud et venu dans l'est du chenal.

Compte tenu du tirant d'eau du navire, il est possible de dégager dans l'est du chenal, et plus franchement qu'effectué ici, pour gouverner bout à la houle et éviter de se faire dépaler vers l'ouest.

L'élargissement du chenal vers l'est permettrait certainement d'avoir une mer et une houle plus homogène qu'avec une variation brutale des fonds.

Figure 2.25c

Essai 25 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

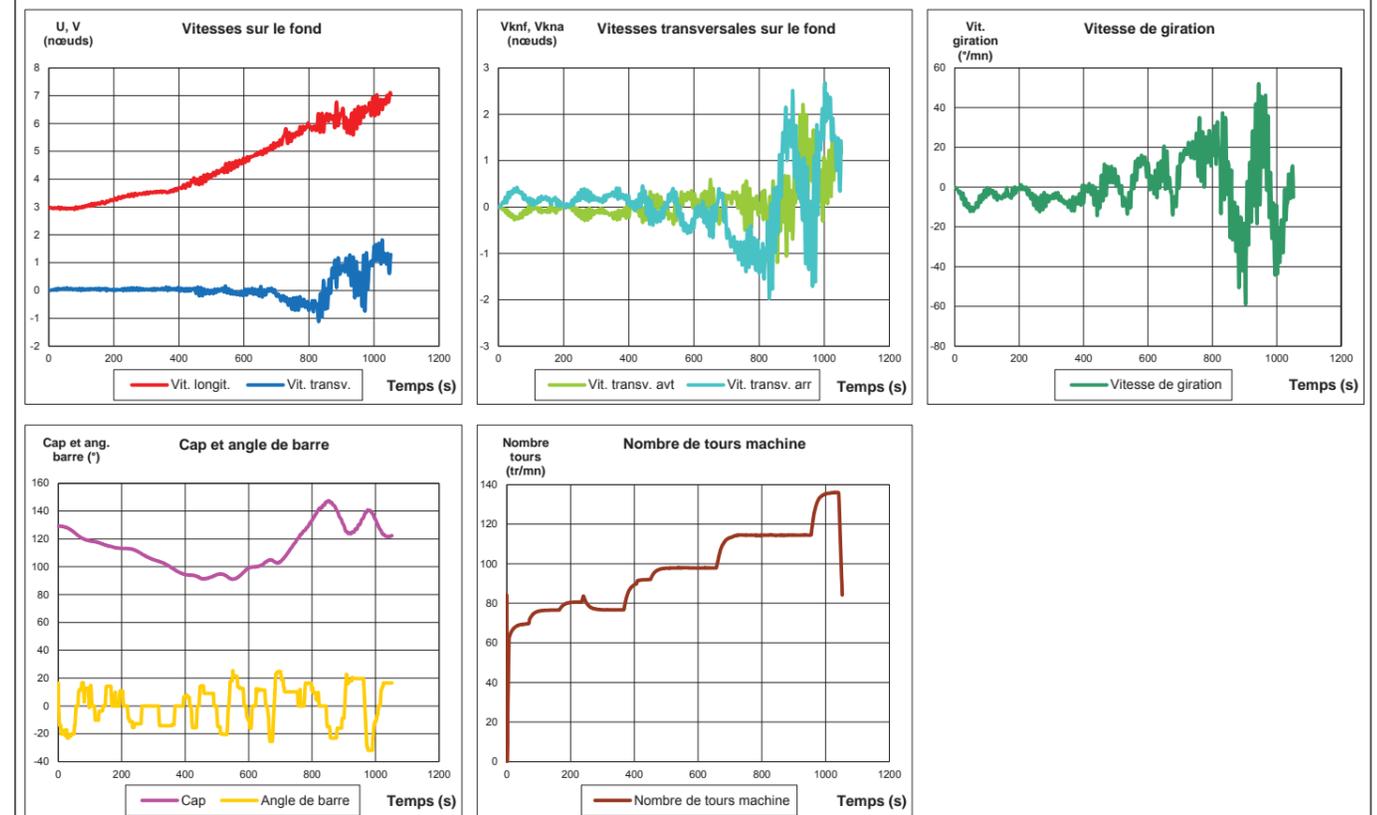


Figure 2.25d

Essai 25 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

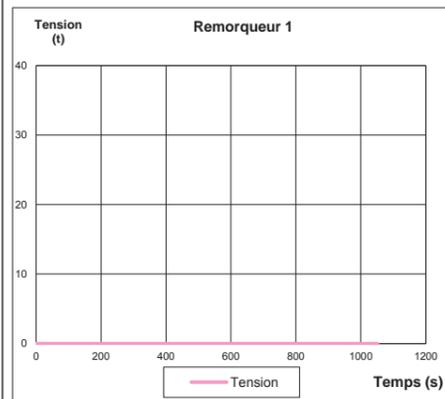


Figure 2.25e

Essai 25 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.26a

Essai 26 – Vue en plan de la trajectoire

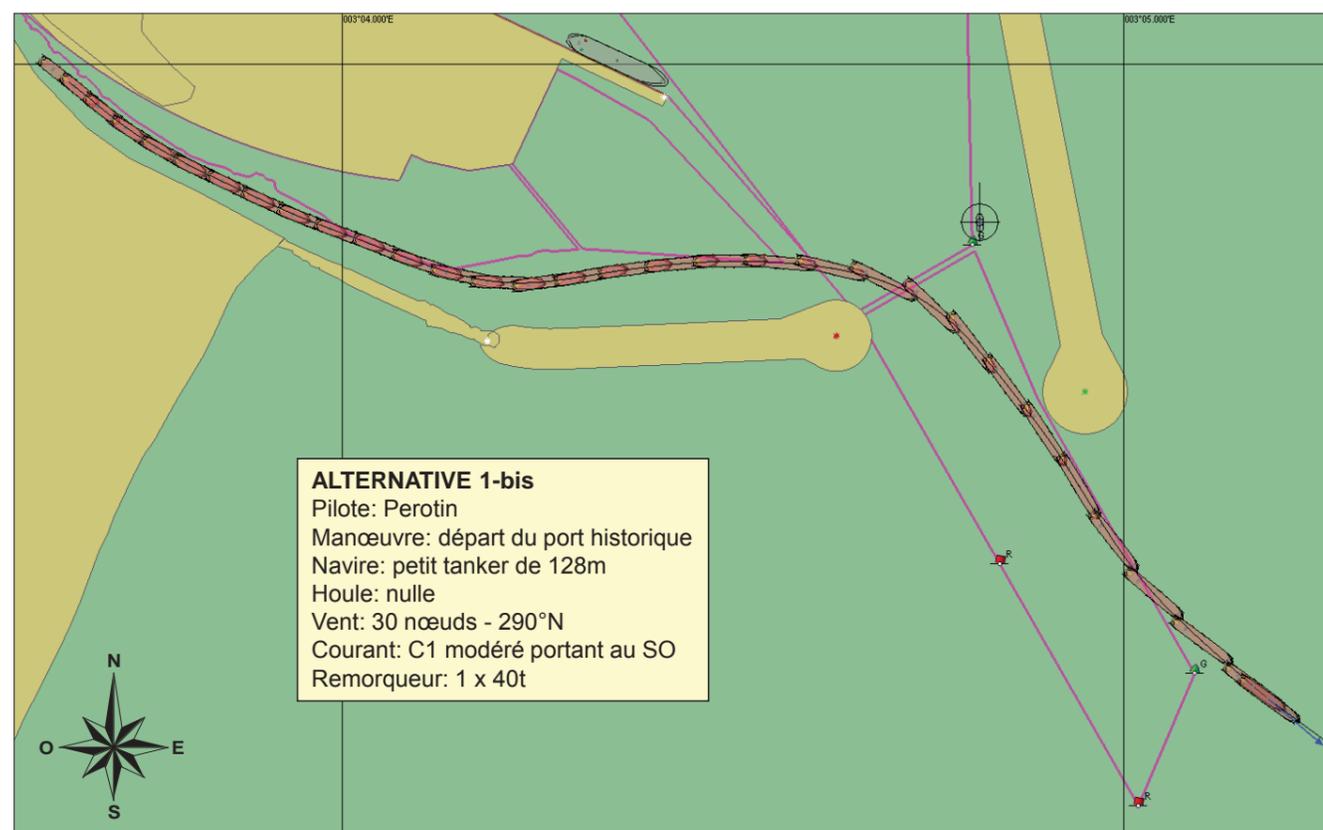


Figure 2.26b

Essai 26 – Commentaires du pilote

Vitesse à la capitainerie 3 nœuds.

Un remorqueur croché à l'avant à accompagner.

Arrondi le musoir de la jetée sud et venu dans l'est du chenal. Il faut donner plus de tours qu'ici au musoir de la jetée nord.

Compte tenu du tirant d'eau du navire, il est possible ensuite de dégager dans l'est du chenal, et plus franchement qu'effectué ici.

Il n'y a pas eu besoin du remorqueur durant cette manœuvre.

Figure 2.26c

Essai 26 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

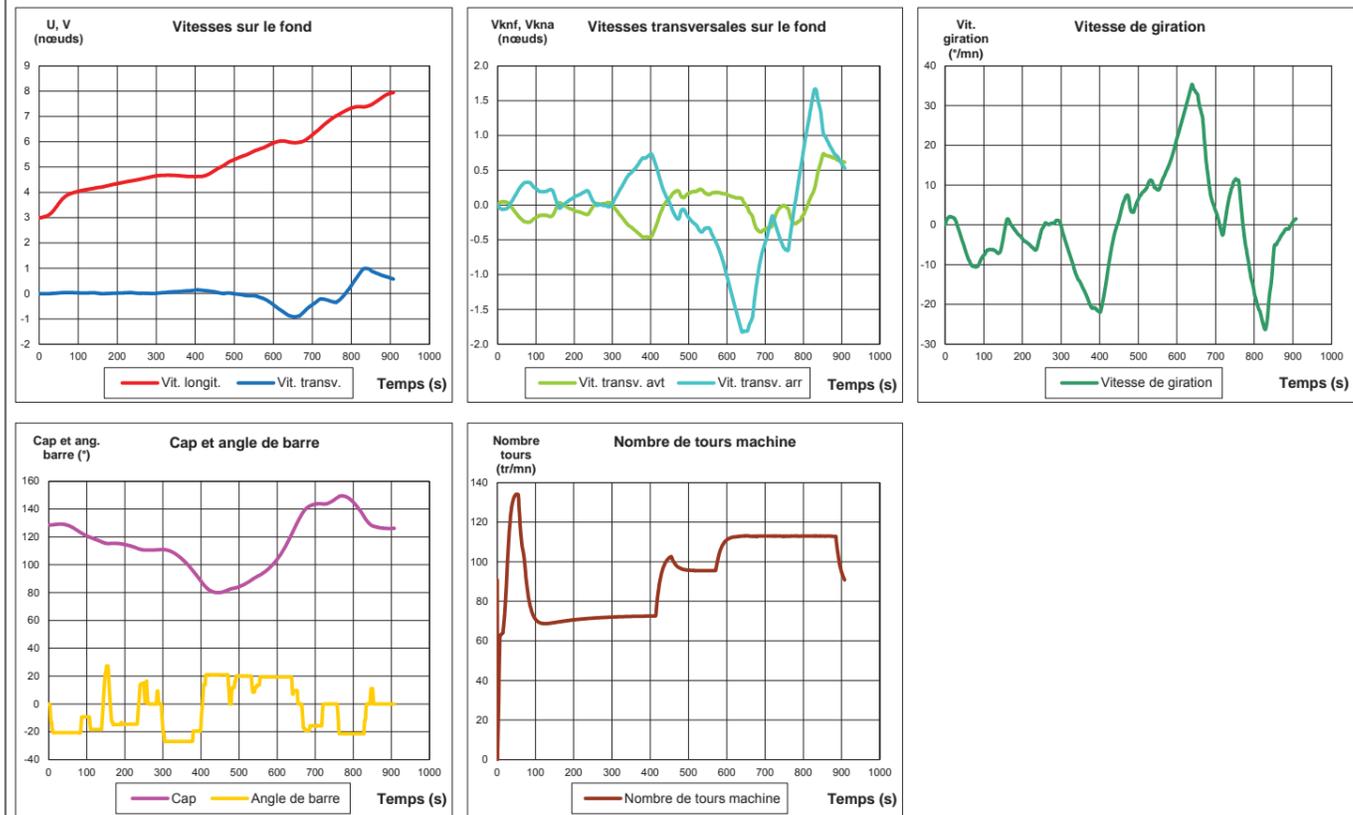


Figure 2.26d

Essai 26 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

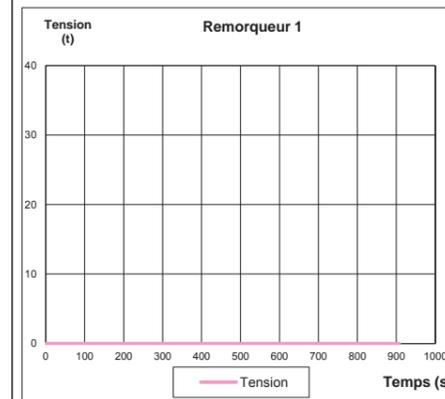


Figure 2.26e

Essai 26 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.27a

Essai 27 – Vue en plan de la trajectoire

ALTERNATIVE 1-bis

Pilote: Perotin
 Manœuvre: arrivée au port historique
 Navire: petit tanker de 128m
 Houle: nulle
 Vent: 30 nœuds - 290°N
 Courant: C1 modéré portant au SO
 Remorqueur: 1 x 40t

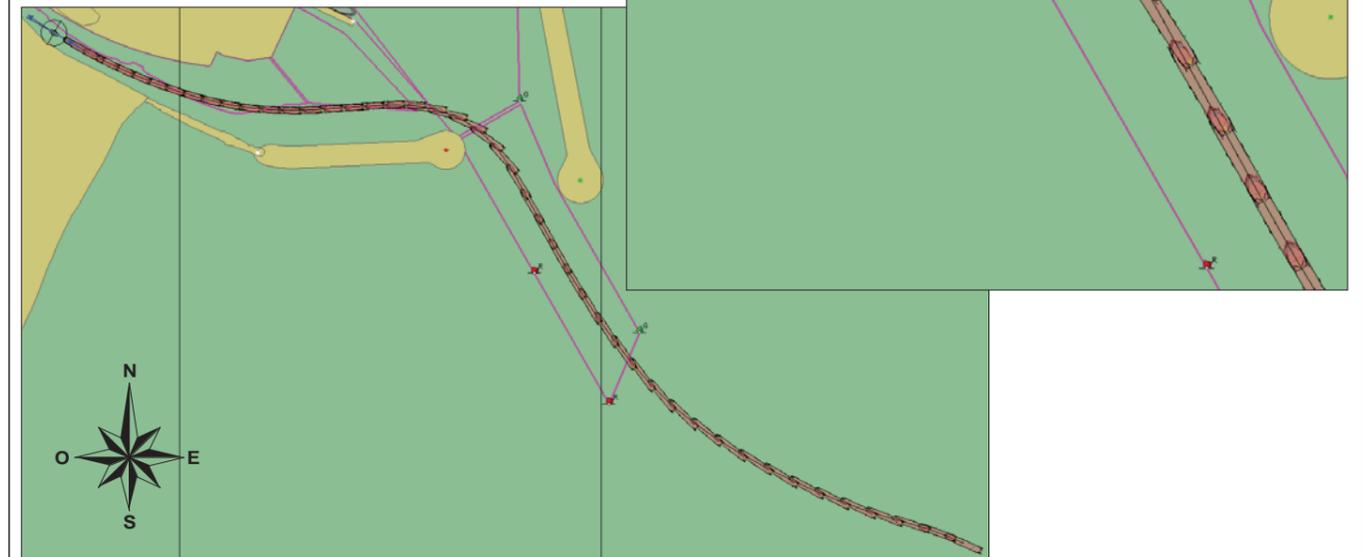


Figure 2.27b

Essai 27 – Commentaires du pilote

Présentation dans le chenal à 6 nœuds.

Chenalage légèrement dans l'est de l'alignement.

Début de giration dans la passe par le travers du musoir de la digue nord.

Ici nous avons pris un remorqueur en stand-by à l'avant.

Chenalage vers le port historique, en ralentissant jusqu'à l'actuelle capitainerie parallèlement à la digue sud, et en serrant celle-ci autant que possible.

Il n'y a pas eu besoin du remorqueur durant cette manœuvre.

Figure 2.27c

Essai 27 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

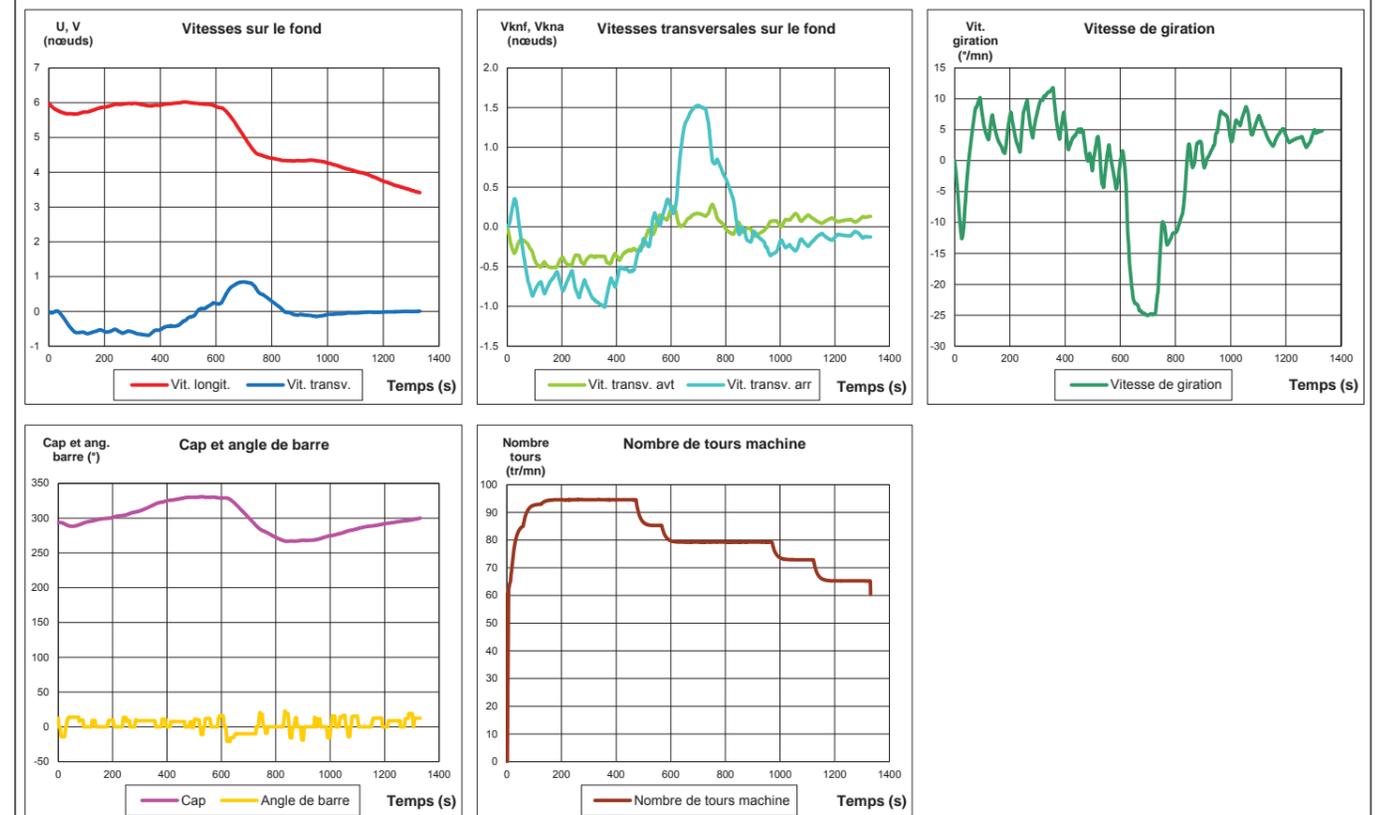


Figure 2.27d

Essai 27 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

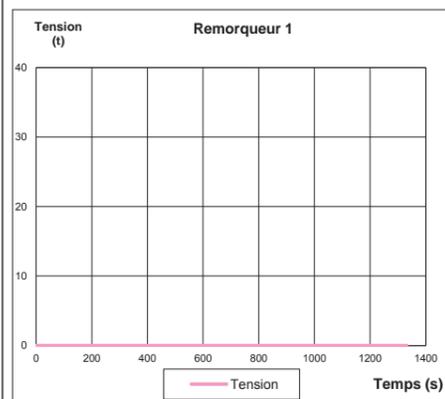


Figure 2.27e

Essai 27 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.28a

Essai 28 – Vue en plan de la trajectoire

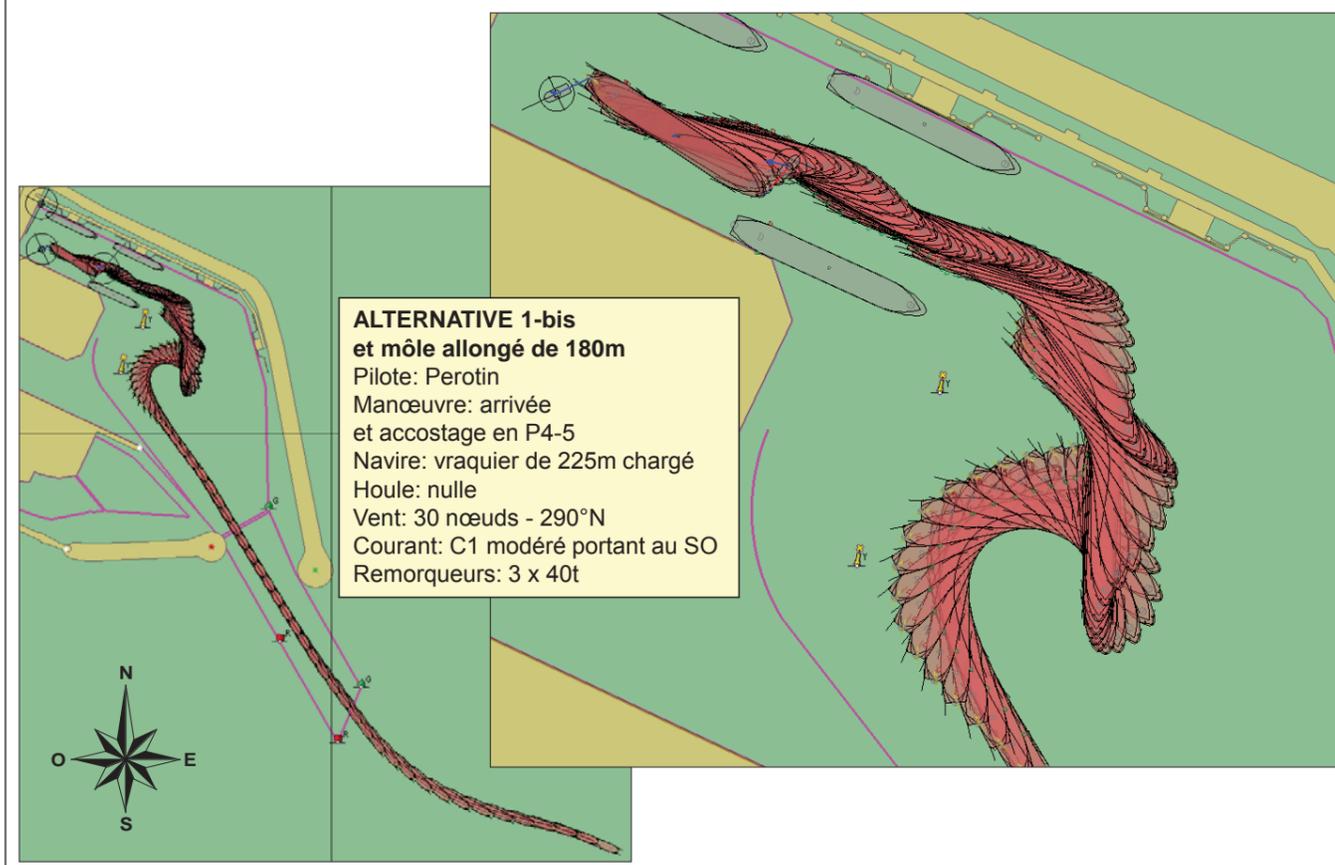


Figure 2.28b

Essai 28 – Commentaires du pilote

Présentation légèrement dans l'ouest de l'alignement.

Croché les remorqueurs avant et arrière à l'extérieur de la passe (pas de houle).

Une fois la passe franchie, à 4,8 nœuds, contrer le départ au lof.

Lancer l'évitage dès que possible en utilisant les deux remorqueurs 40T à 75%.

Passé à 30m de la bouée sud (peu raisonnable).

Après l'évitage, la remontée en arrière sur 500m vers le poste 4 à l'aide des remorqueurs (jusqu'à 75% du bollard pull, 30T) nécessite une grande attention (présence de navires aux P1, P2 et P5); la largeur de la darse semble adaptée.

Pour l'accostage voir l'essai n°23.

Figure 2.28c

Essai 28 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

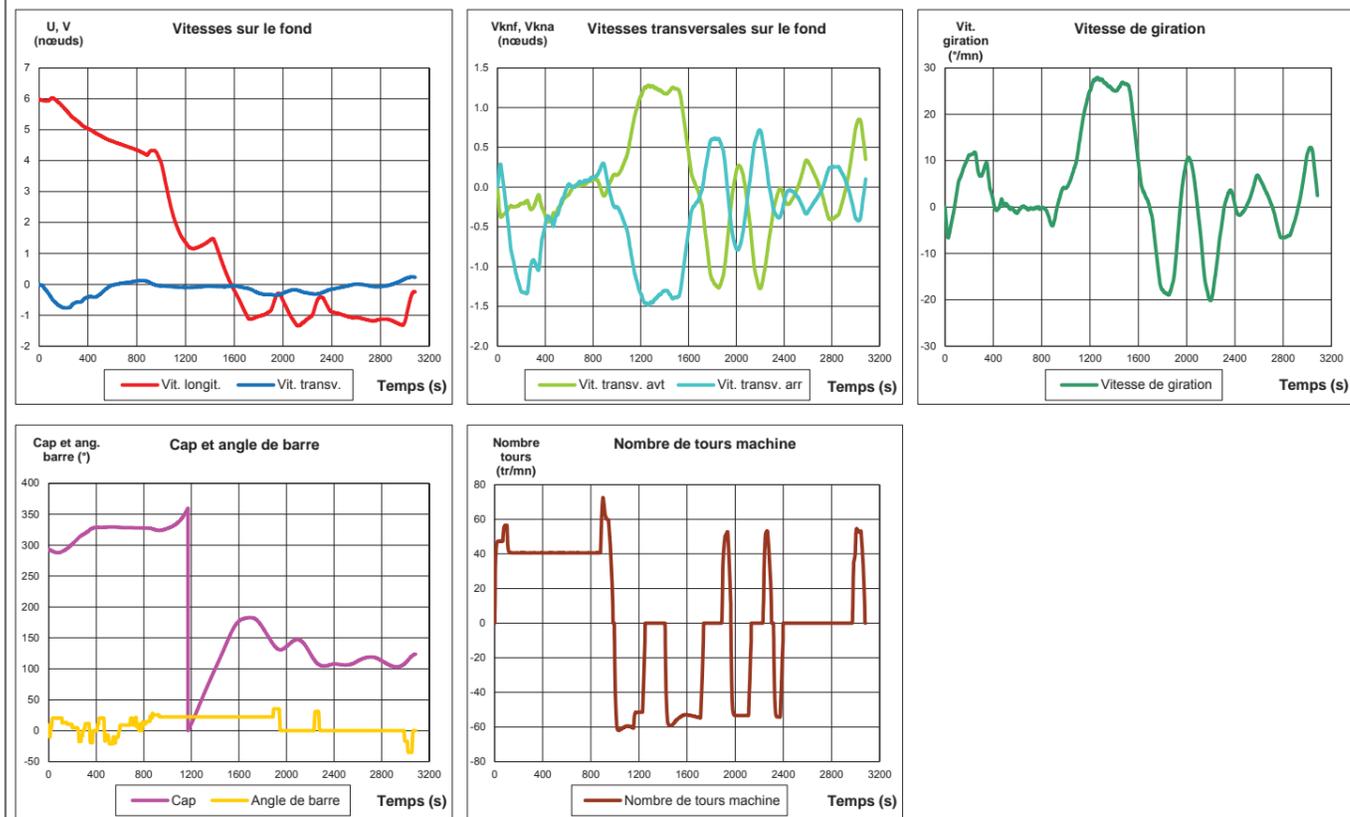


Figure 2.28d

Essai 28 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

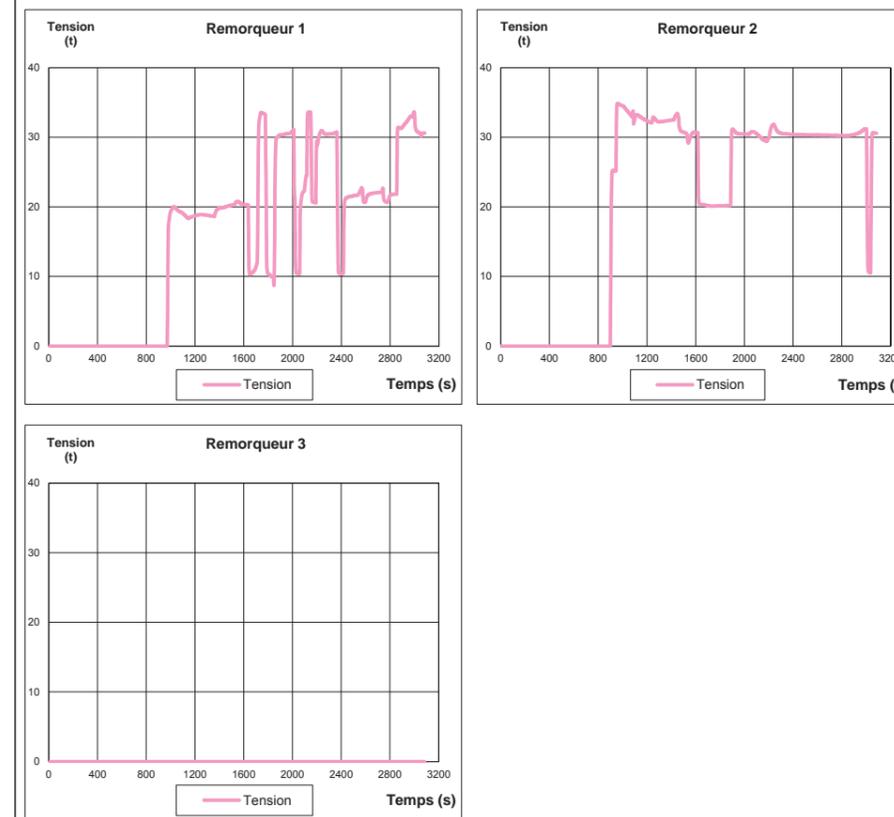


Figure 2.28e

Essai 28 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.29a

Essai 29 – Vue en plan de la trajectoire

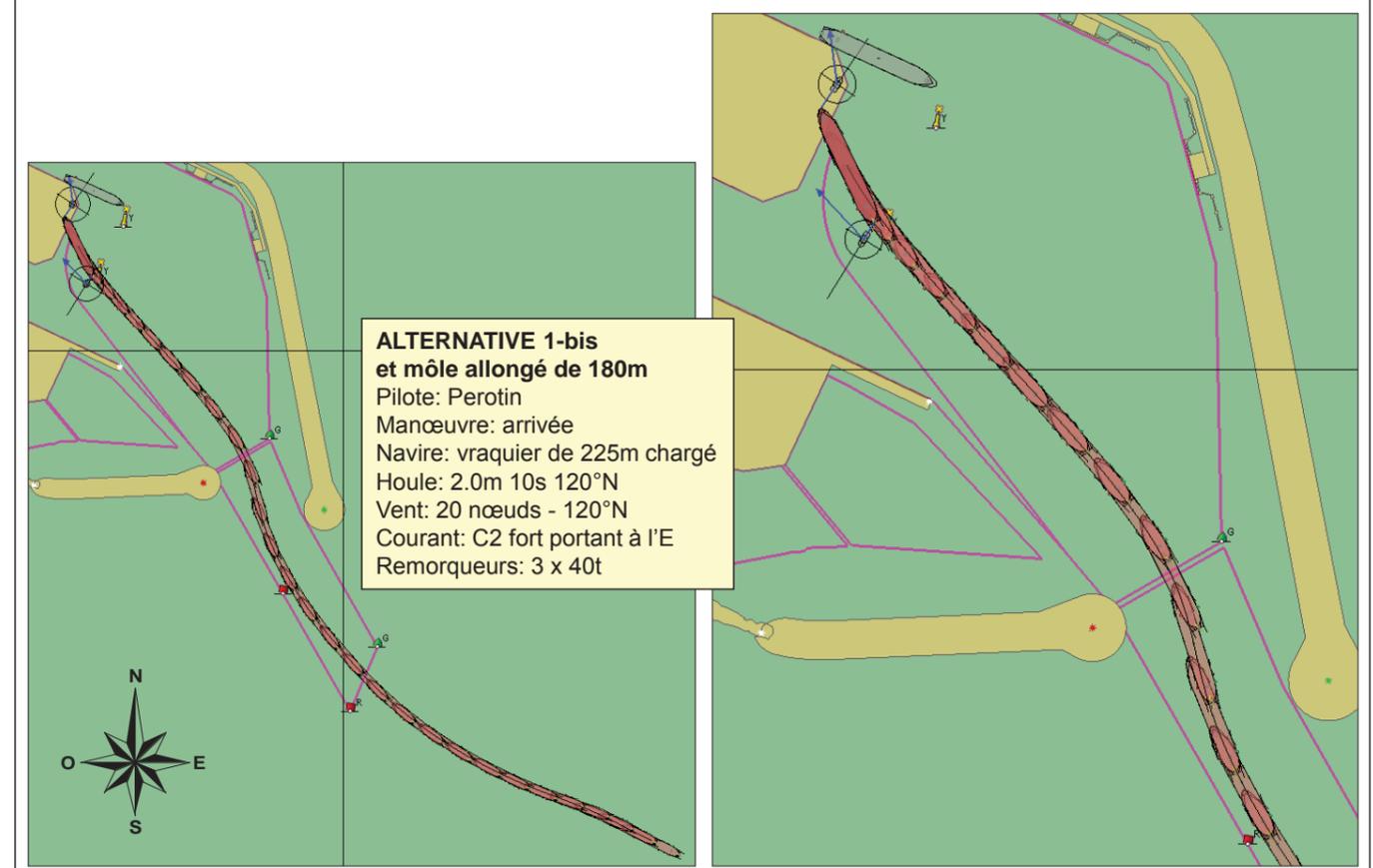


Figure 2.29b

Essai 29 – Commentaires du pilote

Approche à 6 nœuds dans l'axe du chenal.

A l'approche de la passe, le courant traversier portant vers l'est provoque une embardée sur tribord puis sur bâbord.

Le contrôle de l'embardée à l'aide de la machine et de la barre, ainsi que la houle ne permettent pas de réduire la vitesse dès le franchissement de la passe, ici à 8,2 nœuds (vitesse excessive).

Utilisation des remorqueurs en dessous de 6 nœuds. Nous n'avons pas réussi à stopper le navire.

Essai à reprendre.

Figure 2.29c

Essai 29 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

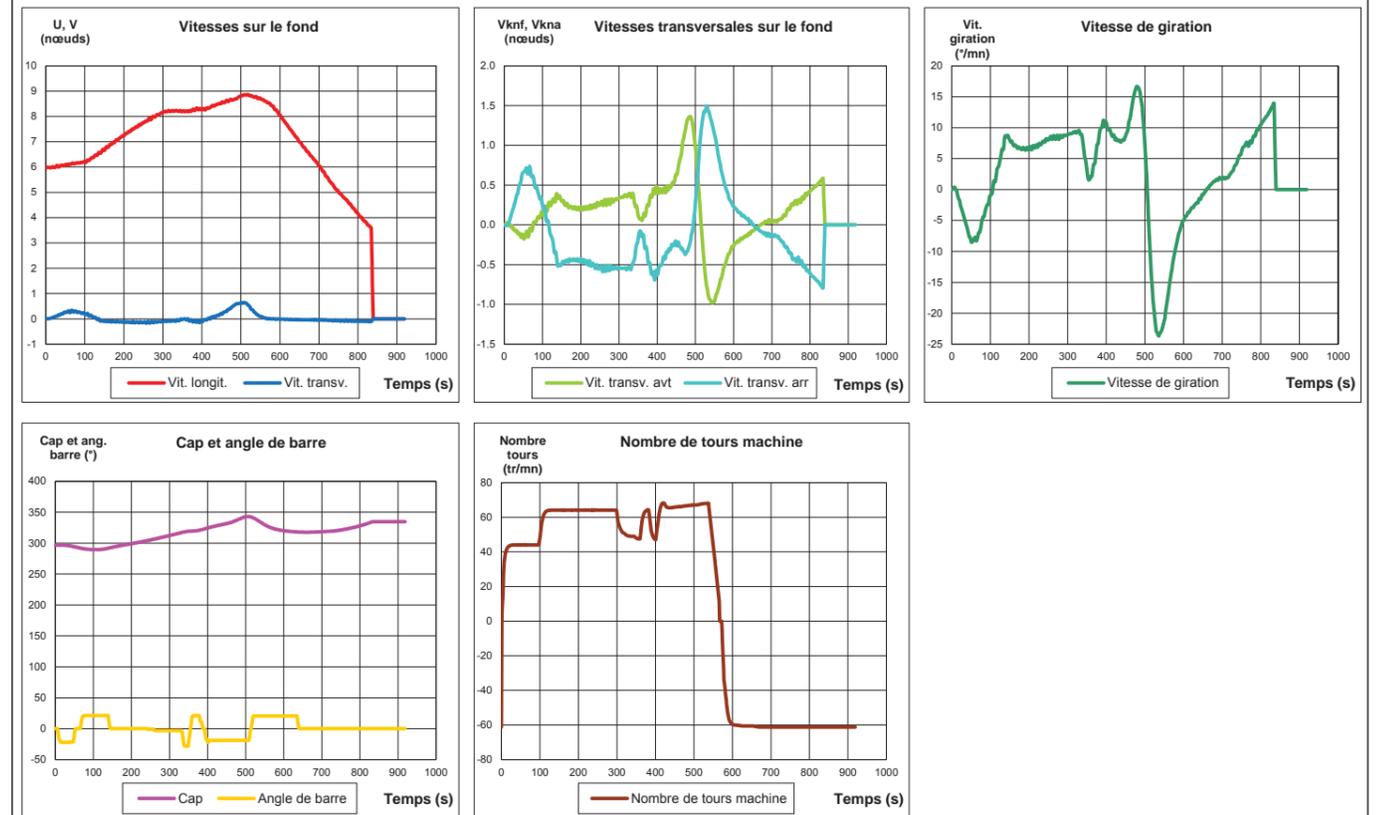


Figure 2.29d

Essai 29 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

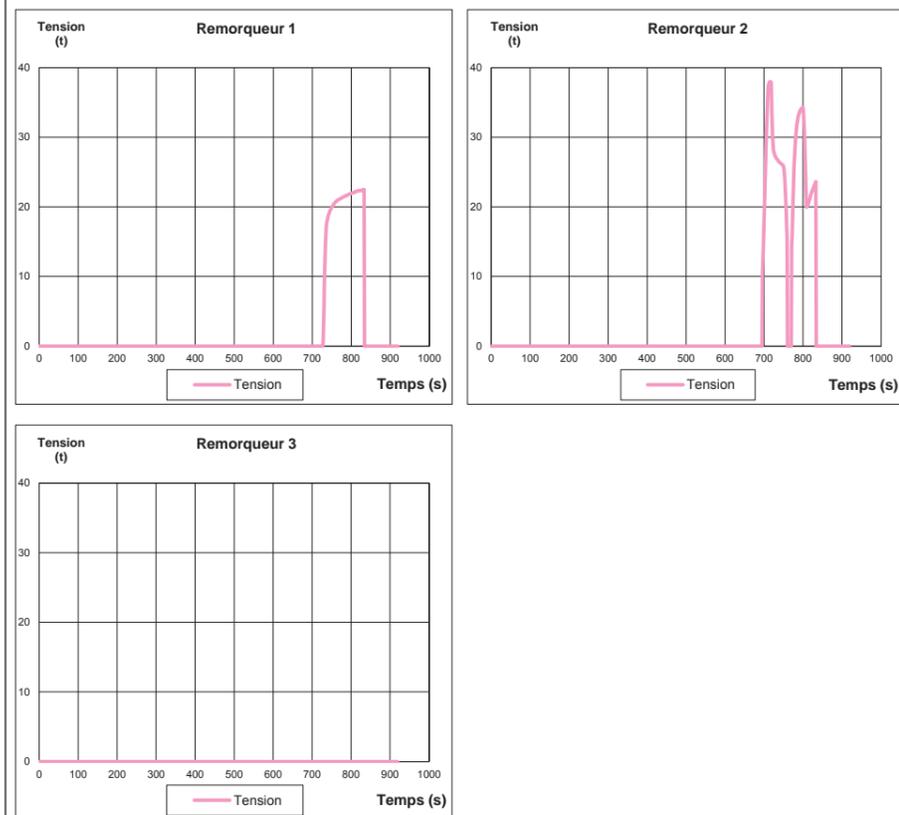


Figure 2.29e

Essai 29 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.30a

Essai 30 – Vue en plan de la trajectoire

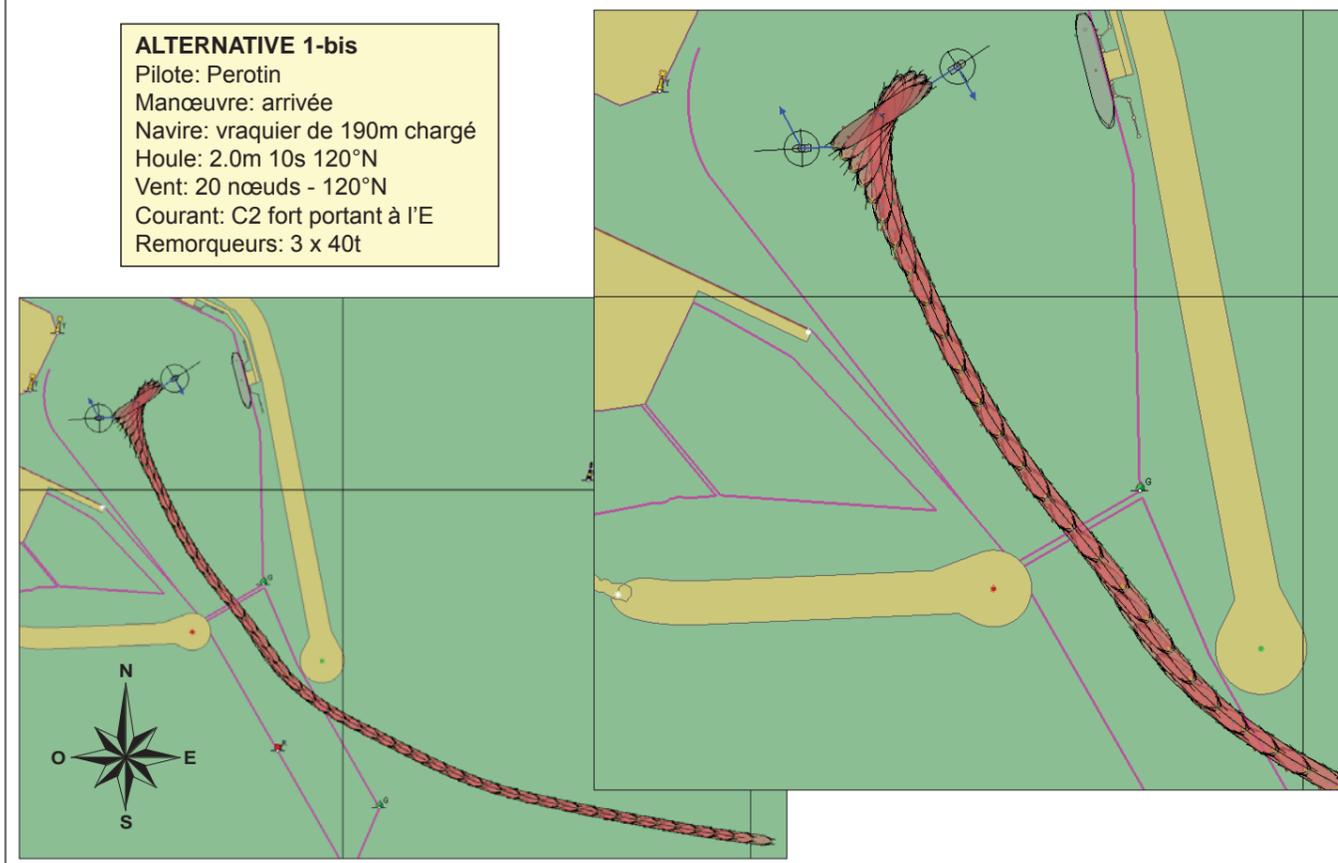


Figure 2.30b

Essai 30 – Commentaires du pilote

Approche dans l'est du chenal en passant au nord de la bouée verte.

A l'approche de la passe, on gouverne sur le musoir de la digue sud face au courant traversier sans prendre trop de vitesse. On « enroule » alors le musoir de la digue nord, en évitant les embardées que provoquait le courant traversier. Franchissement de la passe à 4 nœuds.

Croché les remorqueurs et étalé le navire, puis lancé l'évitage.

Présentation avec moins de vitesse, plus souple.

Figure 2.30c

Essai 30 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

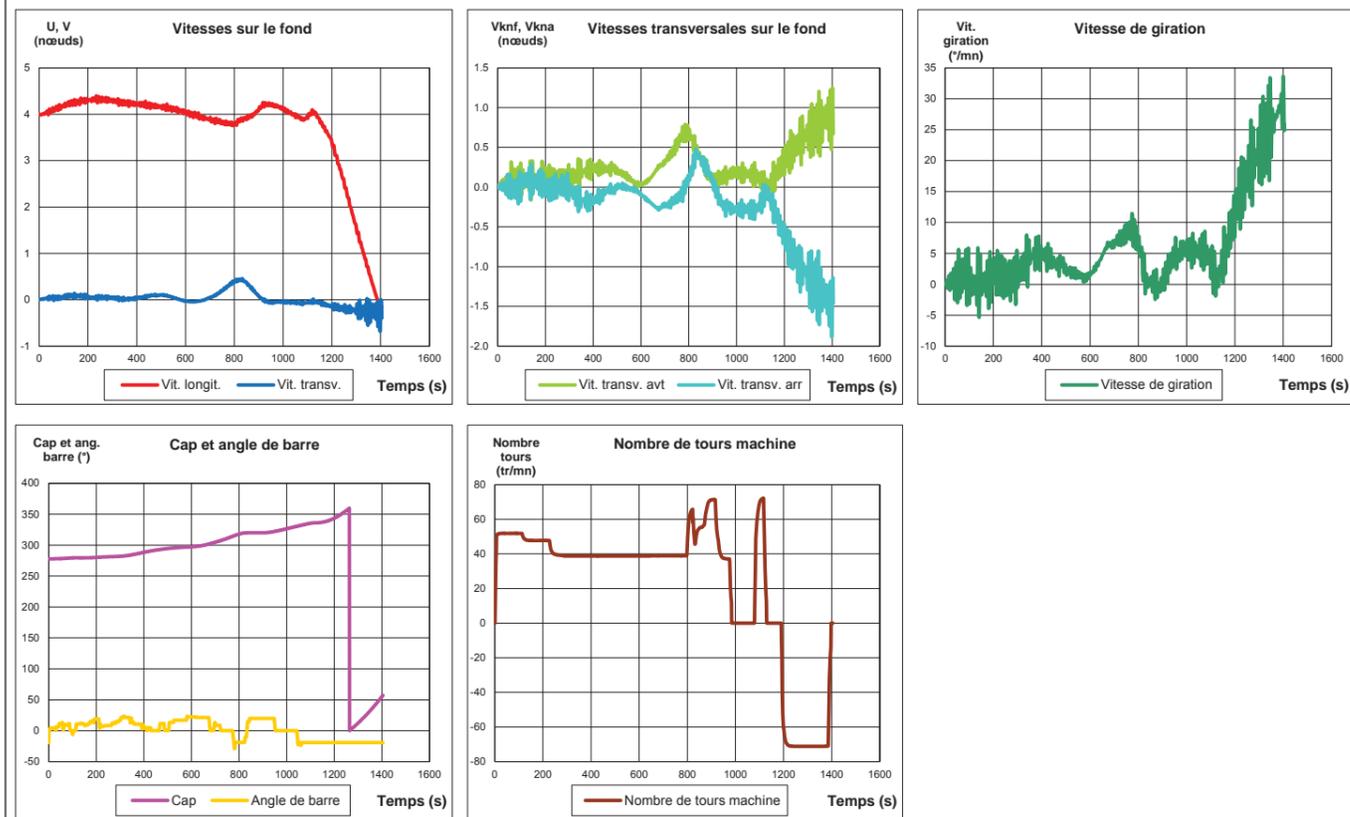


Figure 2.30d

Essai 30 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

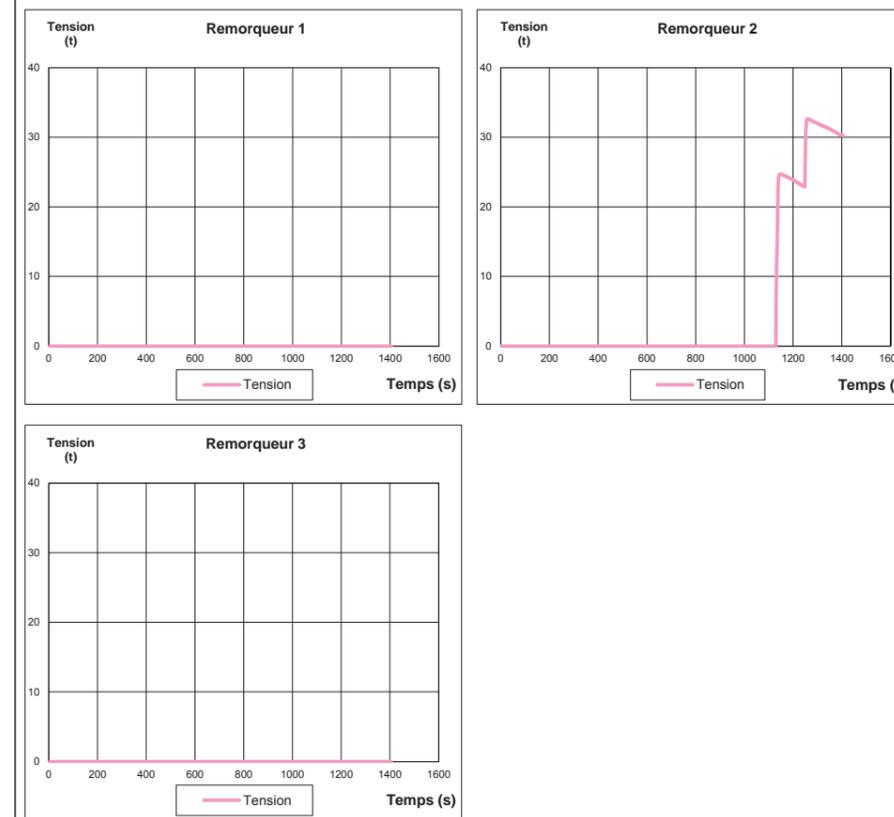


Figure 2.30e

Essai 30 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.31a

Essai 31 – Vue en plan de la trajectoire

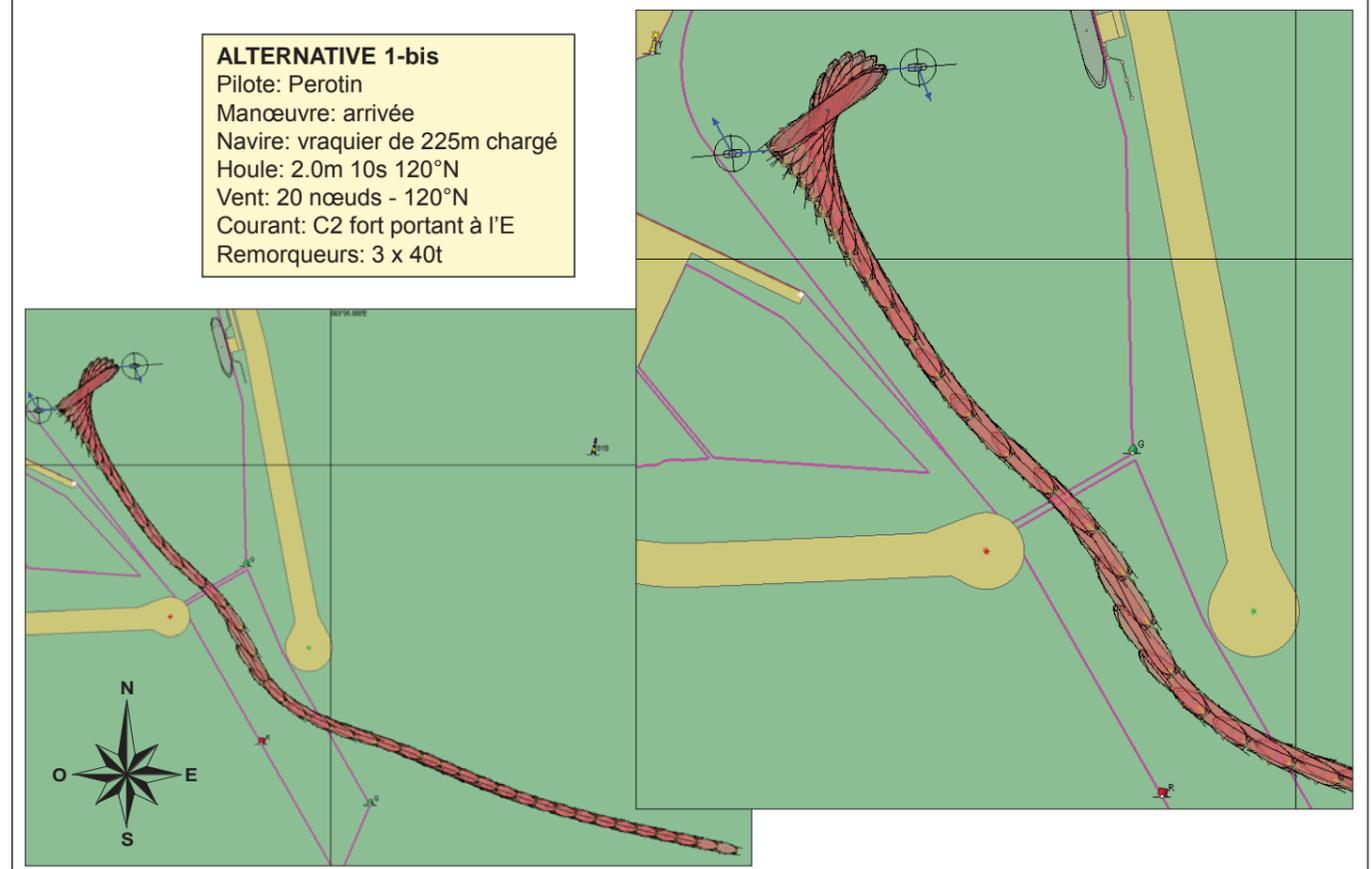


Figure 2.31b

Essai 31 – Commentaires du pilote

Approche dans l'est du chenal à 4 nœuds en passant au nord de la bouée verte.

A l'approche de la passe on gouverne sur le musoir de la digue sud face au courant traversier sans prendre trop de vitesse.

On « enroule » alors le musoir de la digue nord ceci réduisant les embardées que provoquait la présentation travers au courant traversier.

Franchissement de la passe à 5,5 nœuds.

On contrôle ces embardées avec la machine et la barre (20°).
Croché les remorqueurs et étalé le navire remorqueur arrière 40T à 50% machine en arrière 1/2 puis lancé l'évitage.

Présentation avec moins de vitesse, navire plus docile.

Figure 2.31c

Essai 31 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

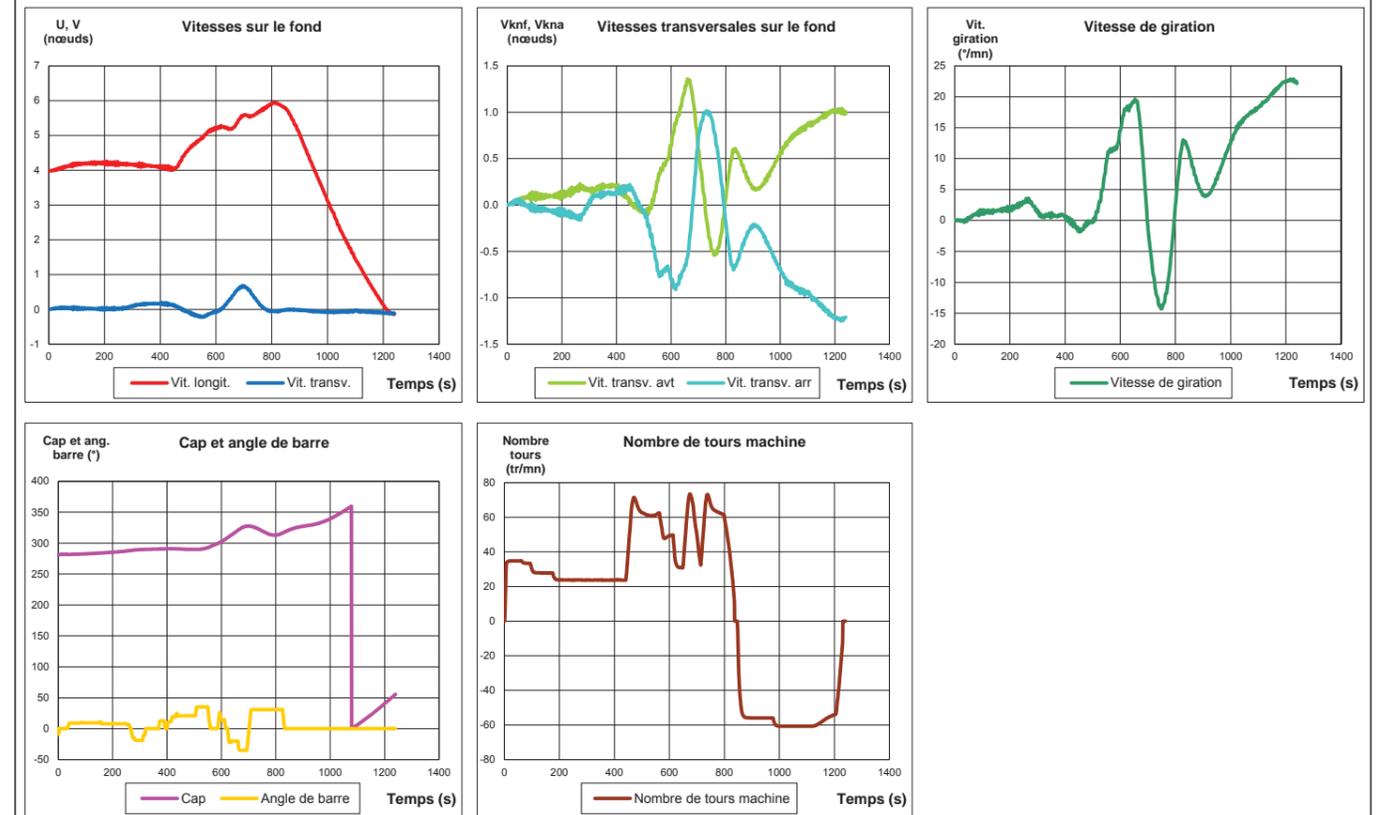


Figure 2.31d

Essai 31 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

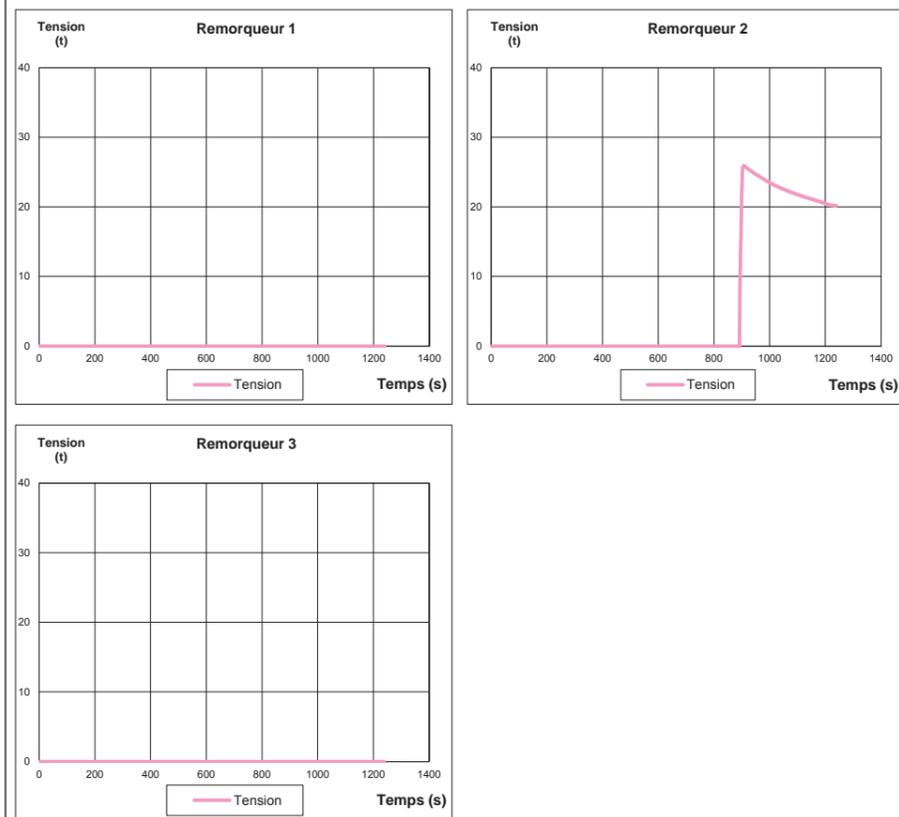


Figure 2.31e

Essai 31 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.32a

Essai 32 – Vue en plan de la trajectoire

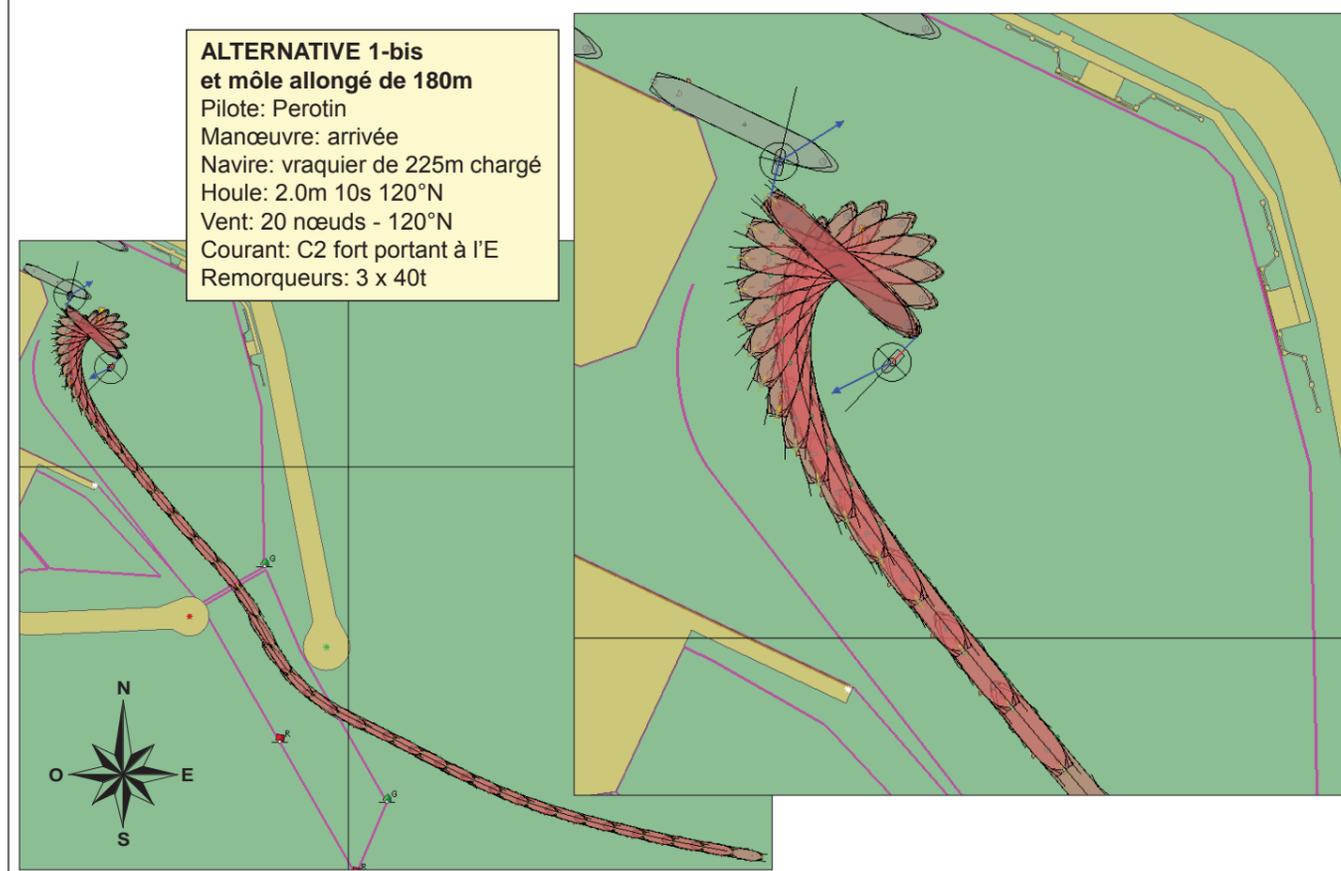


Figure 2.32b

Essai 32 – Commentaires du pilote

Approche et franchissement de la passe (ici à 6,5noeud) voir EssaiN°31

Contrôlé le navire avec la machine et la barre(<20°).

Croché les remorqueurs et étalé le navire machine en arrière 1/2,

Dès que la vitesse est inférieure à 6 nœuds remorqueur arrière 40T à 50% puis 75% et la machine en arrière toute puis lancé l'évitage.

Fin d'évitage navire stoppé à 50 m du pied de talus du mole nord (sans rallongement). En outre, la bouée de pied de talus du mole nord rallongé de 180m se retrouve au milieu du navire.

Manœuvre effectuée : barre <ou= à 20°
 machine ½ puis toute
 remorqueurs 40T à 75% maximum

Figure 2.32c

Essai 32 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

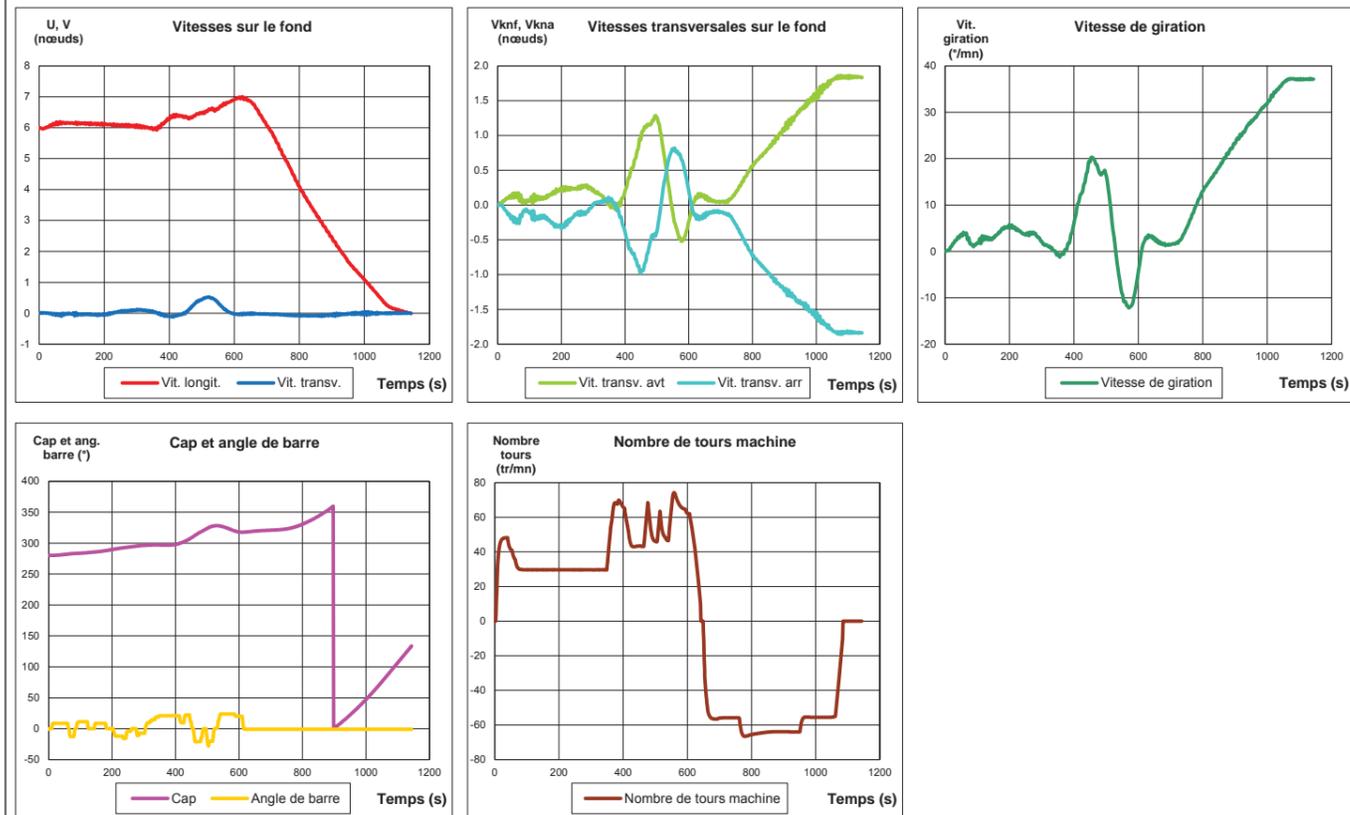


Figure 2.32d

Essai 32 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

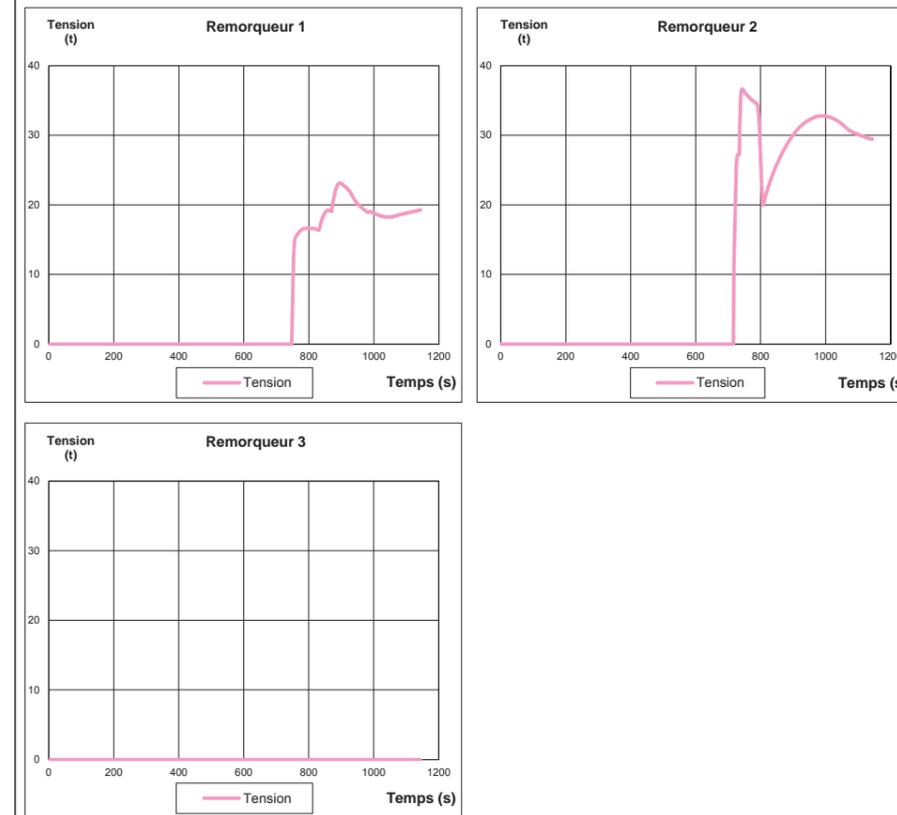


Figure 2.32e

Essai 32 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.33a

Essai 33 – Vue en plan de la trajectoire

Essai non enregistré

ALTERNATIVE 1-bis

Pilote: Perotin

Manœuvre: arrivée

Navire: vraquier de 190m chargé

Houle: 2.0m 10s 120°N

Vent: 20 nœuds - 120°N

Courant: C2 fort portant à l'E

Remorqueurs: 3 x 40t

Figure 2.33b

SIMULATIONS DE NAVIGATION

Essai 33 – Commentaires du pilote



Figure 2.33c

SIMULATIONS DE NAVIGATION

Essai 33 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)



Essai non enregistré

Figure 2.33d

Essai 33 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

Essai non enregistré

Figure 2.34a

Essai 34 – Vue en plan de la trajectoire

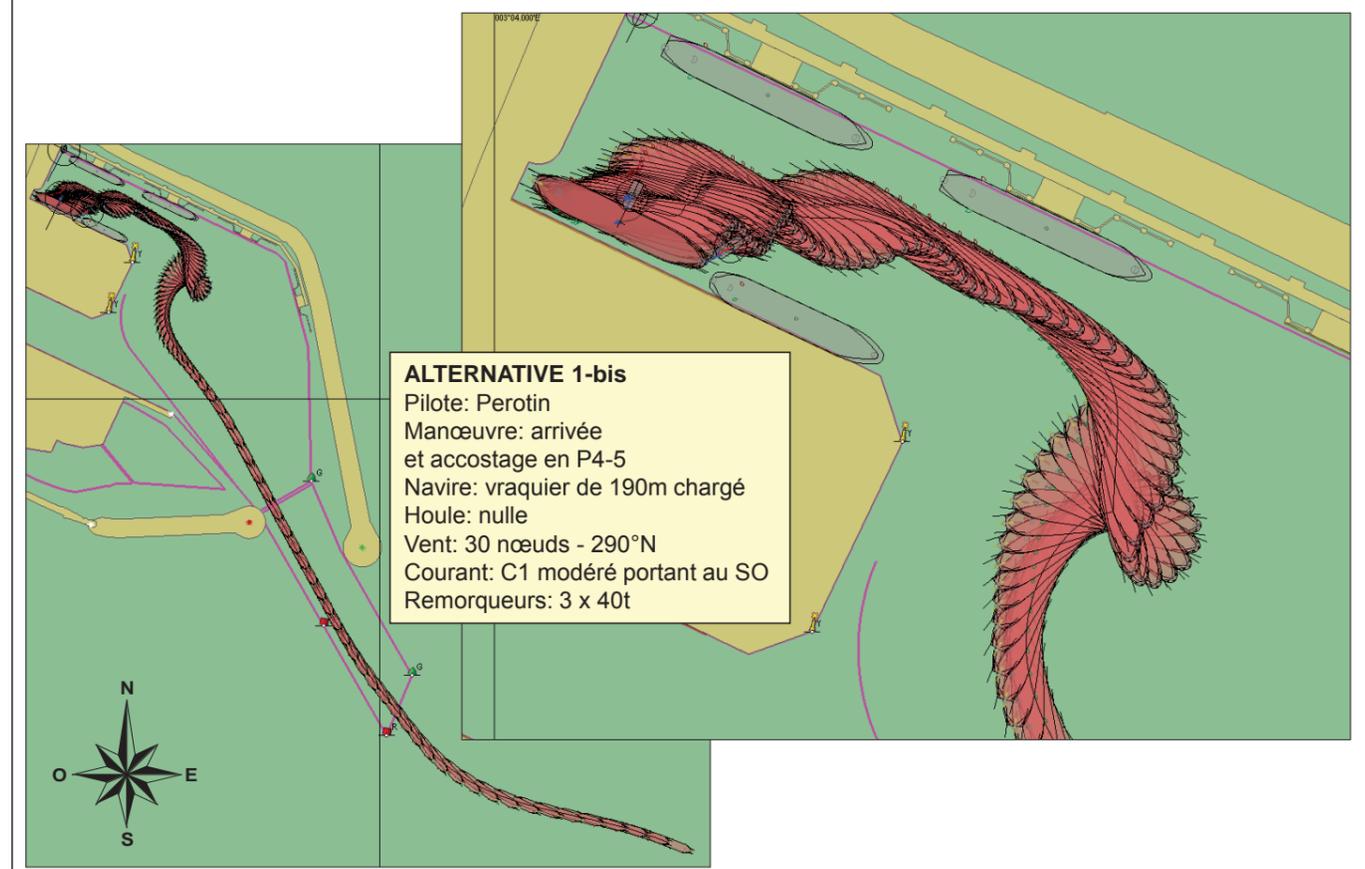


Figure 2.34b

Essai 34 – Commentaires du pilote

Approche à 6 nœuds par le sud du chenal, puis chenalage ici un peu trop dans l'ouest de l'alignement.

Croché les remorqueurs avant et arrière à l'extérieure de la passe .

Une fois la passe franchie, ralenti le navire et contrôlé l'aulofée avec la machine arrière ½ puis lente et le remorqueur arrière 40T à 25% puis 50%.

Après l'évitage dans le nord du cercle d'évitage, la largeur de la darse étant adaptée, la remontée en arrière vers le poste 4 à l'aide des remorqueurs ne présente pas de difficulté particulière malgré la présence de navires au Poste3 et au Poste5.

En phase finale ou on manque de place pour faire travailler les remorqueurs avant et surtout arrière, la possibilité de travailler en push-pull serait intéressante. Par défaut on utilisera un remorqueur à pousser et les remorqueurs avant et arrière pour contrôler la vitesse d'accostage du navire.

Figure 2.34c

Essai 34 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

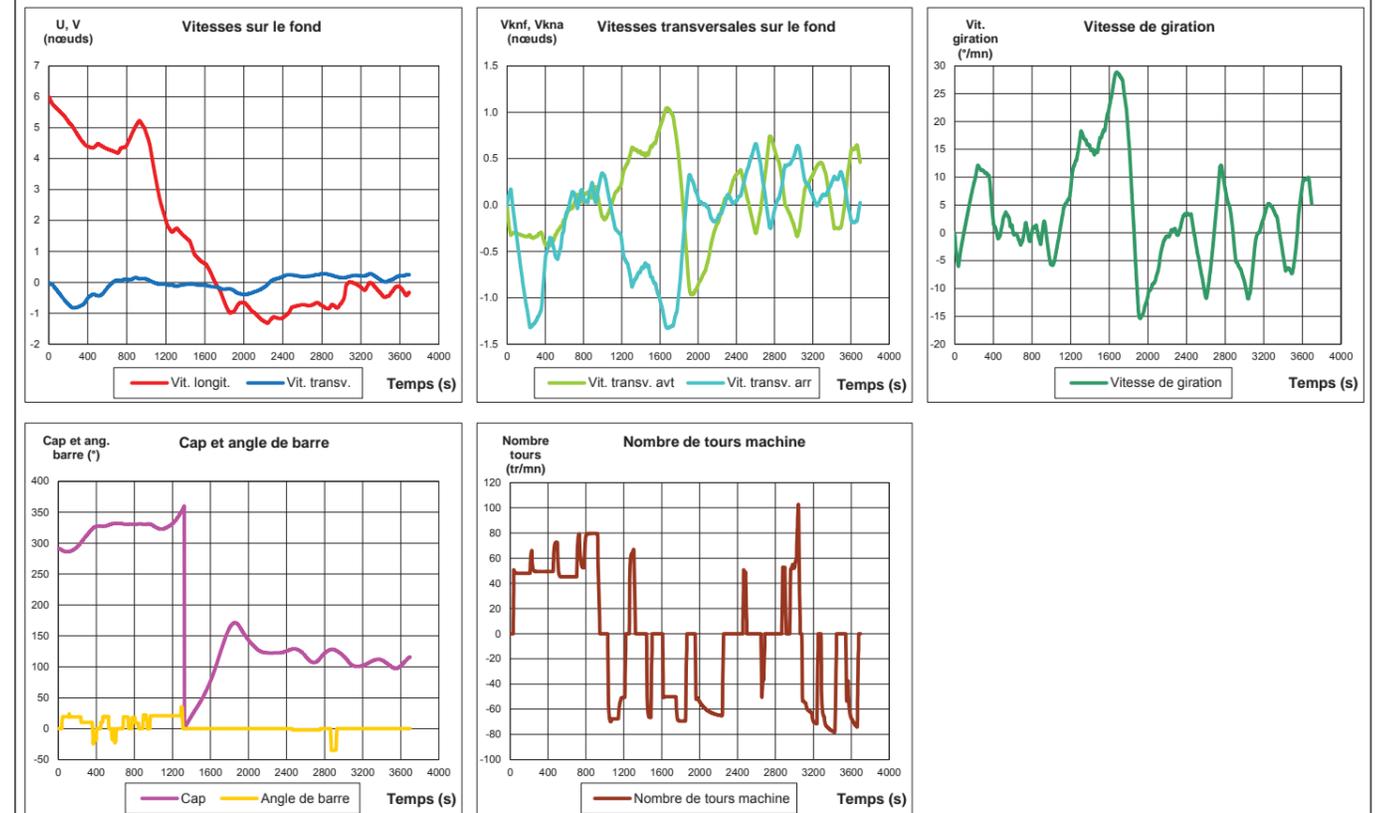


Figure 2.34d

Essai 34 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

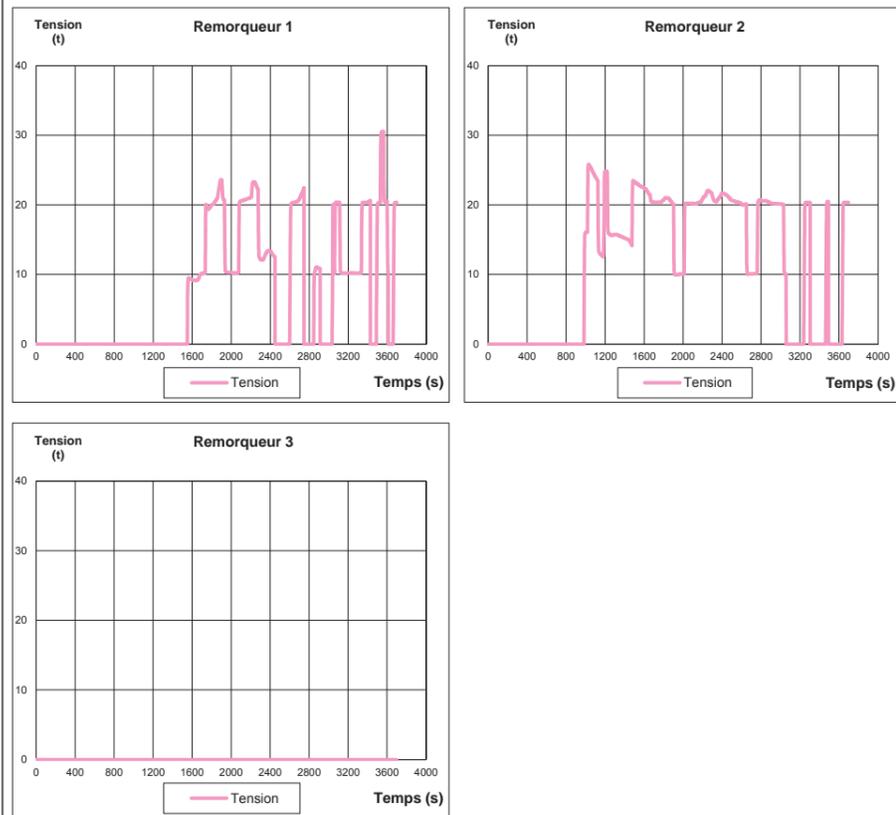


Figure 2.34e

Essai 34 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.35a

Essai 35 – Vue en plan de la trajectoire

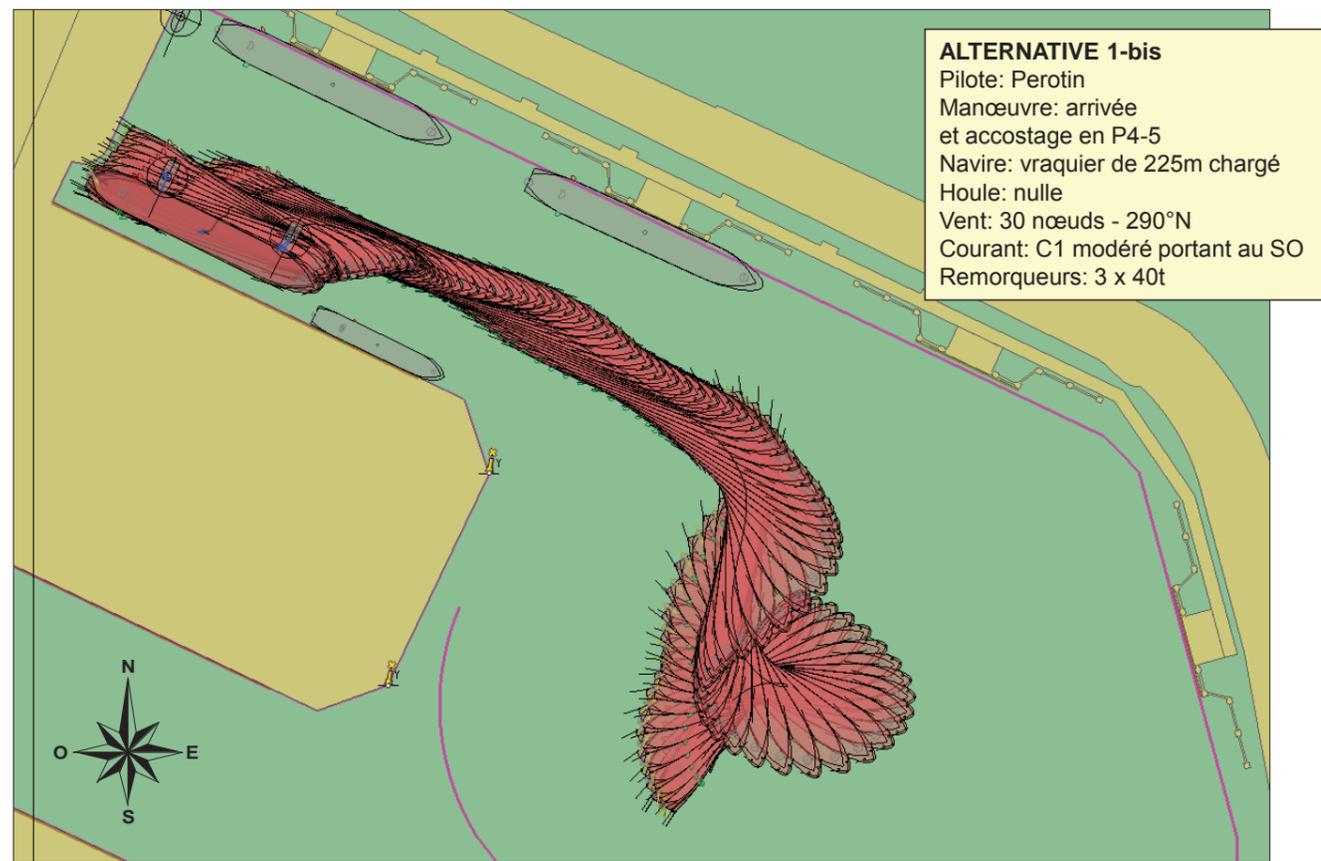


Figure 2.35b

Essai 35 – Commentaires du pilote

Objectif : Vérifier la possibilité de placer un navire projet derrière un navire de 160m en gagnant 30 à 40 m à l'ouest et en modifiant le talus à l'est.

Évitage dans le nord du cercle d'évitage, la largeur de la darse étant adaptée, la remontée en arrière vers le poste 4 à l'aide des remorqueurs ne présente pas de difficulté particulière malgré la présence de navires au Poste3 et au Poste5.

Utilisation des remorqueurs avant et arrière 40T à 75%.

Vitesse en arrière inférieure à 1,5 nœuds.

En phase finale où on manque de place pour faire travailler les remorqueurs avant et surtout arrière, la possibilité de travailler en push-pull devient impérative avec un navire de cette taille. Par défaut on positionnera le navire de 225 m au poste 5 et on réservera le poste 4 à un navire de 160 m.

Figure 2.35c

Essai 35 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

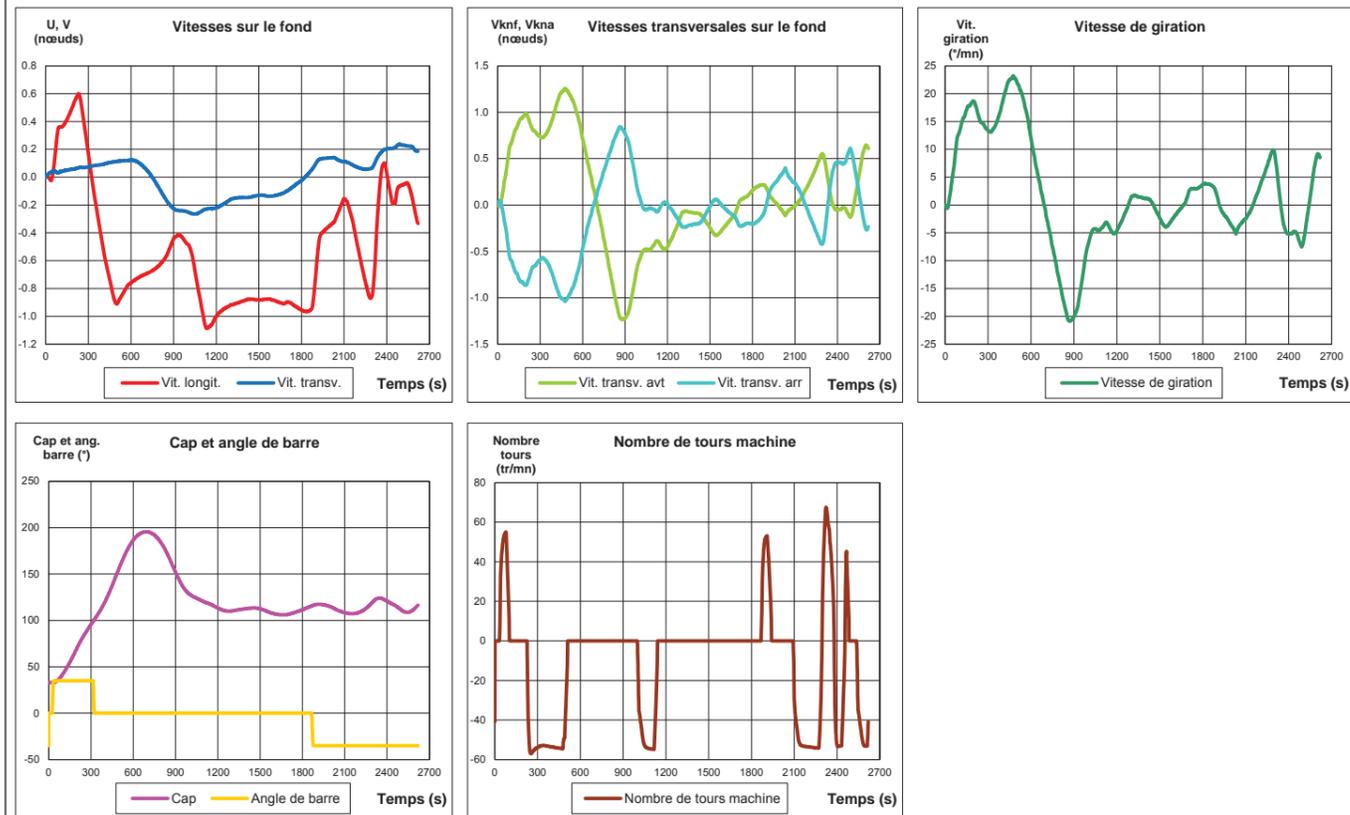


Figure 2.35d

Essai 35 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

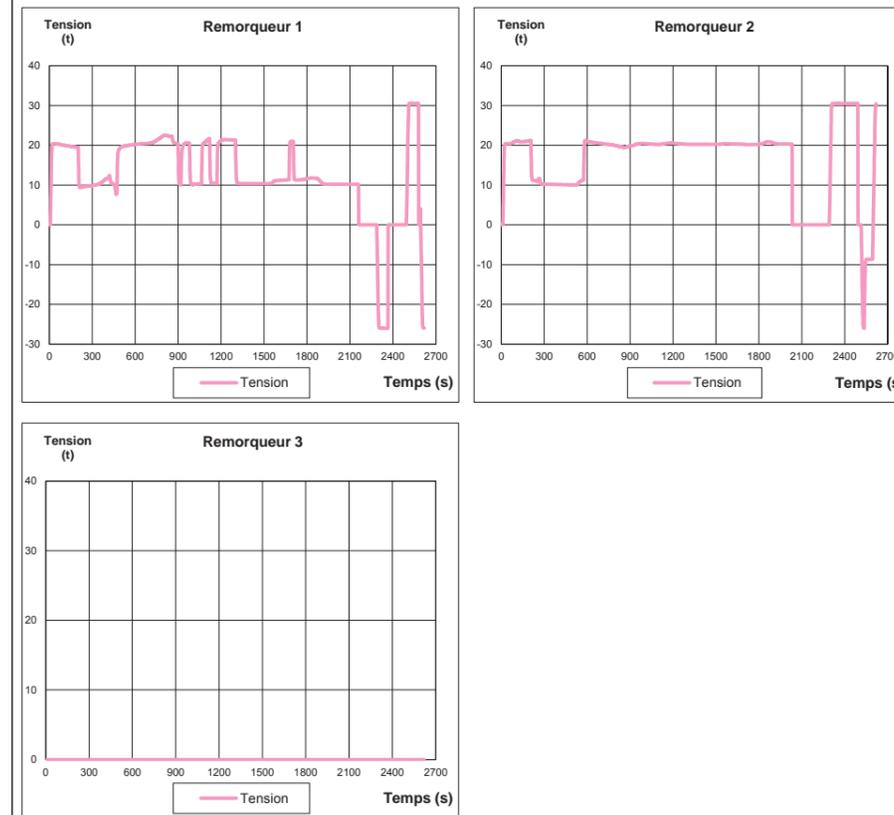


Figure 2.35e

Essai 35 – Vue du modèle 3D pendant la simulation

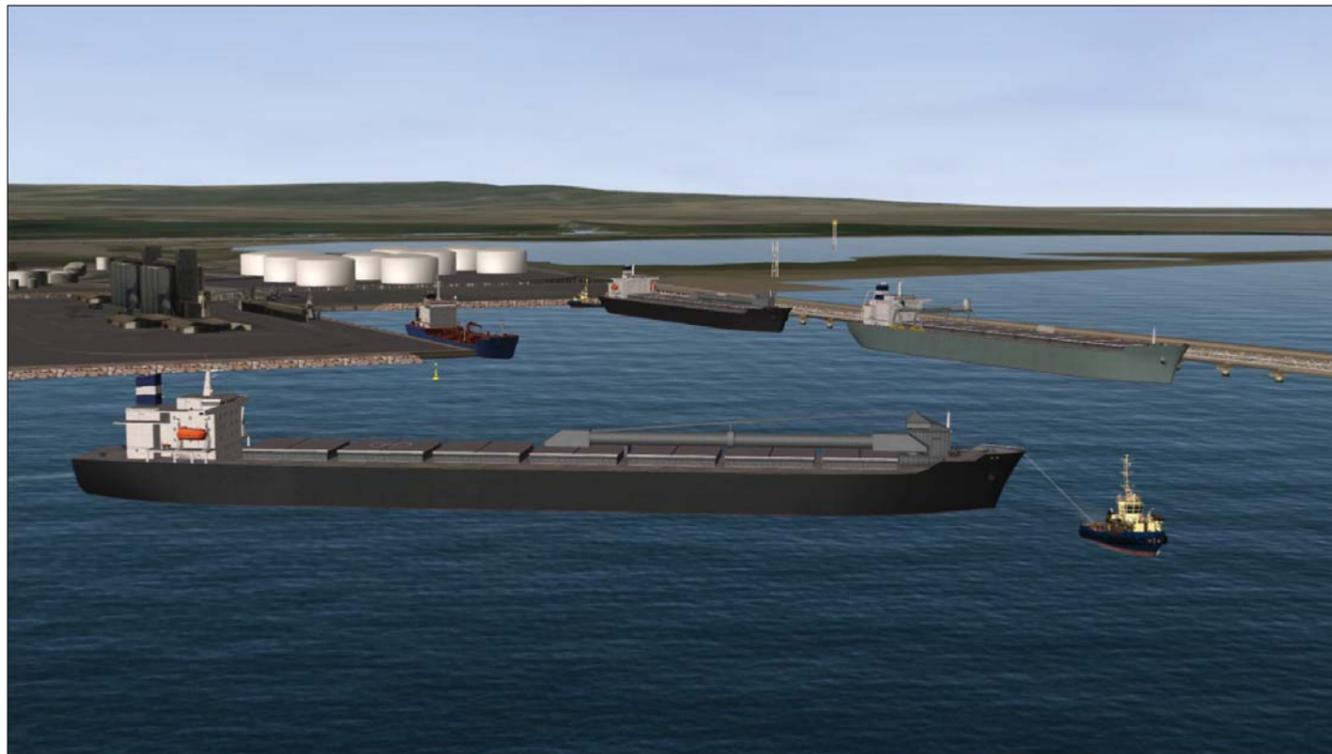


Figure 2.36a

Essai 36 – Vue en plan de la trajectoire

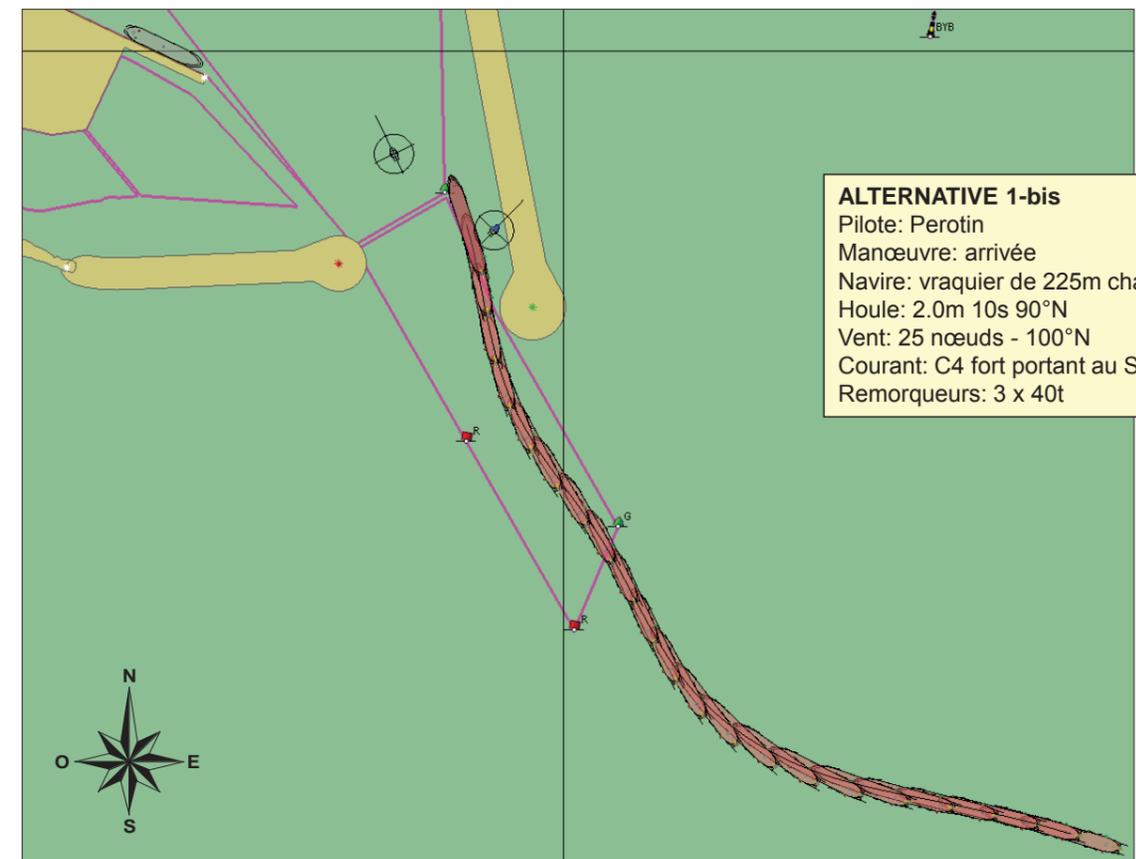


Figure 2.36b

Essai 36 – Commentaires du pilote

Présentation par le sud du chenal.

Dans le chenal le navire subit une forte dérive vers l'ouest (giration + courant portant au sud) puis embarde sur tribord en sortant de la veine de courant.

Le contrôle de l'embarquée nécessite de remettre de la machine avec de la barre. Malgré cela et du fait d'une présentation un peu trop dans l'est de l'alignement le navire passe sur la bouée verte du talus de la digue nord.

Vitesse trop élevée: 7,2 nœuds à la passe.

Entrée délicate en se présentant par le sud du chenal. Présentation à revoir.

Figure 2.36c

Essai 36 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

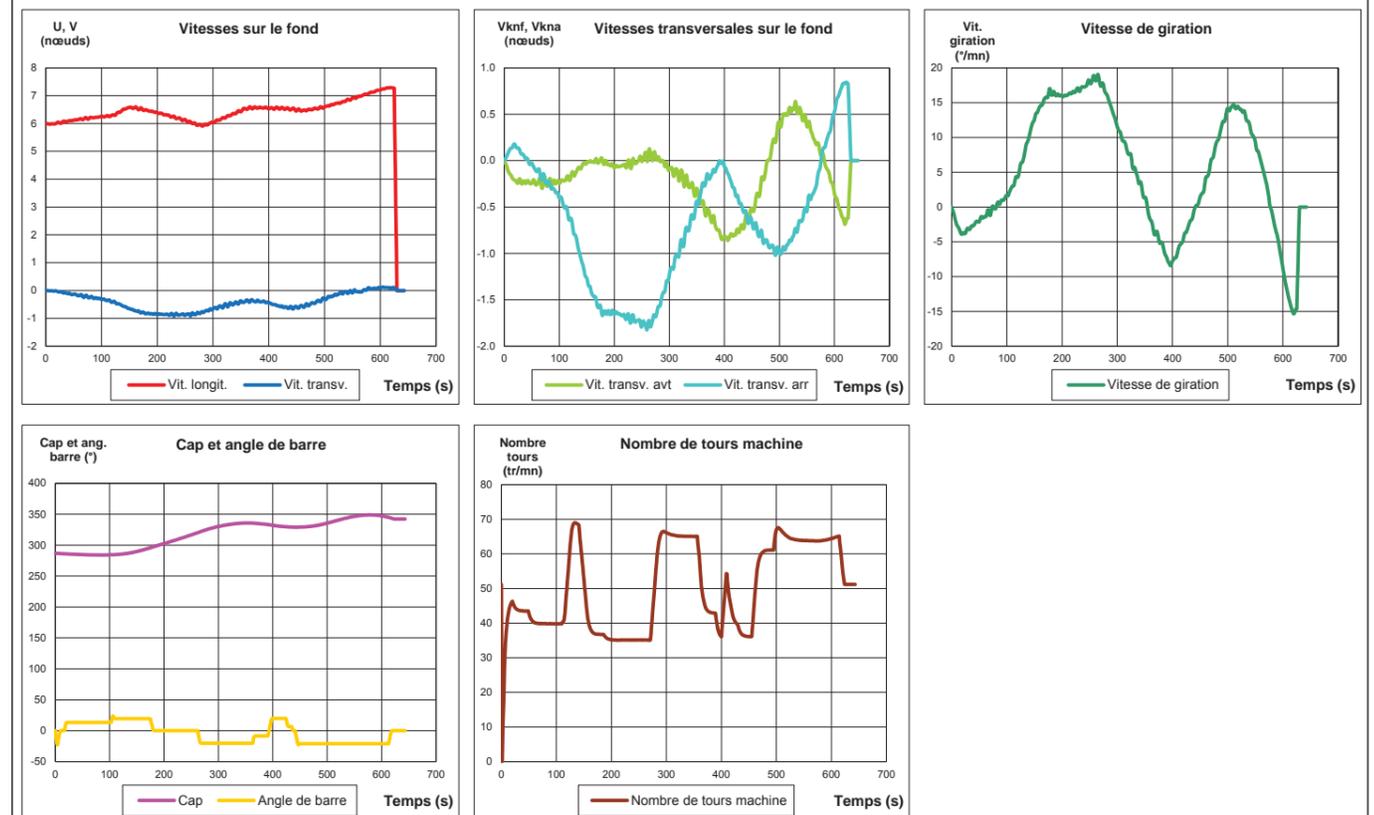


Figure 2.36d

Essai 36 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

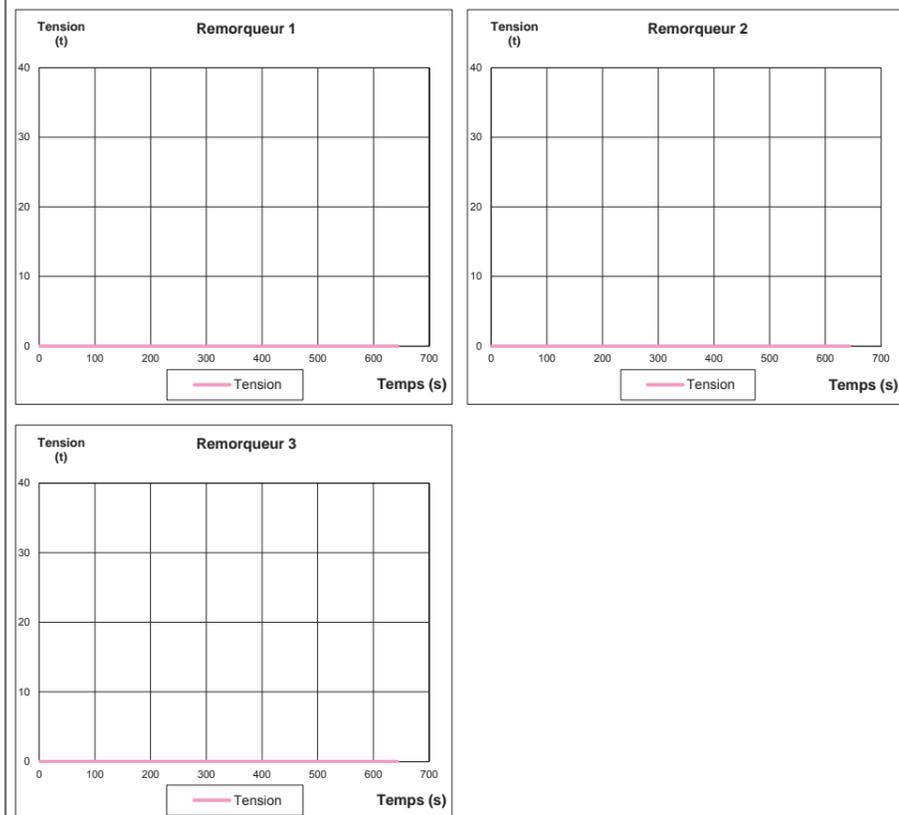


Figure 2.36e

Essai 36 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.37a

Essai 37 – Vue en plan de la trajectoire

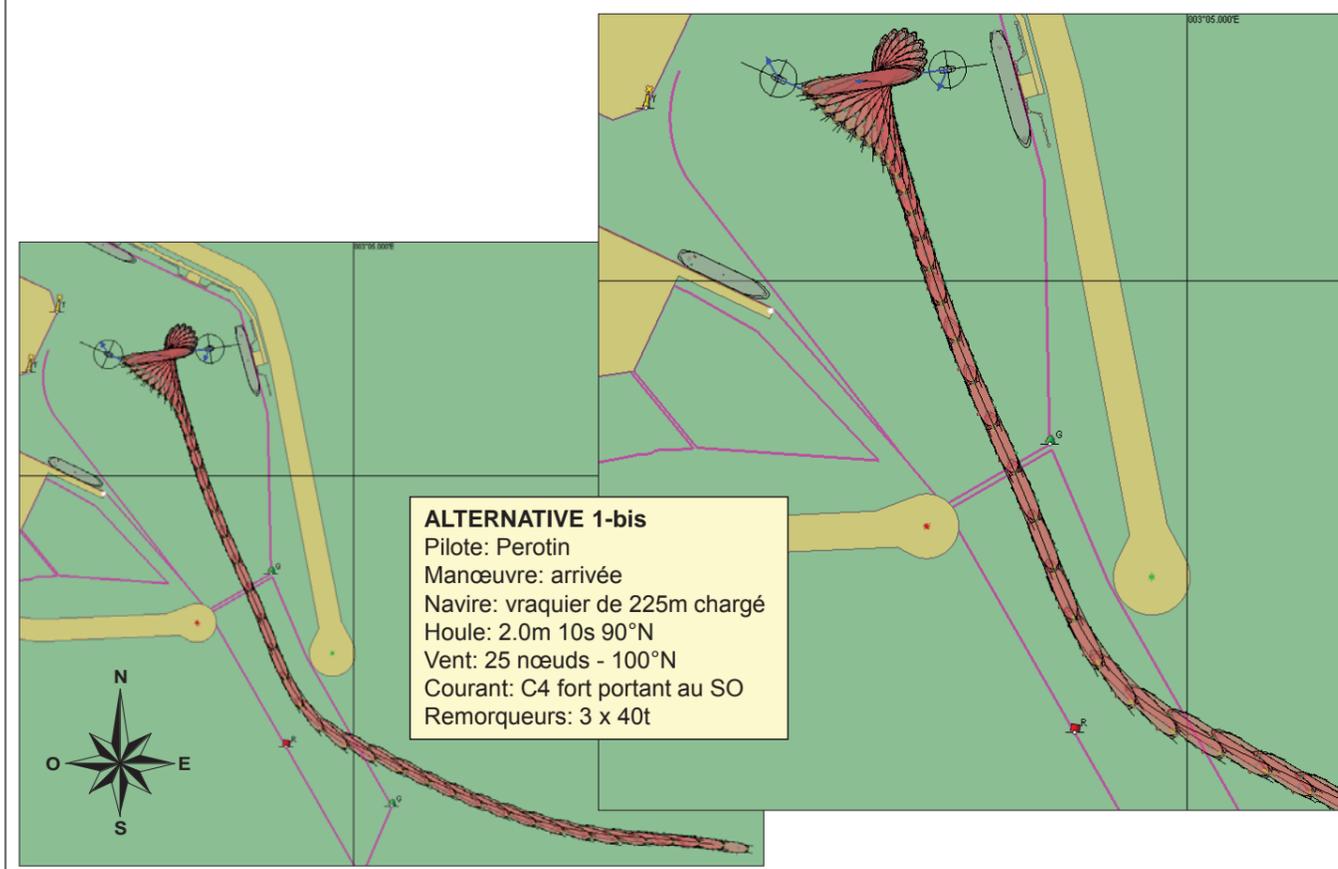


Figure 2.37b

Essai 37 – Commentaires du pilote

Approche dans l'est du chenal en passant au nord de la bouée verte.

A l'approche de la passe on gouverne sur le musoir de la digue sud Le navire franchit la veine de courant portant au sud et vient sur tribord se présenter sur l'alignement en « enroulant » alors le musoir de la digue nord.

On contrôle le navire avec 20° de barre et la machine en avant 1/2.
 Franchissement de la passe à 6,5 nœuds.

Croché les remorqueurs à l'intérieure et étalé le navire ma chine en arrière
 ½ remorqueur arrière 40T à 50% puis 75%. puis lancé l'évitage.

Présentation avec moins de vitesse. Bon contrôle du navire.

Figure 2.37c

Essai 37 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

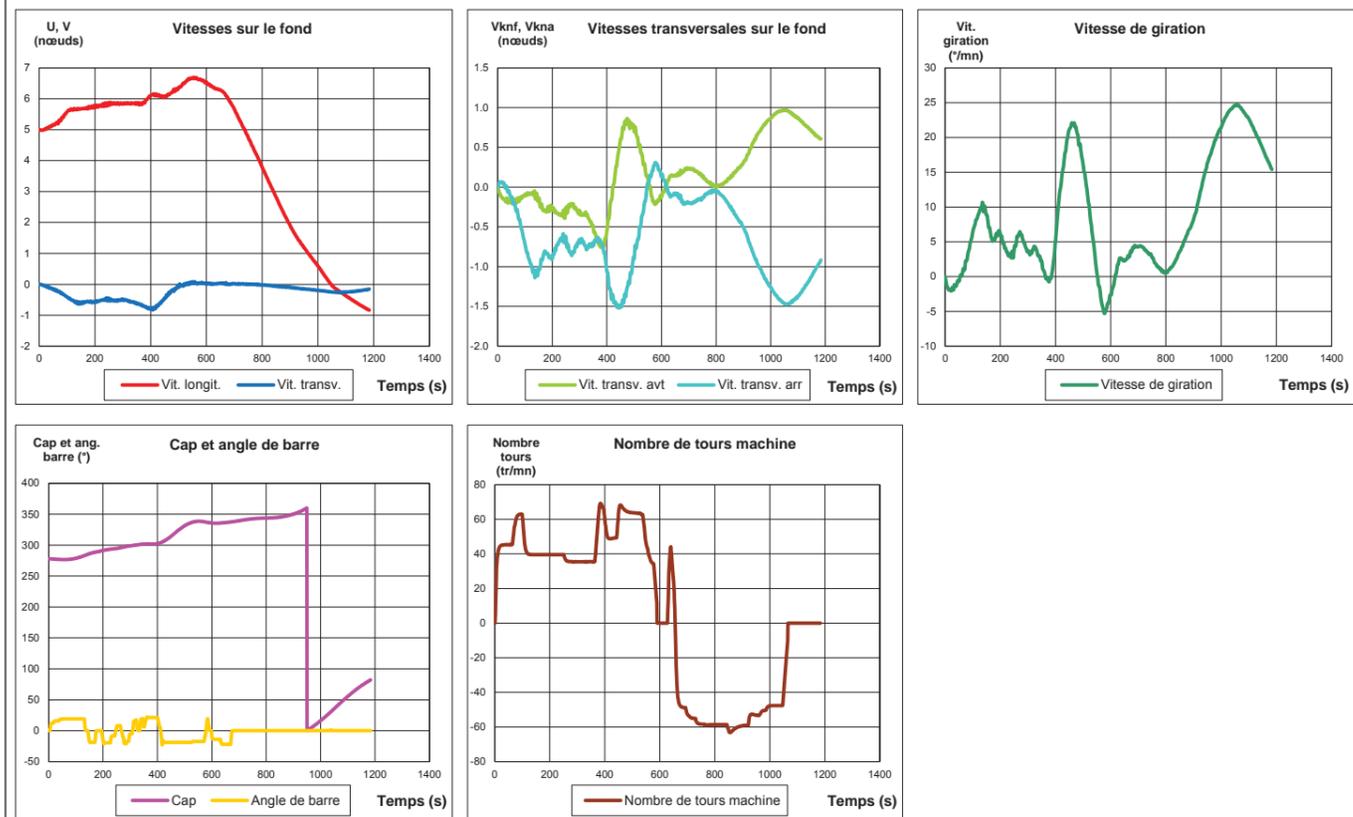


Figure 2.37d

Essai 37 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

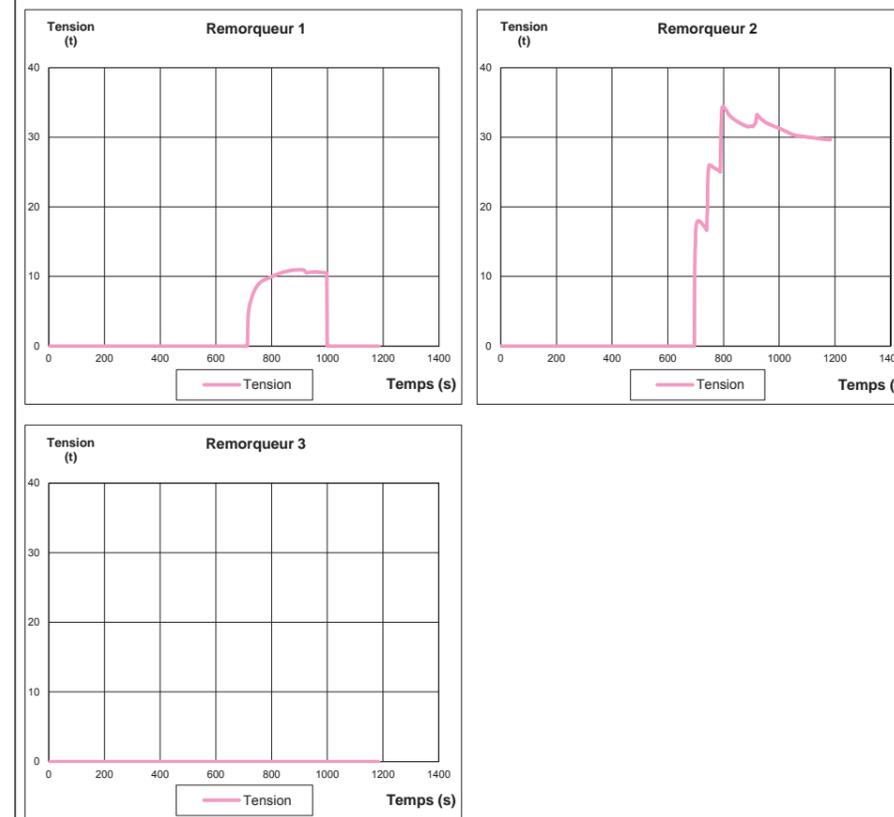


Figure 2.37e

Essai 37 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.38a

Essai 38 – Vue en plan de la trajectoire

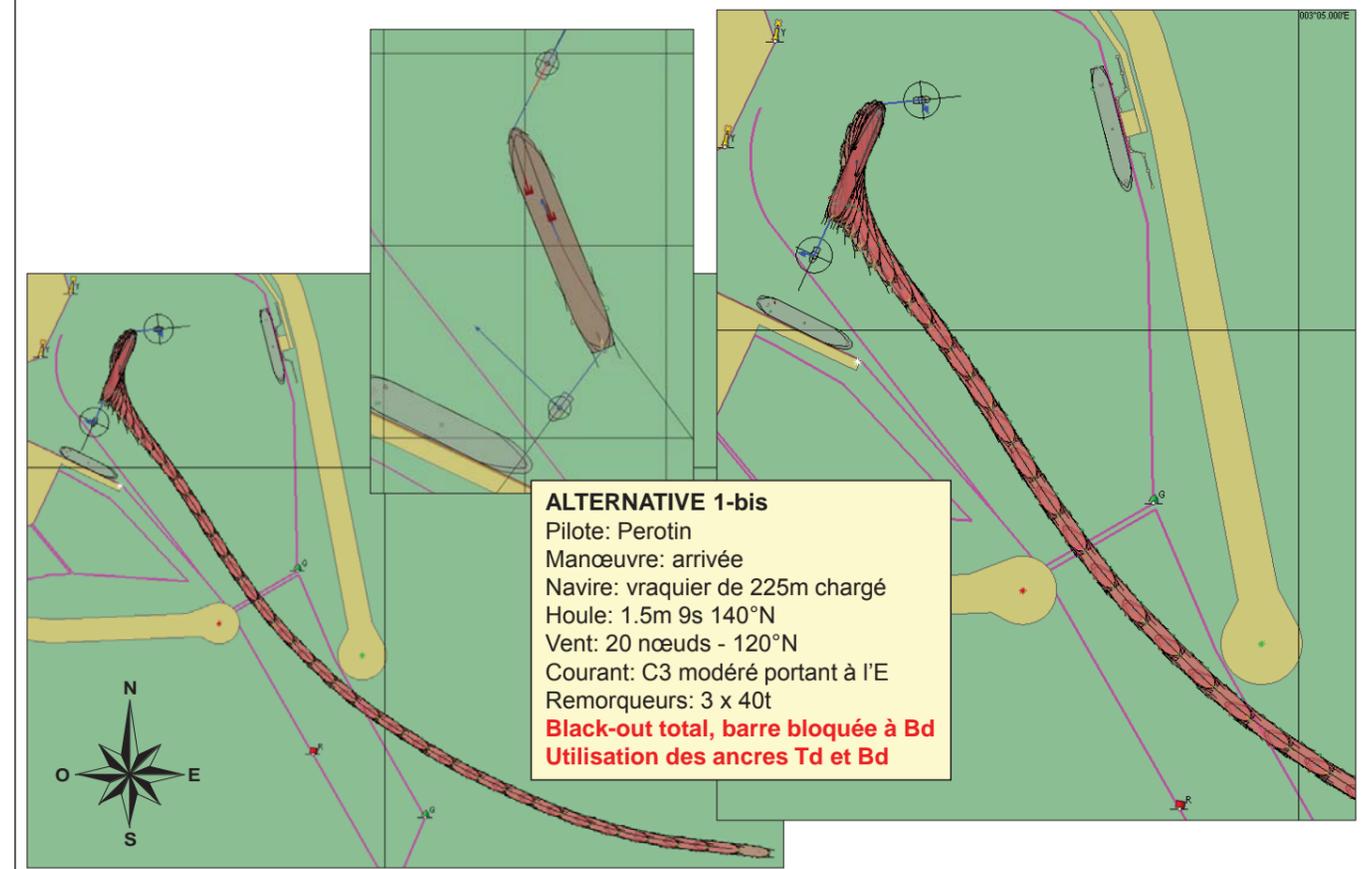


Figure 2.38b

Essai 38 – Commentaires du pilote

Approche dans l'est du chenal en passant au nord de la bouée verte.

A l'approche de la passe on gouverne sur le musoir de la digue sud face au courant traversier sans prendre trop de vitesse.

On « enroule » alors le musoir de la digue nord ceci réduisant les embardées que provoquait la présentation travers au courant traversier.

Lors du franchissement de la passe à 5,5 nœuds :black-out (plus de machine, barre bloquée 20° à gauche).

Croché les remorqueurs et étalé le navire remorqueur arrière 4OT à 50% puis à 75% et remorqueur avant sur tribord à 25%. Une fois la vitesse tombée en dessous de 4 nœuds fait mouiller tribord 2 maillons à draguer, puis bâbord 2 maillons à draguer. Fait allonger tribord à 3 maillons puis bâbord à trois maillons et enfin tribord à 4 maillons. Stoppé le navire en face du mole nord.

Passé à ½ longueur de navire du navire amarré au P10.

Figure 2.38c

Essai 38 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

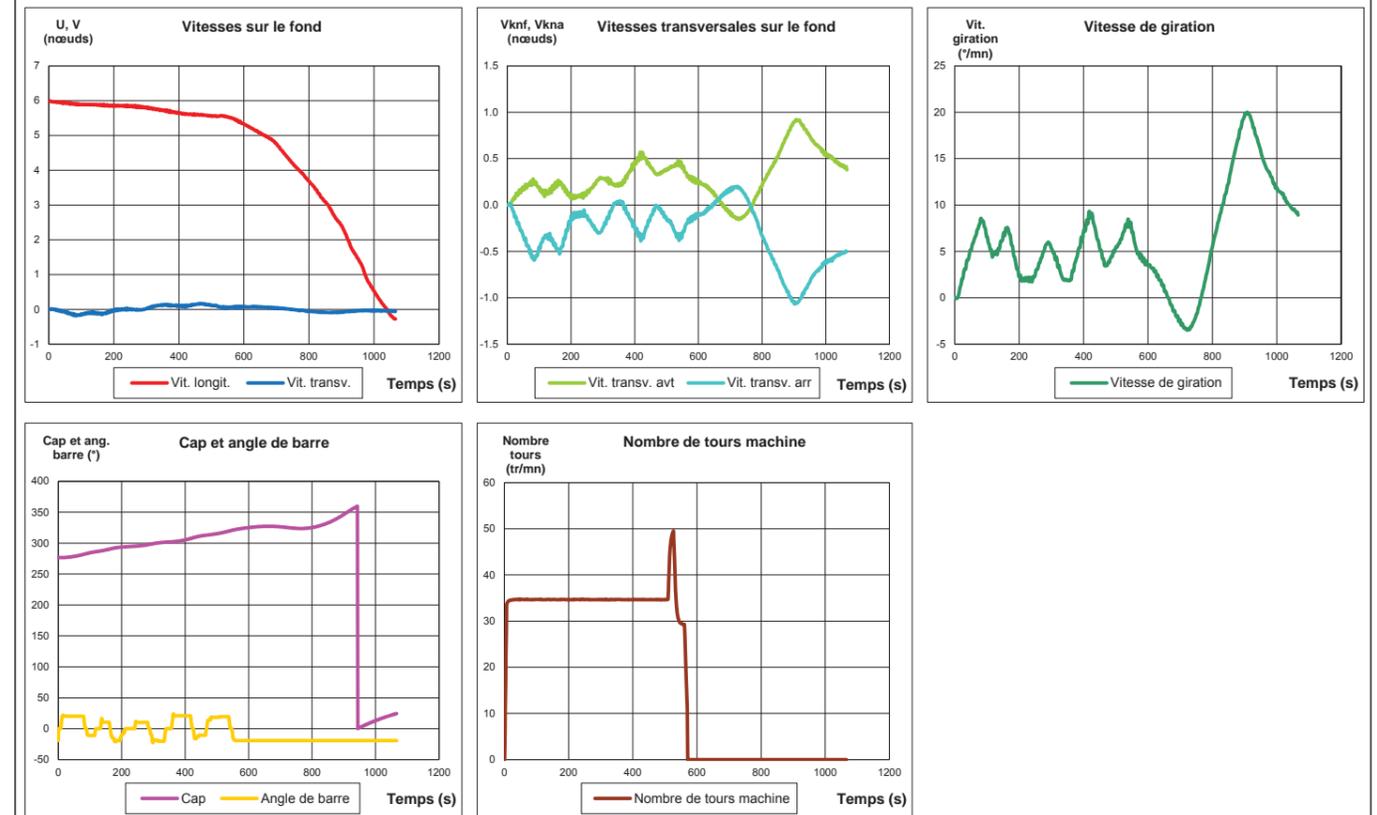


Figure 2.38d Essai 38 – Caractéristiques des remorqueurs (et ancrés) en fonction du temps

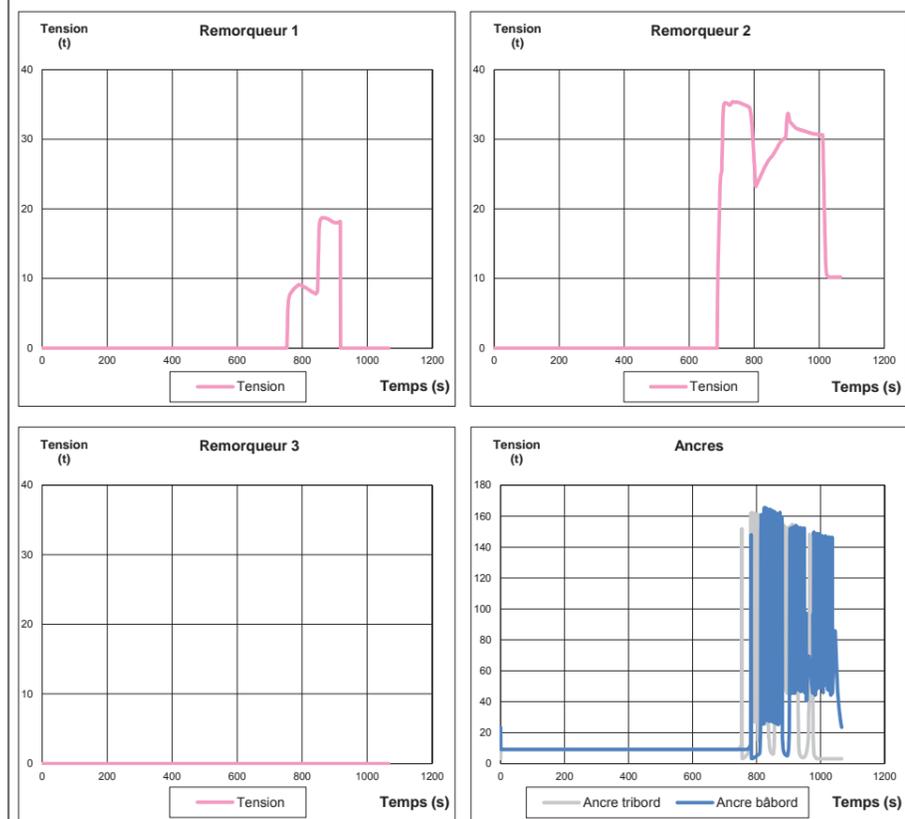


Figure 2.38e

Essai 38 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.39a

Essai 39 – Vue en plan de la trajectoire



Figure 2.39b

Essai 39 – Commentaires du pilote

Présentation dans le chenal à 5 nœuds.

Chenalage dans l'est de l'alignement .

Début de giration dans la passe.

Ici nous avons pris un remorqueur en stand-by à l'avant.

Lors du chenalage vers le port historique avarie de barre(bloquée 15° à droite dans le sud de l'enracinement du P10, vitesse 4,5 nœuds.

Battu en arrière en contrant l'effet de pas avec le remorqueur.

Puis mouillé tribord 2 maillons, puis 3 maillons à draguer, ensuite mouillé bâbord 1 maillon . Navire stoppé au niveau de l'ancien phare de la jetée sud.

Figure 2.39c

Essai 39 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

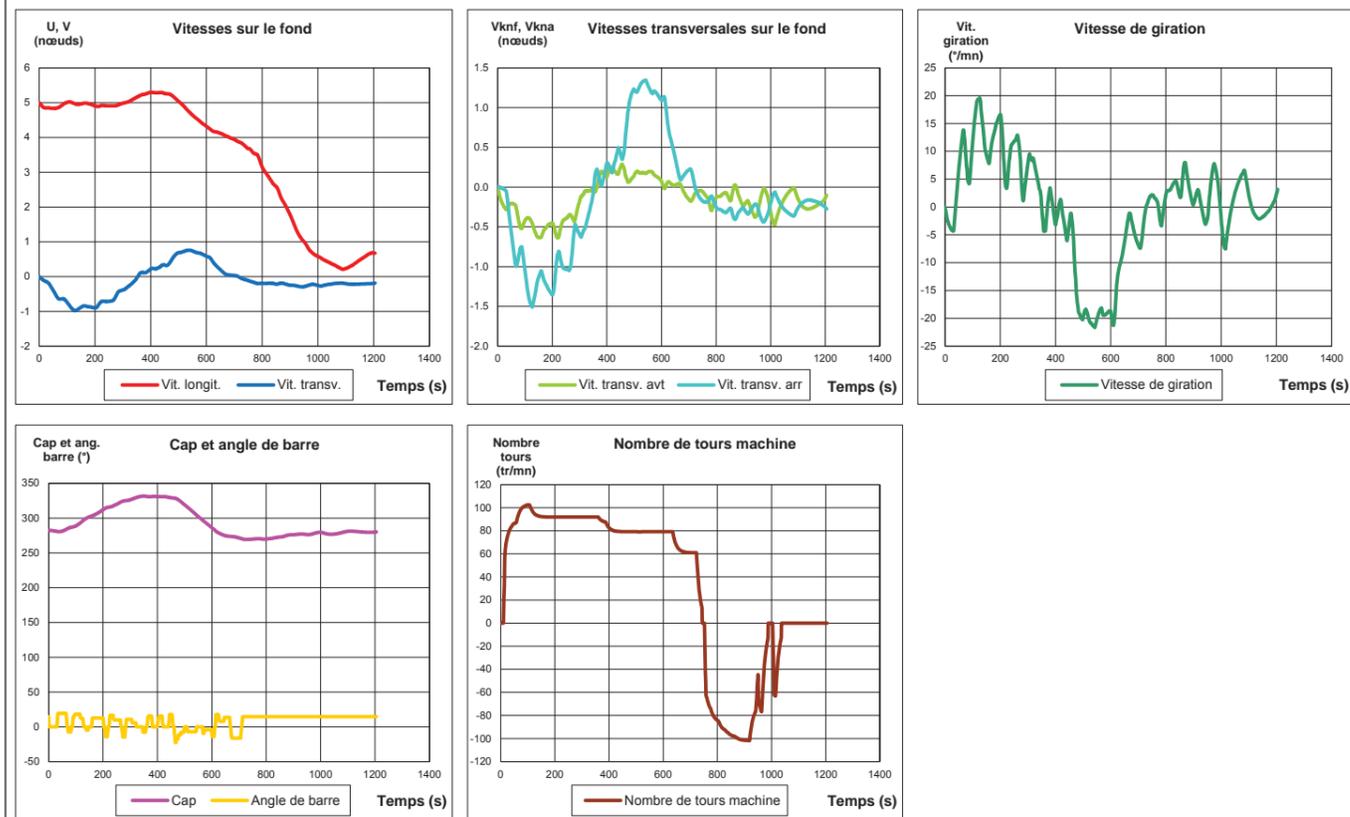


Figure 2.39d Essai 39 – Caractéristiques des remorqueurs (et ancrés) en fonction du temps

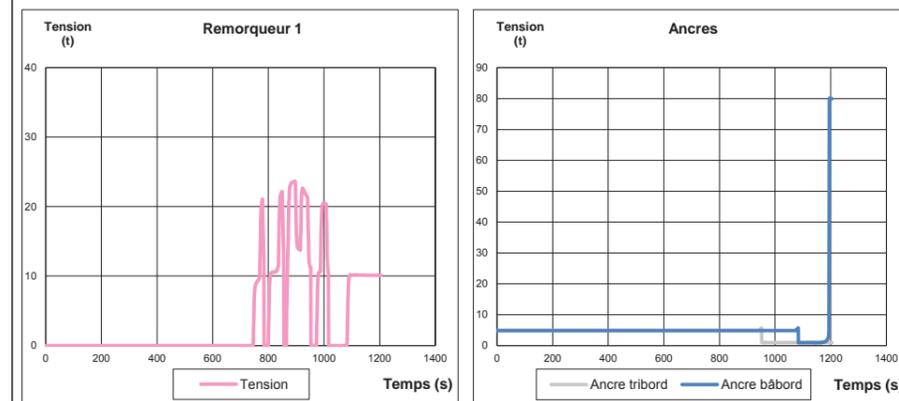


Figure 2.39e

Essai 39 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.40a

Essai 40 – Vue en plan de la trajectoire

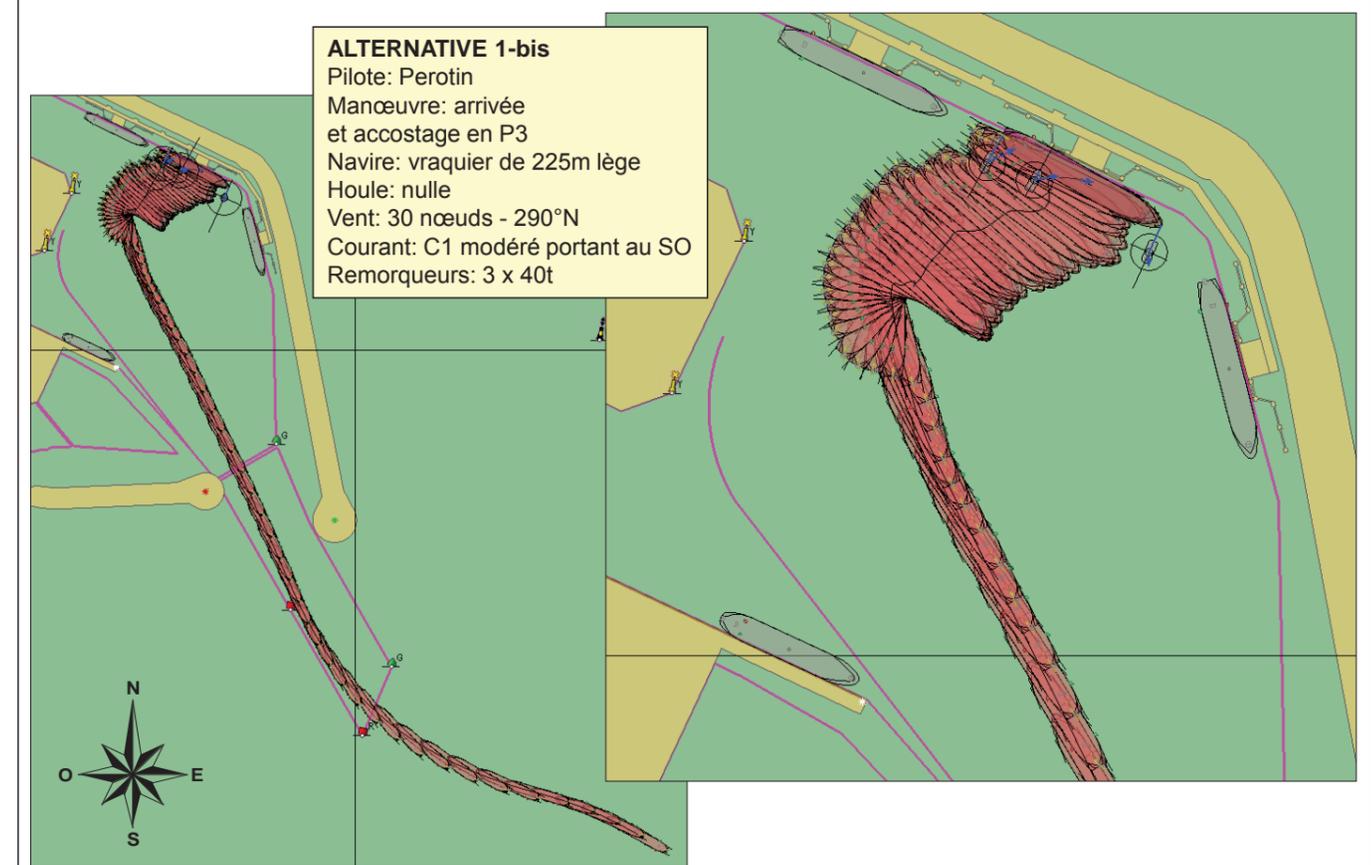


Figure 2.40b

Essai 40 – Commentaires du pilote

Approche par le sud du chenal. Il faut trouver l'équilibre entre la dérive due au vent et la dérive due au courant. Ici chenalage un peu trop dans l'ouest de l'alignement.

Croché les remorqueurs avant et arrière à l'extérieure de la passe (pas de houle).

Une fois la passe franchie à 5 nœuds, réduit l'allure à l'aide de la machine et du remorqueur arrière sans difficulté, navire lège.

Lancé l'évitage dans le nord du cercle d'évitage.

Après l'évitage, remontée vers le poste 3 à l'aide des remorqueurs. On utilisera un remorqueur à pousser et les remorqueurs avant et arrière pour contrôler la vitesse d'accostage du navire. Attention à la vitesse d'accostage ici légèrement supérieure à 30 cm/s.

Figure 2.40c

Essai 40 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

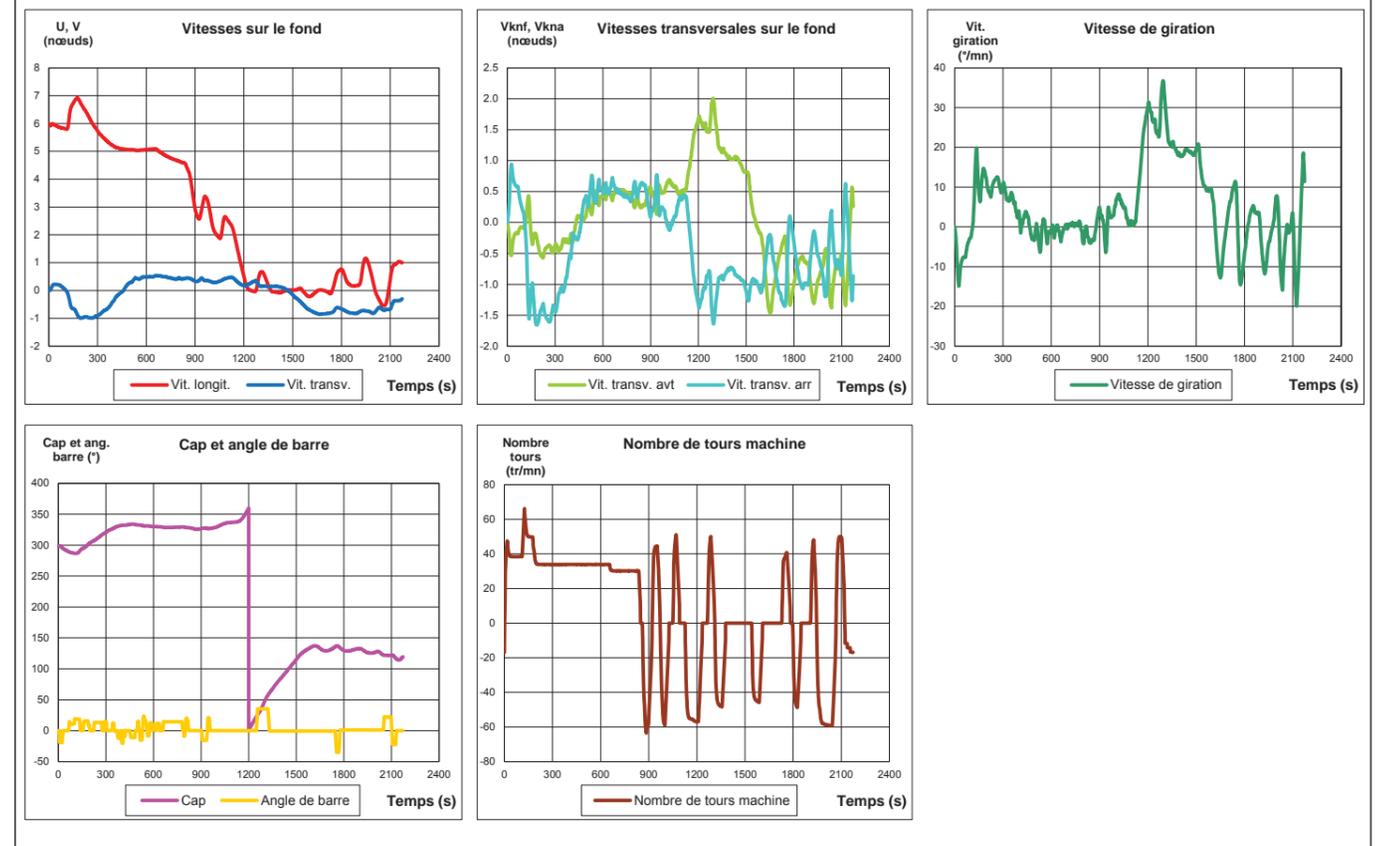


Figure 2.40d

Essai 40 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

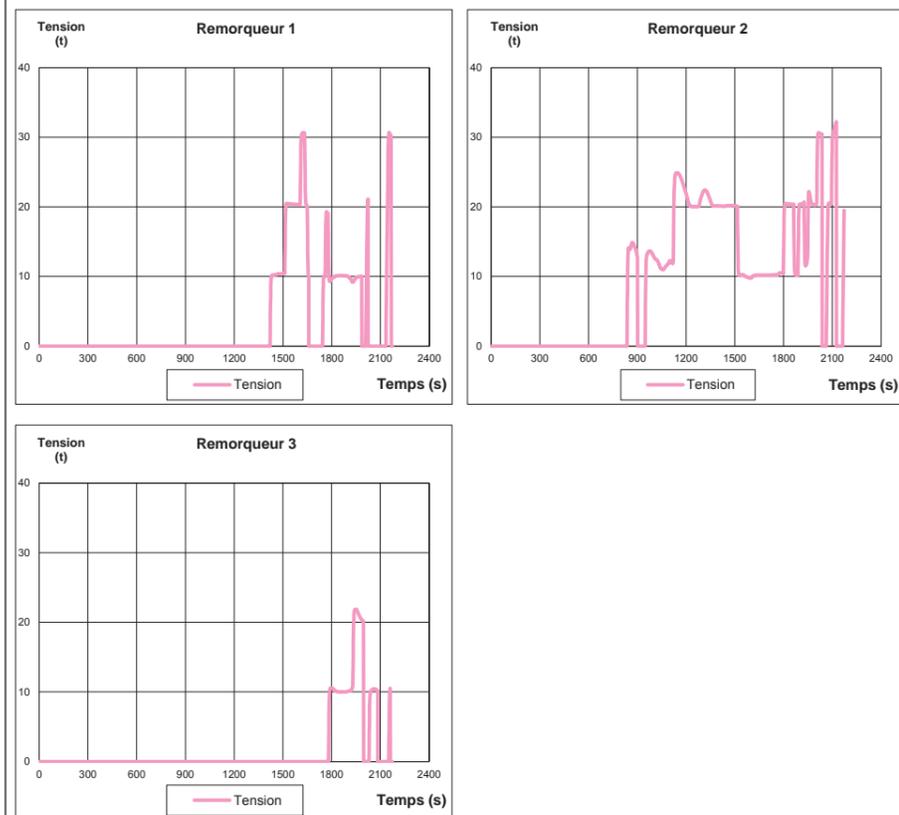


Figure 2.40e

Essai 40 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.41a

Essai 41 – Vue en plan de la trajectoire

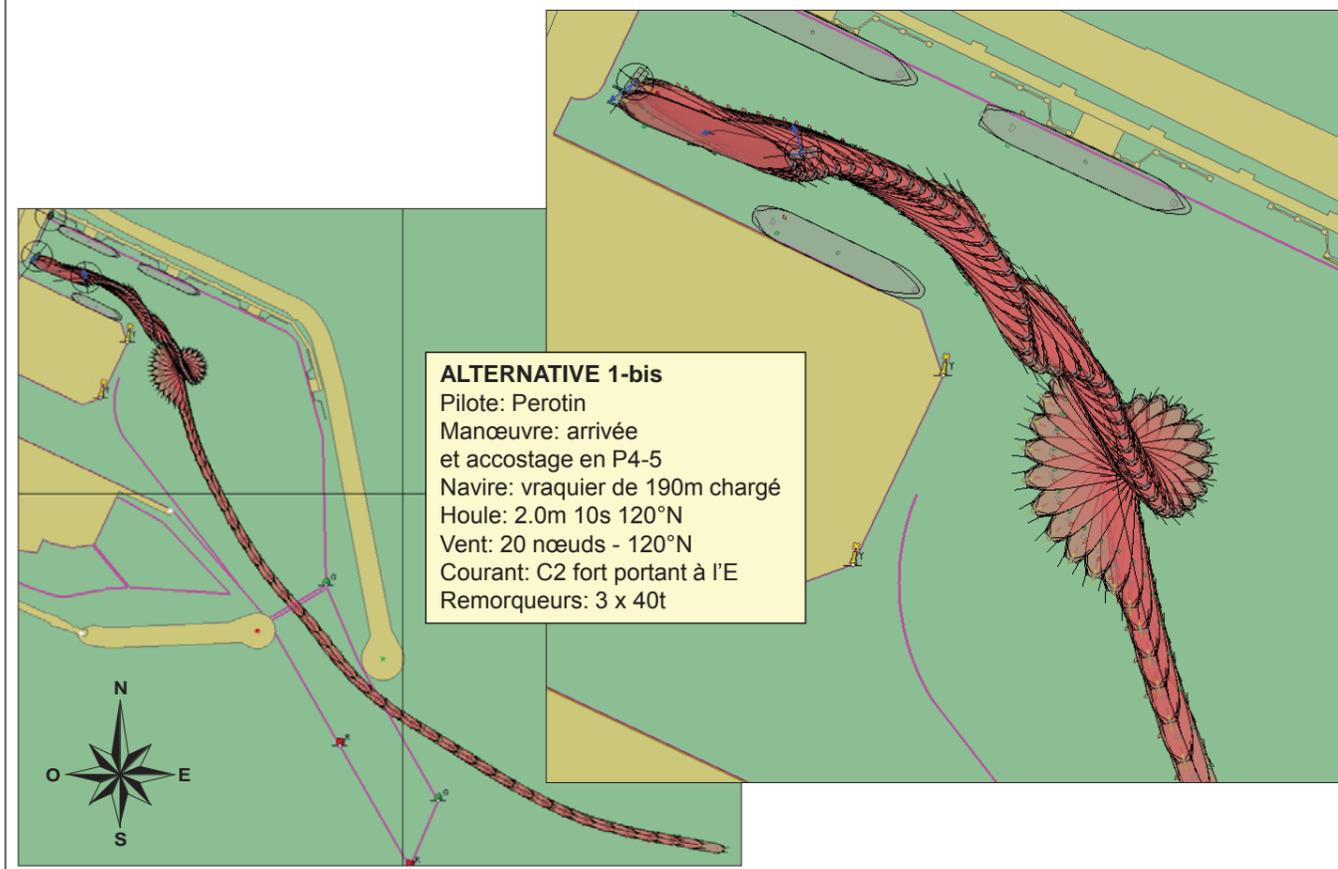


Figure 2.41b

Essai 41 – Commentaires du pilote

Approche dans l'est du chenal en passant au nord de la bouée verte.

A l'approche de la passe on gouverne sur le musoir de la digue sud face au courant traversier sans prendre trop de vitesse.

On « enroule » alors le musoir de la digue nord ceci réduisant les embardées que provoquait la présentation travers au courant traversier.

Stoppé le navire peu puissant en arrière à l'aide de la machine et des remorqueurs une fois les remorqueurs crochés à l'intérieur.

Lancé l'évitage et utilisé le remorqueur arrière 40T à 50% et le remorqueur avant 40T à 25%. On essaye de culer aux environs de 1 nœud sans dépasser les 2 nœuds.

En phase finale où on manque de place pour faire travailler les remorqueurs, la possibilité de travailler en push-pull serait intéressante. Par défaut on utilisera un remorqueur à pousser et les remorqueurs avant et arrière pour contrôler la vitesse d'accostage du navire.

Figure 2.41c

Essai 41 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

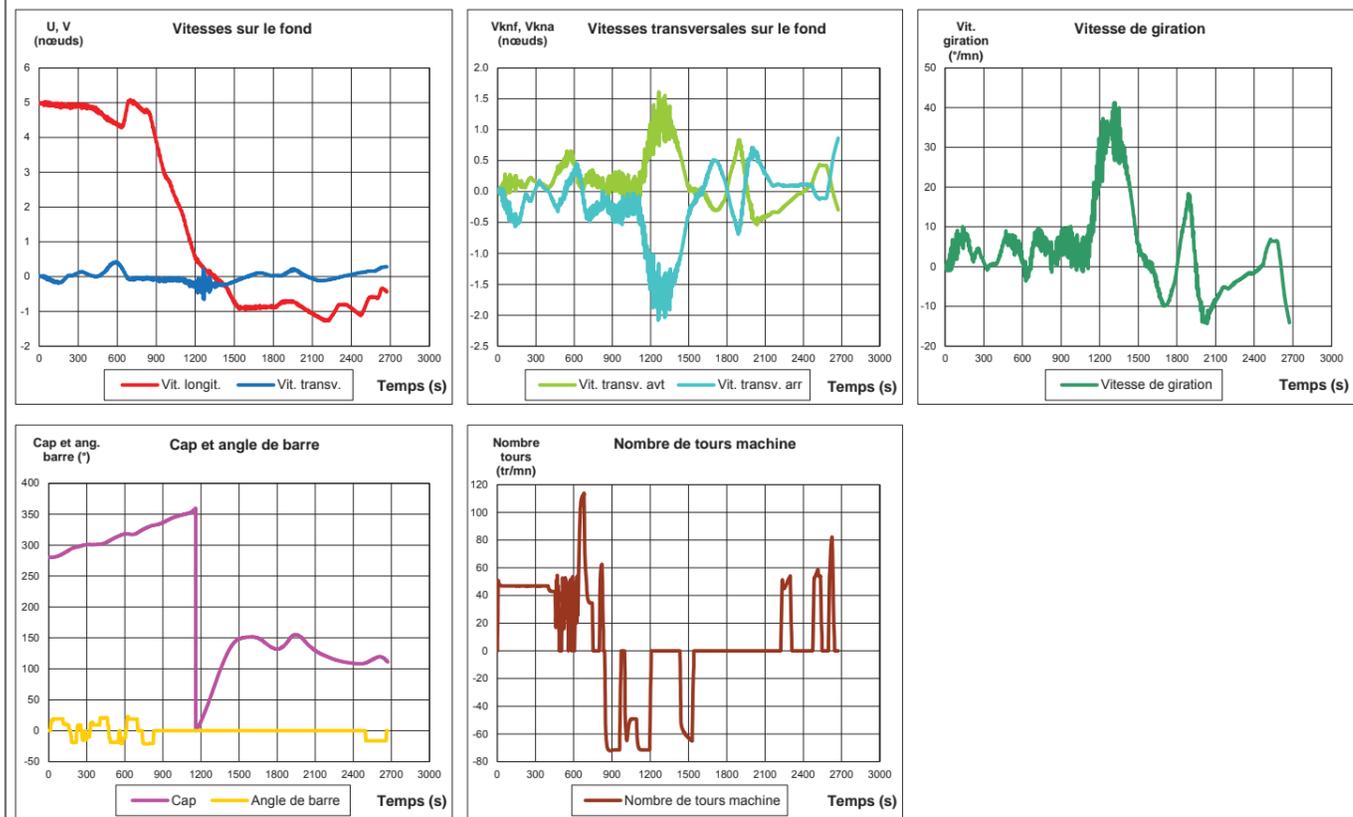


Figure 2.41d

Essai 41 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

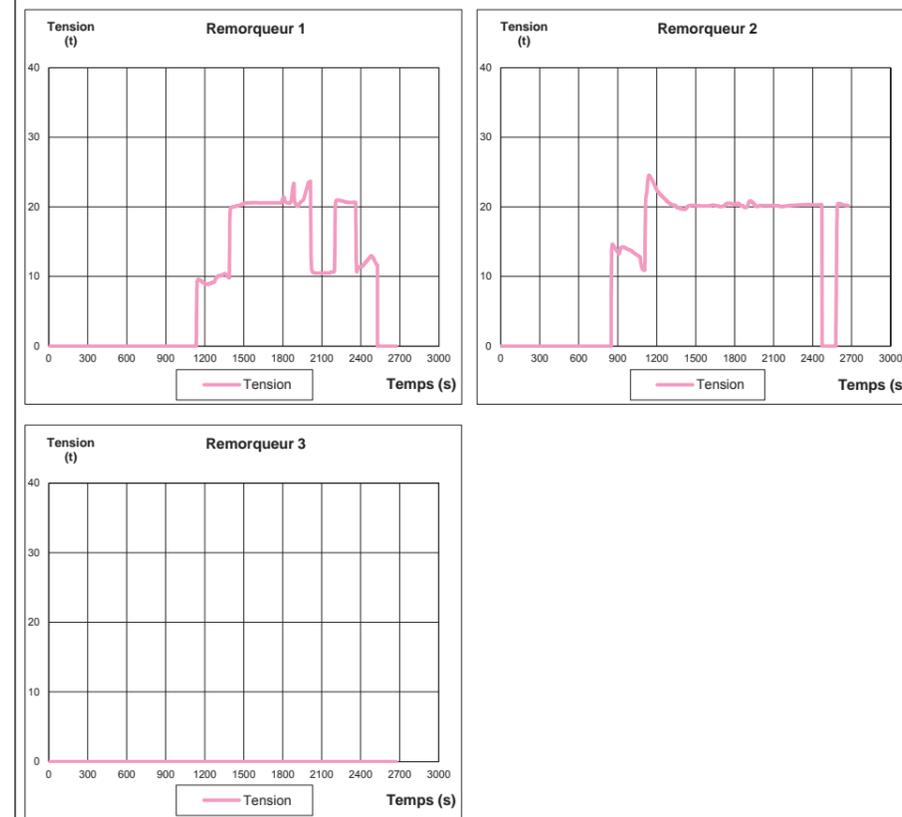


Figure 2.41e

Essai 41 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 2.42a

Essai 42 – Vue en plan de la trajectoire

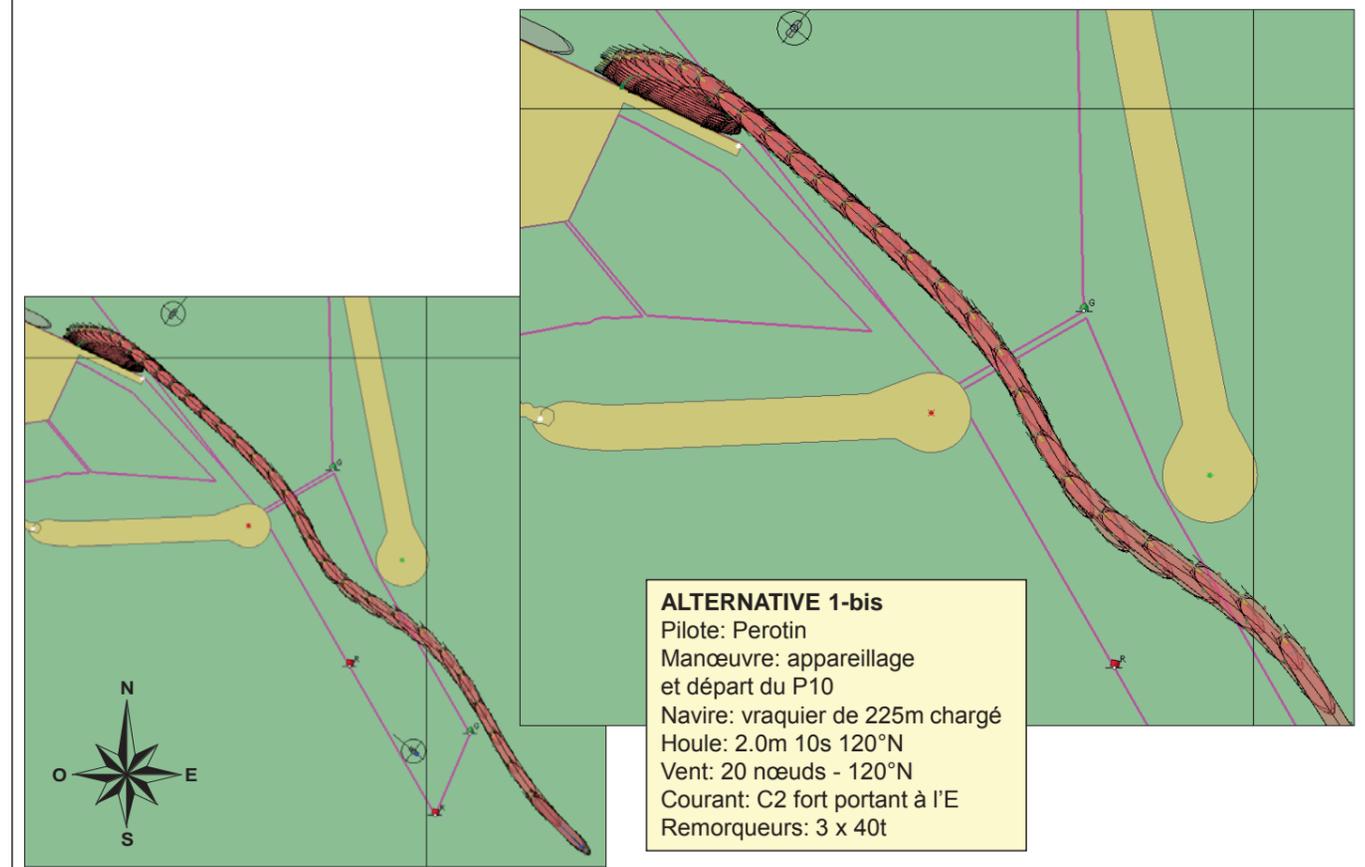


Figure 2.42b

Essai 42 – Commentaires du pilote

Décosté le navire à l'aide des deux remorqueurs (40T) crochés à l'avant et à l'arrière, Attention à s'écarter suffisamment pour ne pas passer trop près de l'extrémité du poste.

Le chenalage jusqu'à la passe ne présente pas de difficulté particulière.

Le courant portant vers l'est n'a pas perturbé le navire après la passe

L'élargissement du chenal vers l'est permettrait de dégager dans l'est, ou porte le courant traversier sensible à la passe, dès le passage du musoir de la jetée nord.

Figure 2.42c

Essai 42 – Caractéristiques en fonction du temps (ordres, résultats)

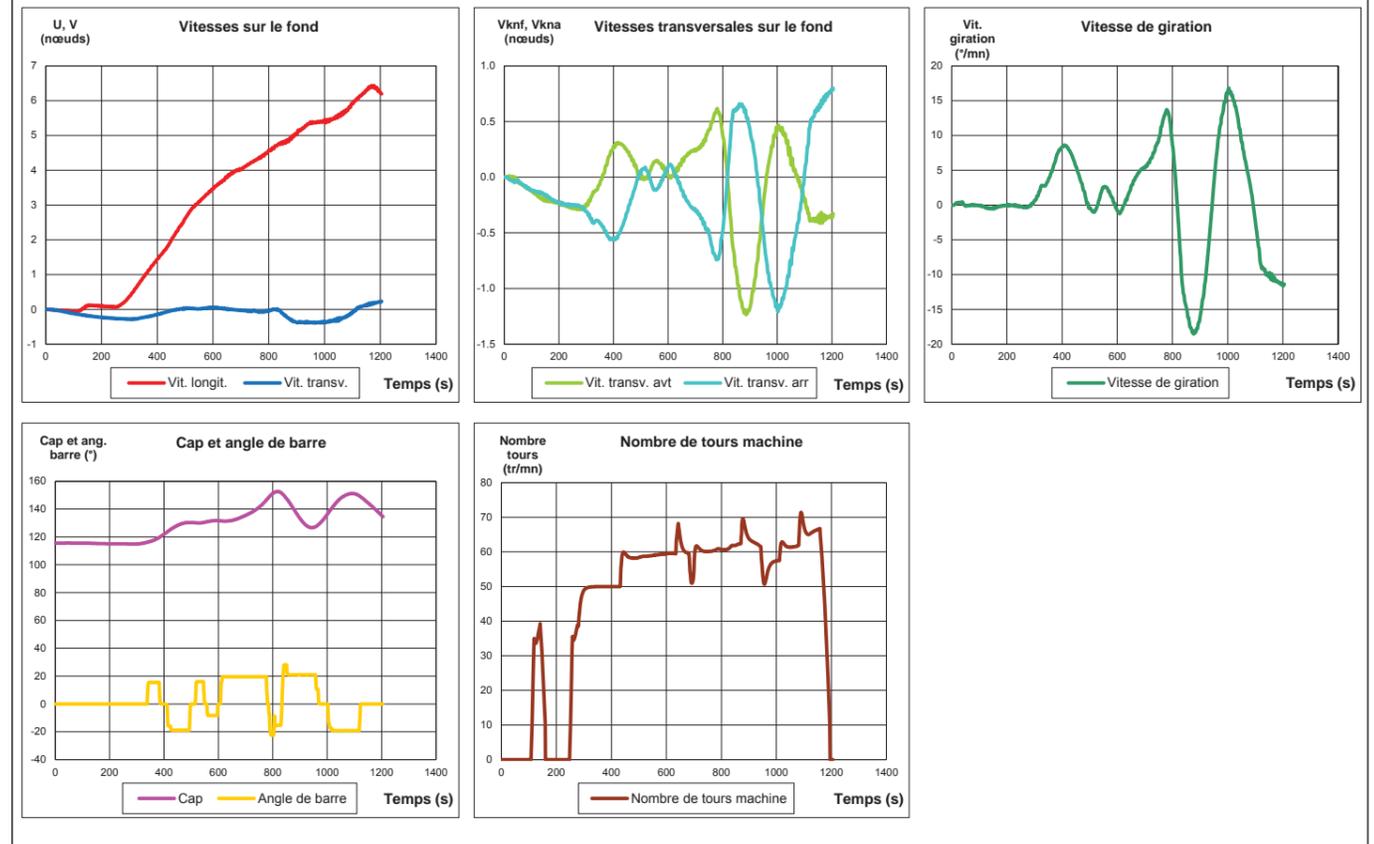


Figure 2.42d

Essai 42 – Caractéristiques des remorqueurs en fonction du temps

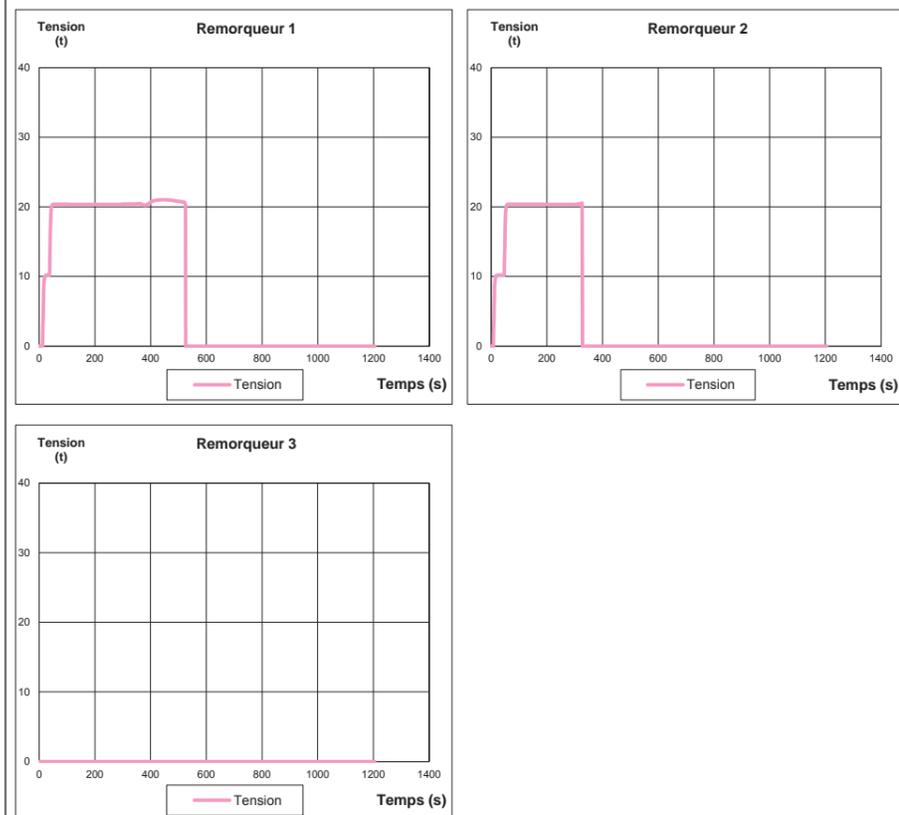


Figure 2.42e

Essai 42 – Vue du modèle 3D pendant la simulation



Figure 3.0

SIMULATIONS DE NAVIGATION

PLAN DE MASSE OPTIMISE

Figure 3.1

SIMULATIONS DE NAVIGATION

Plan de masse optimisé à l'issue des essais de navigation (basé sur l'alternative 1-bis) – phase 2

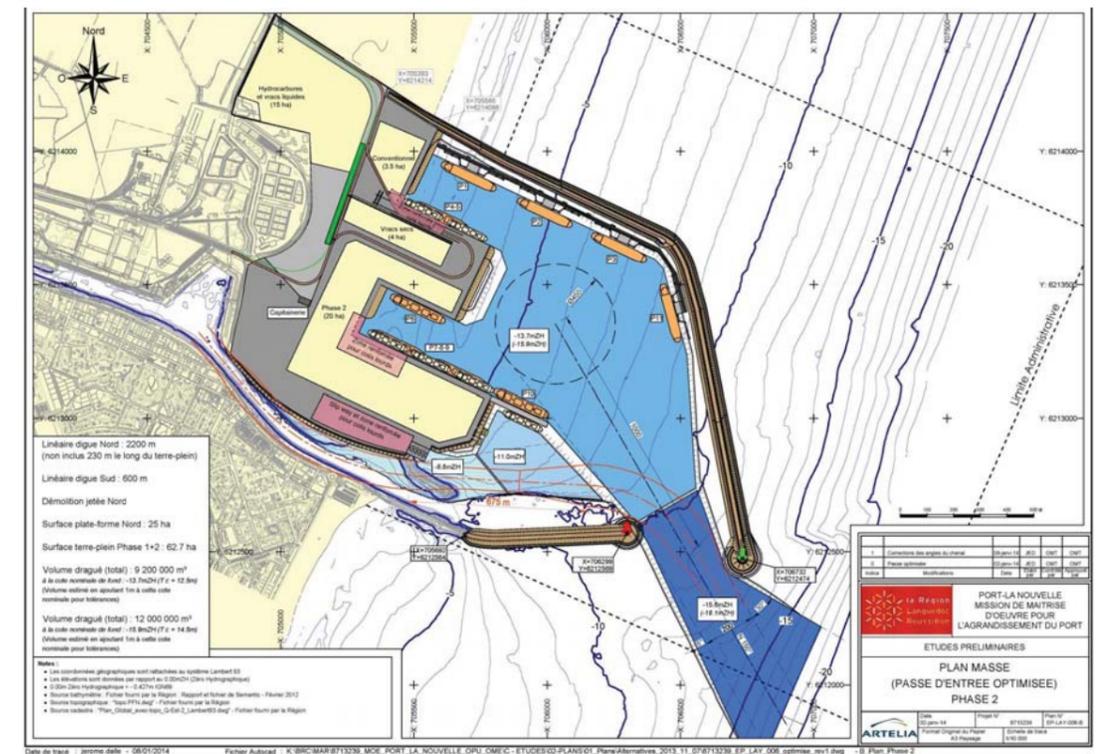


Figure 3.2

SIMULATIONS DE NAVIGATION

Plan de masse optimisé à l'issue des essais de navigation (basé sur l'alternative 1-bis) – phase 1

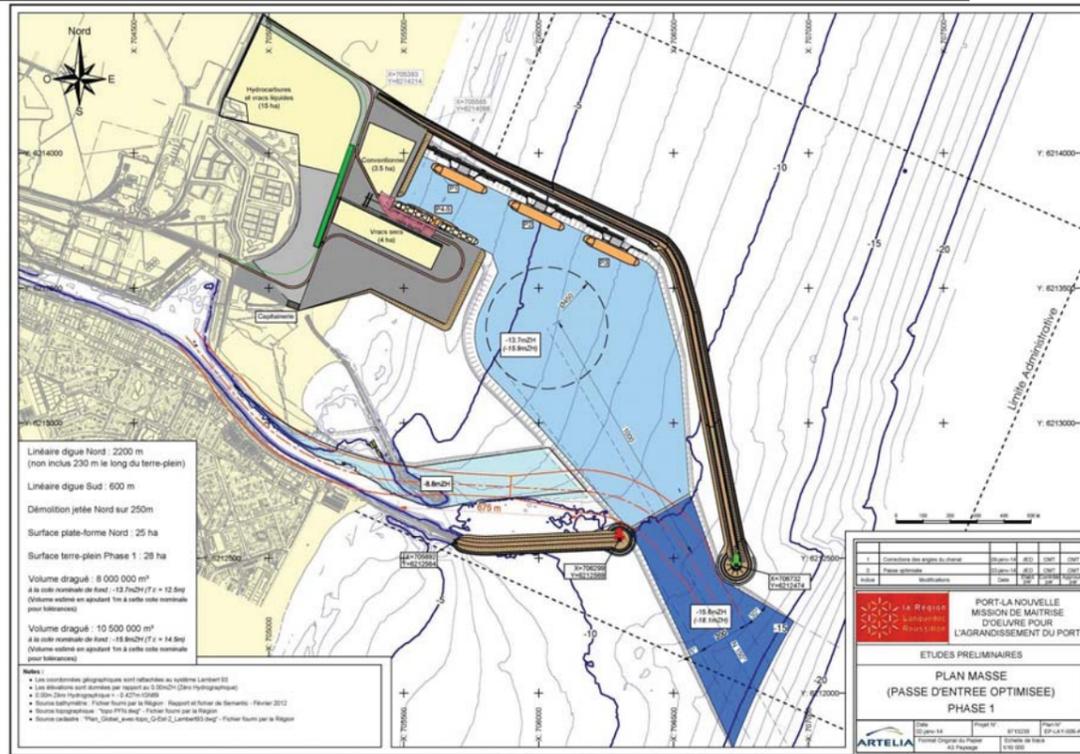
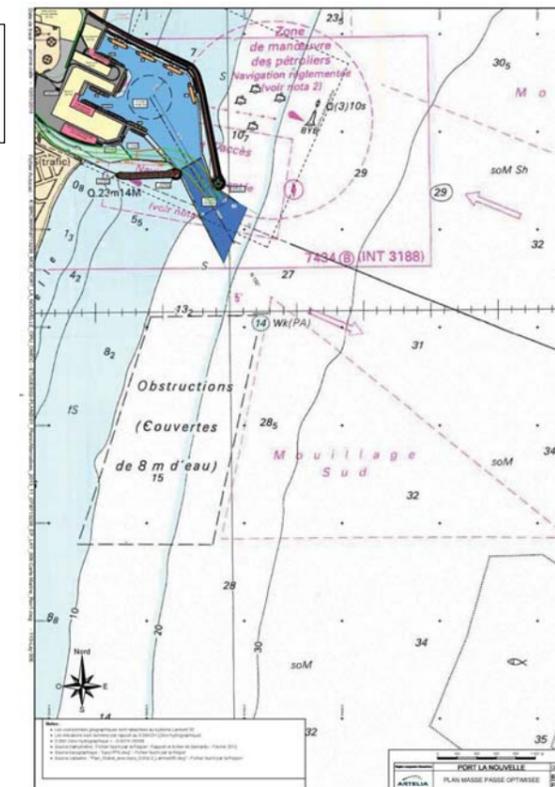


Figure 3.3

SIMULATIONS DE NAVIGATION

Plan de masse optimisé à l'issue des essais de navigation (basé sur l'alternative 1-bis) en superposition de la carte marine



MISSION DE MAITRISE D'ŒUVRE POUR L'AGRANDISSEMENT DU PORT DE PORT-LA NOUVELLE

RAPPORT RELATIF AUX SIMULATIONS DE NAVIGATION

ANNEXE 01 : TABLEAU RECAPITULATIF DES ESSAIS

Lundi 16 décembre										
Numéro d'essai	navire manoeuvrant-configuration (Alge ou chargée)	Description de l'essai	Conditions environnementales à l'extérieur du port			plan de masse testé	hélicoptères assistants aux essais	remarques	commentaires du pilote	commentaire technique
			Houle (H _{max} , T _p , dir)	Vent (v ₁₀ , T _{max} , dir)	Courant (vitesse, dir)					
1	vraquier de 225m - chargé	Franchissement passe + accostage en P1	---	---	---	alternative 1	---	prise en main du modèle	Approche à 5 nœuds « navire lourd », la présence de l'alignement permet de s'aver en embouquant le chenal. L'absence de houle permet de crocheter les remorqueurs avant et arrière à l'extérieur de la passe. Le franchissement de la passe à 5 nœuds permet de ralentir le navire sans utilisation des remorqueurs et lui d'arriver dans le cercle d'évitage à 1,5 nœuds. Dans ce cas l'évitage du navire peut se faire avec le remorqueur arrière 50% (20T). La remontée en marche arrière vers le poste 1 se fait à l'aide des deux remorqueurs pour l'accostage un troisième remorqueur à pousser vers l'arrière, les deux remorqueurs (40T) avant et arrière permettant de contrôler la vitesse d'accostage.	
2	vraquier de 225m - chargé	Tramontane - Franchissement passe + accostage en P1	---	25 nœuds - 290°N	condition 1: courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1	---		Approche à 6 nœuds. Croché les remorqueurs avant et arrière à l'extérieur de la passe (pas de houle). Une fois la passe franchie dès que l'on réduit l'allure le navire se réaligne (réaction normale), la présence de l'alignement est précieuse et permet de décaler la tendeur du navire à l'extérieur si on tente de tenir le navire avec la barre et la machine, comme ici, on conserve de la vitesse et il est alors difficile, lorsque si, de stopper le navire avec la machine et les remorqueurs (vitesse «Inopéusé nécessaire»). Après l'évitage la remontée en arrière vers le poste 1 à l'aide des remorqueurs (jusqu'à 75% du bollard pull,30T) bien que nécessitant une grande attention (présence de navires au P1 et P5) ne pose pas de problème particulier.	lors de la manoeuvre d'évitage, l'arrière du navire passe près de la bouée matérialisant l'extrémité nord du talus de passage du radeau nord. La capacité des remorqueurs (40t) est justifié dans cet essai, car on les fait travailler à 75% de leur bollard pull pour une manoeuvre normale
3	vraquier de 225m - chargé	Tramontane - Franchissement passe + accostage en P1	---	30 nœuds - 290°N	condition 1: courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1	---		Même approche que l'essai n°2. Le franchissement de la passe légèrement décalé dans l'est de l'alignement permet d'anticiper le départ au lot lors du ralliement. Le travail du remorqueur arrière sur l'arrière bâbord ralentit le navire et centre son départ au lot. En fin d'évitage on peut avec le navire pour effectuer le passage en arrière entre un navire au poste 2 et un navire au poste 5. La largeur de la darse semble bien adaptée. Pour l'accostage on utilisera un remorqueur à pousser et les remorqueurs avant et arrière pour contrôler la vitesse d'accostage du navire.	3 remorqueurs sont nécessaires pour l'accostage (deux à tirer pour contrôler la vitesse d'accostage) et un à pousser. Remorqueur avant utilisé à 75% de sa capacité.
4	vraquier de 225m - chargé	Tramontane - Franchissement passe + accostage en P6	---	30 nœuds - 290°N	condition 1: courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1	---		Même approche et même entrée que l'essai n°3. Après l'évitage les deux remorqueurs (40T) à 75% permettent de contrôler la dérive, puis l'arrière du navire qui tend à monter dans le vent. Présence de navires aux postes 7-8-9. Pour l'accostage on utilisera un remorqueur à pousser et les remorqueurs avant et arrière pour contrôler la vitesse d'accostage et longitudinale du navire.	3 remorqueurs sont nécessaires pour l'accostage (deux à tirer (à l'avant et à l'arrière) pour contrôler la vitesse d'accostage) et un à pousser. Les remorqueurs avant et arrière sont utilisés à 75% de leur capacité.
5	vraquier de 225m - léger	Tramontane - départ du poste P1	---	30 nœuds - 290°N	condition 1: courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1	---		Les deux remorqueurs (40T) crochés à l'avant et à l'arrière, permettent de décroster le navire en évitant de prendre de l'air en avant. Une fois décroché, lorsque le navire prend de l'air en avant le remorqueur arrière en tension évite que l'arrière du navire ne s'approche trop du navire amont au poste 2. La largeur de la darse semble adaptée et permet de décroster un peu plus le navire que cela n'a été fait (cf. afin de passer en sécurité entre les navires au P2 et P5. Le chenalage jusqu'à la passe ne présente pas de difficulté particulière.	La largeur de la darse nord semble adaptée

6	vraquier de 225m - chargé	vent main - Franchissement passe + accostage en P2	2m ; 10s ; 120°N	20 nœuds - 120°N	condition 2 : courant fort portant à l'est	alternative 1	---	---	Approche à 6 nœuds dans l'axe du chenal. A l'approche de la passe le courant traversier portant vers l'est provoque une embardée sur tribord puis sur bâbord difficile à contrôler qui par ailleurs ne permet pas de ralentir, franchissement de la passe à 7 nœuds. La présence de houle ne permettant pas de crocher les remorqueurs à l'intérieur en toute sécurité, on a pris le parti de les crocher à l'extérieur. En faisant travailler le remorqueur AR dès que possible (Vitesse/rouds) on peut stopper le navire. L'accostage au P2 après l'évitage ne pose de problème particulier.	effet du courant traversier portant à l'est très marqué lors du franchissement de la passe. Le navire passe très près de la limite Est du chenal dragué. Les 3 remorqueurs sont utilisés à 75% de leur capacité
7	petit tankier de 128m - chargé	Franchissement passe + double gril pour accès au port historique	---	---	---	alternative 1	---	prise en main du modèle	Présentation dans le chenal à 6 nœuds. Le chenalage dans l'est de l'alignement permet de lancer la gration vers le port historique en franchissant la passe. Ici nous avons pris un remorqueur en stand-by à l'avant. Le chenalage vers le port historique en ralliant jusqu'à l'actuel Capitainerie n'a pas présenté de difficultés et ne nécessite pas l'usage du remorqueur.	pas besoin de remorqueurs
8	petit tankier de 128m - chargé	vent main - Franchissement passe + accostage en P2	2m ; 10s ; 120°N	20 nœuds - 120°N	condition 2 : courant fort portant à l'est	alternative 1	---	---	Présentation dans le chenal à 5,5 nœuds. La largeur du chenal permet de se tenir dans l'est de l'alignement du vent. Un remorqueur en stand-by à l'intérieur. Coté sans difficulté la tendance du navire à venir sur bâbord (vent et houle d'est). La gration vers le port historique en franchissant la passe ne pose pas de problème particulier (à l'abri de la jette nord). Le chenalage à l'abri de la digue sud vers la capitainerie actuelle en ralliant vers le navire n'a pas posé de problème particulier.	---

mardi 17 décembre

Numéro d'essai	navire manoeuvrant- configuration (âge ou charge)	Description de l'essai	Conditions environnementales à l'extérieur du port			plan de masse testé	mécaniciens assistants aux essais	remarques	commentaires du pilote	commentaire technique
			Houle (H ₁₀ ; Tp ; dir)	Vent (V _{10min} ; dir)	Courant (vitesse, dir)					
9	vraquier de 225m - chargé	Tramontane - Franchissement passe + accostage en P1	---	30 nœuds - 290°N	condition 1 : courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1	---	répétition du test 3	Présentation avec une vitesse raisonnable (5,5 nœuds à la passe). Le navire lève une fois la machine stoppée. En battant en arrière on ralentit le navire, l'effet de pas, ici à droite, ne suffisant pas à contre l'aubée. L'utilisation du remorqueur arrière (vitesse « à 8 nœuds) permet de le faire et aide à freiner le navire. On constate que la configuration et les dimensions de l'avant-port permettent cette manœuvre. Mise à quel voir N°3	les 3 remorqueurs sont utilisés à 75% de leur capacité
10	vraquier de 225m - chargé	vent main - Franchissement passe + accostage en P4-5	2.7m ; 11s ; 90°N	25 nœuds ; 100°N	condition 4 (courant fort portant au sud-ouest)	alternative 1	---	---	Présentation dans l'axe du chenal. Le navire est décalé vers l'ouest par le courant portant au sud. L'avant du navire sortant de la veine de courant, le navire emporte une embardée sur tribord, difficile à contrôler passant trop près du mur de la jette Nord. L'arrière sortant à son tour de la veine de courant le navire revient sur bâbord mais touche la bouée verte au pied du batis inférieure de la jette nord. La conjugaison de conditions météorologiques (vent, houle, courant, vent cote manœuvre « osée ».	condition de houle très forte (H ₁₀ =2.7m) venant de l'est et amenant un courant à l'avant assez fort. Ces conditions peuvent être considérées comme dépassant les limites raisonnables des opérations d'entrées/sorties des navires.
11	vraquier de 225m - chargé	vent main - Franchissement passe + accostage en P4-5	2m ; 10s ; 90°N	25 nœuds ; 100°N	condition 4 (courant fort portant au sud-ouest)	alternative 1	---	---	Dans le chenal le navire subit une forte dérive vers l'ouest (gration + courant portant au sud), puis embardée sur tribord en sortant de la veine de courant. Le contrôle de l'embardée nécessite de remettre de la machine avec de la barre, le franchissement de la passe à 6,5 nœuds. La présence de houle ne permettant pas de crocher les remorqueurs à l'intérieur en toute sécurité, on a pris le parti de les crocher à l'extérieur. Utilisation du remorqueur arrière une fois croché, pour ralentir et stabiliser le navire. Evitage avec l'aide des deux remorqueurs (40T), puis accostage en arrière au poste 5. Entrée délicate (axe et vitesse de présentation à travailler).	trajectoire du navire à la limite de la bordure ouest du chenal, pouvant suggérer la nécessité d'éviter un peu le chenal d'entrée vers l'ouest. Remorqueurs avant et arrière utilisés à 75% de leur capacité

12	vraquier de 190m - chargé	Tramontane - Franchissement passe + accostage en P2	---	30 nœuds - 290°N	condition 1 : courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1	---	---	Approche à 6 nœuds. Croché les remorqueurs avant et arrière à l'extérieur de la passe (pas de houle). Une fois la passe franchie (ici à 6 nœuds) dès que l'on réduit l'aubée le navire lève (fraction normale), la présence de l'alignement est précoce et permet de décaler la tendance du navire à l'abri. Utilisation du remorqueur arrière 40T (ici à 50%) pour contre l'aubée (tendance du navire à venir dans le vent) et ralentir le navire. Navire long à s'arrêter. Après l'évitage, la remontée en arrière vers le poste 3 à l'aide des remorqueurs ne présente pas de difficulté particulière malgré la présence de navires au Poste3 et au Poste5.	Remorqueur arrière utilisé à 75% de sa capacité au maximum.
13	vraquier de 190m - chargé	vent main - Franchissement passe + accostage en P6	2m ; 10s ; 120°N	20 nœuds - 120°N	condition 2 : courant fort portant à l'est	alternative 1	---	---	Approche à 6 nœuds dans l'axe du chenal. A l'approche de la passe le courant traversier portant vers l'est provoque une embardée sur tribord puis sur bâbord. Le contrôle de l'embardée, plus aisée qu'avec le navire projeté à l'aide de la machine et de la barre ainsi que la houle ne permettant pas de réduire la vitesse, dès le franchissement de la passe. La distance d'arrêt disponible permet de stopper le navire à l'aide de la machine et des remorqueurs une fois les remorqueurs crochés à l'intérieur, tout en passant à une bonne longueur de navire du poste 10. Ici l'évitage dans la partie sud du cercle d'évitage à l'aide des deux remorqueurs permet un accostage direct en arrière au poste 6.	Remorqueur arrière utilisé à 75% de sa capacité.
14	vraquier de 225m - lége	Tramontane - Franchissement passe + accostage en P1	---	30 nœuds - 290°N	condition 1 : courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1	---	---	Chenalage sur l'alignement. Prise des remorqueurs à l'extérieur (pas de houle). La distance d'arrêt disponible permet le contrôle du départ au luf, lors de la phase de réduction de vitesse (machine et remorqueurs). Manœuvre d'évitage et phase d'accostage en arrière demandent toute l'attention. Ici début d'évitage un peu précoce et marche arrière trop près du navire au poste 2. La largeur de la darse permet de passer entre les navires au poste 2 et 5 en sécurité.	---
15	vraquier de 225m - chargé	Tramontane - Franchissement passe + accostage en P1	---	25 nœuds - 290°N	condition 1 : courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1 bis	MOA-AMO	---	Chenalage sur l'alignement. Prise des remorqueurs à l'extérieur (pas de houle). Vitesse à la passe 5 nœuds. La distance d'arrêt disponible et la vitesse modérée permettent le contrôle du départ au luf lors de la phase de réduction de vitesse (machine et remorqueurs). Phasage à une longueur de navire de P10. Manœuvre d'évitage et phase d'accostage en arrière à l'aide des deux remorqueurs de 40T. Pour l'accostage on utilise un remorqueur à pousser et les remorqueurs avant et arrière pour contrôler la vitesse d'accostage et longitudinale du navire. La largeur de la darse permet de passer entre les navires au poste 2 et 5 en sécurité.	3 remorqueurs sont nécessaires pour l'accostage (deux à tirer pour contrôler la vitesse d'accostage) et un à pousser. Les deux remorqueurs à tirer ont été utilisés à 75% de leur capacité.
16	vraquier de 225m - chargé	vent main - Franchissement passe + accostage en P4-5	2m ; 10s ; 120°N	20 nœuds - 120°N	condition 2 : courant fort portant à l'est	alternative 1 bis	MOA-AMO	---	Approche à 6 nœuds dans l'axe du chenal. A l'approche de la passe le courant traversier portant vers l'est provoque une embardée sur tribord puis sur bâbord difficile à contrôler qui par ailleurs ne permet pas de ralentir, franchissement de la passe à 6,5 nœuds. La présence de houle ne permettant pas de crocher les remorqueurs à l'intérieur en toute sécurité, on a pris le parti de les crocher à l'extérieur. Une fois la passe franchie on peut ralentir le navire à l'aide de la machine et en faisant travailler le remorqueur AR dès que possible (vitesse « à 8 nœuds »). L'accostage au P 4-5 après l'évitage ne pose de problème particulier.	remorqueurs utilisés à 75% de leur capacité
17	petit tankier de 128m - chargé	vent main - Franchissement passe + double gril pour accès au port historique	2m ; 10s ; 120°N	20 nœuds - 120°N	condition 2 : courant fort portant à l'est	alternative 1 bis	MOA-AMO	---	Présentation dans le chenal à 5,5 nœuds. Duvé le chenal dans l'est de l'alignement. Un remorqueur en stand-by à l'intérieur. Lancé la gration vers le port historique en franchissant la passe. Le navire reste parfaitement maniable dans la houle résiduelle après la passe. Sauf le chenal en ralliant jusqu'à l'actuel Capitainerie sans difficulté. Trajectoire du navire au milieu du nouveau chenal soit sur la digue nord actuelle.	pas besoin de remorqueurs

mercredi 18 décembre										
Numéro d'essai	navire manoeuvrant- configuration (piloté ou chargé)	Description de l'essai	Conditions environnementales à l'extérieur du port			plan de masse testé	Missions assistants aux essais	remarques	commentaires du pilote	commentaire technique
			Houle (P _{max} , Tp, dir)	Vent (V _{10min} , dir)	Courant (vitesse, dir)					
18	vraquier de 225m - léger	Tramontane - Franchissement passe + accostage en P11	---	30 nœuds - 290°N	condition 1: courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1-bis	---	Chenalage dans l'ouest de l'alignement. La présence de l'alignement permet de prendre très rapidement conscience de la dérive. (ici Est assez sensible, le navire étant léger). Prise des remorqueurs à l'extérieur (pas de houle). Franchi la passe à 6 nœuds. Le navire léger. L'alignement est moins sensible et le navire a moins d'inertie. Passage à une bonne longueur de navire du P10. Manoeuvre d'évitement et phase d'accostage à l'aide des deux remorqueurs de 40T. Les 2 remorqueurs ont permis de retenir le navire correctement. Vitesse d'accostage = 0,8 nœuds.	les deux remorqueurs mobilisés ont été utilisés à 75% de leur capacité	
19	vraquier de 225m - léger	Tramontane - départ du poste P11	---	30 nœuds - 290°N	condition 1: courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1-bis	---	Les deux remorqueurs (40T) crochés à l'avant et à l'arrière, travaillent à 70% de leur puissance ont permis de décaler le navire. Une fois décalé, pas rencontré de difficulté pour prendre de l'avant. Largué le remorqueur avant, puis le remorqueur arrière à 3 nœuds. Chenalage jusqu'à la sortie du chenal sans difficulté particulière, en étant attentif à la dérive due au vent à l'intérieur et à l'extérieur due au courant traversier. La vitesse de franchissement de la passe est ici un peu élevée (8 nœuds).		
20	vraquier de 225m - chargé	avarie remorqueur arrière	2m ; 10s ; 120°N	30 nœuds - 120°N	condition 2: courant fort portant à l'est	alternative 1-bis	---	Approche à 6 nœuds dans l'axe du chenal. A l'approche de la passe le courant traversier portant vers l'est provoque une embardée sur tribord puis sur bâbord difficile à contrôler qui par ailleurs ne permet pas de ralentir. Franchi la passe à 7 nœuds. Remorqueurs en attente à l'arrière. A la passe on signale le remorqueur arrière indisponible. Stoppé la machine puis battue arrière toute. Pris le remorqueur avant et fait travailler celui-ci sur avant tribord à 25% de sa puissance en complément de l'aide de ses pour utiliser « l'Under water distance ». Une fois la vitesse tombée en dessous de 4 nœuds, fait mouiller tribord 2 maitrises à draguer, puis bâbord 2 maitrises à draguer. Fait allonger tribord à 2 maitrises, puis bâbord à trois maitrises. Stoppé le navire le gallard dans l'axe du poste 4-5.	la distance d'arrêt semble suffisante pour stopper le navire (même sans l'aide de remorqueur arrière)	
21	vraquier de 225m - chargé	vent marin - départ du P1	2,7m ; 11s ; 90°N	25 nœuds ; 100°N	condition 4 (courant fort portant au sud-ouest)	alternative 1-bis	H. Nougaret (pilote PLN)	Les deux remorqueurs (40T) crochés à l'avant et à l'arrière, permettent de décaler le navire en évitant de caler. Une fois décalé, lorsque le navire prend del l'avant, il a tendance à lofer (ici venir sur bâbord), il sera bon de garder les remorqueurs jusqu'à être clair des navires amarrés aux P2 et P5. La largeur de la darse semble adaptée. Le chenalage jusqu'à la passe, franchie à 5,5 nœuds, ne présente pas de difficulté particulière. Dans le chenal le navire prend le courant sur tribord et dérive vers l'ouest, et ici passe près de la bouée d'entrée ouest. L'élargissement du chenal vers l'est permettrait de dégager dans l'est dès le passage du musoir de la jette nord, et d'avoir rapidement un plus grand clair sous quille.	2 remorqueurs mobilisés et utilisés à 75% de leur capacité. L'élargissement du chenal vers l'Est permettrait aux navires sortant de dégager dans l'Est dès le passage du musoir de la jette Nord, et d'avoir rapidement un plus grand clair sous quille.	
22	vraquier de 190m - chargé	vent marin - Franchissement passe + accostage en P10	2m ; 10s ; 120°N	30 nœuds - 120°N	condition 2: courant fort portant à l'est	alternative 1-bis	H. Nougaret (pilote PLN)	Approche à 6 nœuds dans l'axe du chenal. A l'approche de la passe, le courant traversier portant vers l'est provoque une embardée sur tribord puis sur bâbord. Le contrôle de l'embardée - plus aisée qu'avec le navire projeté à l'aide de la machine et de la barre, ainsi que la houle ne permettent pas de réduire la vitesse dès le franchissement de la passe. La distance d'arrêt disponible permet de stopper ce navire, peu puissant en arrière, à l'aide de la machine et des remorqueurs une fois les remorqueurs crochés à l'intérieur. Une fois l'évitement terminé, on peut s'approcher (plus qu'ici) du poste à faible vitesse, et terminer la manoeuvre d'accostage au P10 à l'aide des deux remorqueurs.	2 remorqueurs mobilisés et utilisés à 75% de leur capacité	

23	vraquier de 225m - chargé	Tramontane - Franchissement passe + accostage au P7	---	30 nœuds - 290°N	condition 1: courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1-bis	H. Nougaret (pilote PLN)	Approche à 6 nœuds. Croché les remorqueurs avant et arrière à l'extérieur de la passe (pas de houle). Une fois la passe franchie, dès que l'on rebout l'allure le navire subit (réaction normale), la présence de l'alignement est précieuse et permet de décaler la tendance du navire à lofer. Après l'évitement, la remontée en arrière vers le poste 7 à l'aide des remorqueurs (jusqu'à 75% du bollard pull, 30T) nécessite une grande attention (présence de navires au P6, P8 et P10), la largeur de la darse n'offrant pas de marge. Pour l'accostage on utilisera un remorqueur à pousser et les remorqueurs avant et arrière, pour contrôler la vitesse d'accostage du navire. La possibilité de travailler en push-pull serait intéressante pour les accostages en fond de darse.	3 remorqueurs mobilisés et utilisés à 75% de leur capacité. Largeur de la darse semble suffisante mais à la poste.
24	vraquier de 225m - léger	Tramontane - Franchissement passe + départ du P7	---	30 nœuds - 290°N	condition 1: courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1-bis	H. Nougaret (pilote PLN)	Les deux remorqueurs (40T) crochés à l'avant et à l'arrière, permettent de décaler le navire en évitant de prendre de l'avant. La possibilité de travailler en push-pull serait intéressante pour les appareillages de fond de darse. Il sera bon de garder les remorqueurs jusqu'à être clair des navires amarrés aux P6 et P8. La largeur de la darse semble adaptée. Le chenalage jusqu'à la passe, franchie à 6,2 nœuds, ne présente pas de difficulté particulière. Dans le chenal le navire prend le courant sur tribord et dérive vers l'ouest. L'élargissement du chenal vers l'est permettrait de dégager dans l'est dès le passage du musoir de la jette nord, et de pouvoir contrôler la dérive vers l'ouest.	L'élargissement du chenal vers l'Est permettrait aux navires de dégager dans l'Est dès le passage du musoir de la jette Nord, et de pouvoir contrôler la dérive vers l'ouest.
25	petit tankier de 128m - chargé	sortie port historique par conditions de marin	2,7m ; 11s ; 90°N	25 nœuds ; 100°N	condition 4 (courant fort portant au sud-ouest)	alternative 1-bis	H. Nougaret (pilote PLN)	Vitesse à la capitainerie 3 nœuds. Un remorqueur croché à l'avant à accompagner. Le remorqueur devra être largué avant d'arriver à la passe pour des raisons de sécurité (bonne houle). Arrondi le musoir de la jette sud et venu dans l'est du chenal. Compte tenu du tirant d'eau du navire, il est possible de dégager dans l'est du chenal, et plus franchement qu'effectué ici, pour gouverner bout à la houle et éviter de se faire décaler vers l'ouest. L'élargissement du chenal vers l'est permettrait certainement d'avoir une mer et une houle plus homogène qu'avec une variation brutale des fonds.	pas besoin de remorqueurs
26	petit tankier de 128m - chargé	Tramontane - sortie port historique	---	30 nœuds - 290°N	condition 1: courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1-bis	H. Nougaret (pilote PLN)	Vitesse à la capitainerie 3 nœuds. Un remorqueur croché à l'avant à accompagner. Arrondi le musoir de la jette sud et venu dans l'est du chenal, il faut donner plus de tours qu'ici au musoir de la jette nord. Compte tenu du tirant d'eau du navire, il est possible ensuite de dégager dans l'est du chenal, et plus franchement qu'effectué ici. Il n'y a pas eu besoin du remorqueur durant cette manoeuvre.	pas besoin de remorqueurs
27	petit tankier de 128m - chargé	Tramontane - Franchissement passe + double grilhon pour accès au port historique	---	30 nœuds - 290°N	condition 1: courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1-bis	H. Nougaret (pilote PLN)	Présentation dans le chenal à 6 nœuds. Chenalage légèrement dans l'est de l'alignement. Début de grilhon dans la passe par le travers du musoir de la jette nord. Ici nous avons pris un remorqueur en stand-by à l'avant. Chenalage vers le port historique, en ralentissant jusqu'à l'actuelle capitainerie parallèlement à la digue sud, et en serrant celle-ci autant que possible. Il n'y a pas eu besoin du remorqueur durant cette manoeuvre.	pas besoin de remorqueurs
28	vraquier de 225m - chargé	Tramontane - Franchissement passe + accostage en P4S (partie ouest) en présence d'un navire de 225m sur l'est du quai	---	30 nœuds - 290°N	condition 1: courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1-bis avec mât Nord rallongé de 180m	H. Nougaret (pilote PLN)	Présentation légèrement dans l'ouest de l'alignement. Croché les remorqueurs avant et arrière à l'extérieur de la passe (pas de houle). Une fois la passe franchie, à 4,8 nœuds, contrôler le départ au lof. Lancer l'évitement dès que possible en utilisant les deux remorqueurs 40T à 75%. Passé à 30m de la bouée sud (peu raisonnable). Après l'évitement, la remontée en arrière sur 500m vers le poste 4 à l'aide des remorqueurs (jusqu'à 75% du bollard pull, 30T) nécessite une grande attention (présence de navires aux P1, P2 et P5), la largeur de la darse, semble adaptée. Pour l'accostage voir l'essai n°23.	les deux remorqueurs mobilisés ont été utilisés à 75% de leur capacité

29	vraquier de 225m - charge	vent main - Franchissement passe + accostage en P4/S (partie ouest) en présence d'un navire de 225m sur l'est du quai	2m ; 10s ; 120°N	20 nœuds -120°N	condition 2 : courant fort portant à l'est	alternative 1-bis avec moule Nord rallongé de 180m	H. Nougier (pilote PLN)		Approche à 6 nœuds dans l'axe du chenal. A l'approche de la passe, le courant traversier portant vers l'est provoque une embardée sur tribord puis sur bâbord. Le contrôle de l'embardée à l'aide de la machine et de la barre, ainsi qu'une houle ne permettent pas de réduire la vitesse dès le franchissement de la passe, ici à 8,2 nœuds (vitesse nécessaire). Utilisation des remorqueurs en dessous de 6 nœuds. Nous n'avons pas réussi à stopper le navire. Essai à reprendre.	
30	vraquier de 190m - charge	vent main - franchissement passe d'entrée avec une approche différente "plus Est"	2m ; 10s ; 120°N	20 nœuds -120°N	condition 2 : courant fort portant à l'est	alternative 1-bis	H. Nougier (pilote PLN)	objectif : arrêt du navire en sécurité dans le cercle d'évitage	Approche dans l'est du chenal en passant au nord de la bouée verte. A l'approche de la passe, on gouverne sur le moulin de la digue sud face au courant traversier sans prendre trop de vitesse. On « enroule » alors le moulin de la digue nord, en évitant les embardées que provoquait le courant traversier. Franchissement de la passe à 4 nœuds. Croché les remorqueurs et étalé le navire, puis lancé à l'évitage. Présentation avec moins de vitesse, plus souple.	cette présentation plus "Est" permet de prendre le courant plus de face (et moins traversier que dans la présentation plus classique qui consistait à emprunter le chenal). Ceci permet alors de limiter la dérive et donc de se présenter à la passe avec moins de vitesse et finalement permet de stopper le navire plus facilement. Cela nécessiterait un évitement (en "horsbord") du chenal dragué à l'entrée du port vers l'est.
31	vraquier de 225m - charge	vent main - franchissement de la passe d'entrée avec une approche alternative (évitement de la passe d'entrée)	2m ; 10s ; 120°N	20 nœuds -120°N	condition 2 : courant fort portant à l'est	alternative 1-bis	H. Nougier (pilote PLN)	modification en temps réel de la profondeur afin de laisser suffisamment de clair-sous quille pour assurer une nouvelle approche/présentation plus face au courant	Approche dans l'est du chenal à 4 nœuds en passant au nord de la bouée verte. A l'approche de la passe on gouverne sur le moulin de la digue sud face au courant traversier sans prendre trop de vitesse. On « enroule » alors le moulin de la digue nord ceci réduisant les embardées que provoquait la présentation travers au courant traversier. Franchissement de la passe à 5,5 nœuds. On contrôle une embardée avec la machine et la barre ("C0"). Croché les remorqueurs et étalé le navire remorqueur arrière 40T à 50% machine en arrière 1/2 puis lancé à l'évitage. Présentation avec moins de vitesse, navire plus docile.	cette présentation plus "Est" permet de prendre le courant plus de face (et moins traversier que dans la présentation plus classique qui consistait à emprunter le chenal). Ceci permet alors de limiter la dérive et donc de se présenter à la passe avec moins de vitesse et finalement permet de stopper le navire plus facilement. Cela nécessiterait un évitement du chenal dragué vers l'est.

juillet 19 décembre

Numéro d'essai	navire manoeuvre-configuration (Régie ou chargée)	Description de l'essai	Conditions environnementales à l'extérieur du port			plan de masse testé	Mémoires assistants aux essais	remarques	commentaires du pilote	commentaire technique
			Houle (P ₁₀ , T ₁₀ , dir)	Vent (V ₁₀ , dir)	Courant (vitesse, dir)					
32	vraquier de 225m - charge	vent main - franchissement de la passe d'entrée avec une approche alternative (évitement de la passe d'entrée)	2m ; 10s ; 120°N	20 nœuds -120°N	condition 2 : courant fort portant à l'est	alternative 1-bis avec moule Nord rallongé de 180m	H. Nougier (pilote PLN)		Approche et franchissement de la passe (ici à 6,5nœuds) voir Essai N°31. Contrôle le navire avec la machine et la barre ("C0"). Croché les remorqueurs et étalé le navire machine en arrière 1/2. Dès que la vitesse est inférieure à 6 nœuds remorqueur arrière 40T à 50% puis 75% et la machine en arrière toute puis lancé à l'évitage. On évite le navire stoppé à 50 du pied de talus du mole nord (sans rallongement). En outre, la bouée de pied de talus du mole nord rallongé de 180m se retrouve au milieu du repère. Manoeuvre effectuée : barre "roue" à 20° machine 1/2 puis toute remorqueurs 40T à 75% maximum	essai qui montre qu'il ne serait pas raisonnable de rallonger le mole, la zone navigable (distance d'arrêt et position du cercle d'évitage) doit rester cette longueur actuellement
33	vraquier de 190m - charge	vent main - Franchissement passe + accostage en P4/S (partie ouest) en présence d'un navire de 190m sur l'est du quai	2m ; 10s ; 120°N	20 nœuds -120°N	condition 2 : courant fort portant à l'est	alternative 1-bis	H. Nougier (pilote PLN)	objectif : tester la capacité d'amarrer 2 navires de 190m au P4.5 en rasant 30-40m du côté terre et 30-40m dans le talus de dragage sans toucher au positionnement du cercle d'évitage - essai non enregistré (distorsion du lognet) - reporté à l'essai 41	Approche à 6 nœuds per le sud du chenal. puis chemitage ici un peu trop dans l'ouest de l'alignement. Croché les remorqueurs avant et arrière à l'extérieur de la passe. Une fois la passe franchie, ralenti le navire et contrôlé l'alignement avec la machine arrière 1/2 puis toute et le remorqueur arrière 40T à 25% puis 50%. Après l'évitage dans le nord du cercle d'évitage, la largeur de la zone étant adaptée, la remorque en arrière, vers le poste 4 à l'aide des remorqueurs, ne présente pas de difficulté particulière malgré la présence de navires au Post3 et au Post5. En phase finale ou en manque de place pour faire travailler les remorqueurs avant et surtout arrière, la possibilité de travailler en push-pull serait intéressante. Par défaut on alliera un remorqueur à pousser et les remorqueurs avant et arrière pour contrôler la vitesse d'accostage du navire.	possibilité d'amarrer 2 navires de 190m le long du P4.5 moyennant un allongement du quai de 30 à 40m en gagnant du côté terre et de 30 à 40m du côté bassin en rattachant la pente du talus (talus en renforcements au lieu du talus de dragage)

34	vraquier de 190m - charge	Tramontane - Franchissement passe + accostage en P4/S (partie ouest) en présence d'un navire de 190m sur l'est du quai	---	30 nœuds -290°N	condition 1 : courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1-bis	H. Nougier (pilote PLN)	objectif : tester la capacité d'amarrer 2 navires de 190m au P4.5 en rasant 30-40m du côté terre et 30-40m dans le talus de dragage du mole sans toucher au positionnement du cercle d'évitage	Approche à 6 nœuds per le sud du chenal, puis chemitage ici un peu trop dans l'ouest de l'alignement. Croché les remorqueurs avant et arrière à l'extérieur de la passe. Une fois la passe franchie, ralenti le navire et contrôlé l'alignement avec la machine arrière 1/2 puis toute et le remorqueur arrière 40T à 25% puis 50%. Après l'évitage dans le nord du cercle d'évitage, la largeur de la zone étant adaptée, la remorque en arrière, vers le poste 4 à l'aide des remorqueurs, ne présente pas de difficulté particulière malgré la présence de navires au Post3 et au Post5. En phase finale ou en manque de place pour faire travailler les remorqueurs avant et surtout arrière, la possibilité de travailler en push-pull serait intéressante. Par défaut on alliera un remorqueur à pousser et les remorqueurs avant et arrière pour contrôler la vitesse d'accostage du navire.	possibilité d'amarrer un navire de 225m et un navire de 190m le long du P4.5 moyennant un allongement du quai en de 30 à 40m en gagnant du côté terre et de 30 à 40m du côté bassin en rattachant la pente du talus (talus en renforcements au lieu du talus de dragage)
35	vraquier de 225m - charge	départ du cercle d'évitage + accostage en P4/S (partie ouest) en présence d'un navire de 190m sur l'est du quai	---	30 nœuds -290°N	condition 1 : courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1-bis	H. Nougier (pilote PLN)	objectif : tester la capacité d'amarrer 1 navire de 225m au P4.5 (partie Ouest) en présence d'un petit navire de 190m à l'est en rasant 30-40m du côté terre et 30-40m dans le talus de dragage sans toucher au positionnement du cercle d'évitage	Objectif : Vérifier la possibilité de placer un navire projet derrière un navire de 190m en gagnant 30m à l'ouest et en modifiant le talus à l'est. Evitage dans le nord du cercle d'évitage, la largeur de la zone étant adaptée, la remorque en arrière, vers le poste 4 à l'aide des remorqueurs, ne présente pas de difficulté particulière malgré la présence de navires au Post3 et au Post5. Utilisation des remorqueurs avant et arrière 40T à 75%. Vitesse en arrière inférieure à 1,5 nœuds. Les remorqueurs avant et surtout arrière, la possibilité de travailler en push-pull devient intéressante avec un navire de cette taille. Par défaut on positionnera le navire de 225 m au poste 3 et on réservera le poste 4 à un navire de 190 m.	possibilité d'amarrer un navire de 225m et un navire de 190m le long du P4.5 moyennant un allongement du quai en de 30 à 40m en gagnant du côté terre et de 30 à 40m du côté bassin en rattachant la pente du talus (talus en renforcements au lieu du talus de dragage). Le positionnement du navire de 225m en partie Ouest n'est toutefois possible qu'en utilisant deux remorqueurs en mode "push-pull".
36	vraquier de 225m - charge	vent main - test franchissement passe et arrêt	2m ; 10s ; 90°N	25 nœuds -100°N	condition 4 : courant fort portant au sud-ouest	alternative 1-bis	H. Nougier (pilote PLN)		Présentation par le sud du chenal. Dans le chenal le navire subit une forte dérive vers l'ouest (rotation + courant portant au sud) puis embardée sur tribord en sortant de la veine de courant. Le contrôle de l'embardée nécessite de remettre de la machine avec de la barre. Malgré cela et du fait d'une présentation un peu trop dans l'est de l'alignement le navire passe sur la bouée verte du talus de la digue nord. Vitesse trop élevée : 7,2 nœuds à la passe. Etape délicate ne se présentant par le sud du chenal. Présentation à revoir	
37	vraquier de 225m - charge	vent main - test franchissement passe et arrêt	2m ; 10s ; 90°N	25 nœuds -100°N	condition 4 : courant fort portant au sud-ouest	alternative 1-bis	H. Nougier (pilote PLN)	même conditions que pour l'essai précédent (v=7,2), mais avec une présentation différente en approche de la passe (présentation plus à l'est)	Approche dans l'est du chenal en passant au nord de la bouée verte. A l'approche de la passe on gouverne sur le moulin de la digue sud face au courant traversier sans prendre trop de vitesse. On « enroule » alors le moulin de la digue nord. On contrôle le navire avec 20° de barre et la machine en avant 1/2. Franchissement de la passe à 6,5 nœuds. Croché les remorqueurs à l'intérieur et étalé le navire machine en arrière 1/2 remorqueur arrière 40T à 50% puis 75% puis lancé à l'évitage. Présentation avec moins de vitesse. Bon contrôle du navire.	un évitement vers l'est du chenal d'entrée permettrait une plus grande altitude dans le choix de l'approche en fonction des conditions de houles et donc du courant en présence
38	vraquier de 225m - charge	vent main - Franchissement passe en présence de houle et courant modéré -	1,50m ; 10s ; 140°N	20 nœuds -120°N	condition 3 : courant modéré portant à l'est	alternative 1-bis	---	essai simulé (barre et machine), sans que le pilote ait été prévenu, juste après avoir franchi la passe - la barre est alors restée bloquée à 20° sur bâbord	Approche dans l'est du chenal en passant au nord de la bouée verte. A l'approche de la passe on gouverne sur le moulin de la digue sud face au courant traversier sans prendre trop de vitesse. On « enroule » alors le moulin de la digue nord ceci réduisant les embardées que provoquait la présentation travers au courant traversier. Lors du franchissement de la passe à 6,5 nœuds "black-out" plus de machine, barre bloquée 20° à gauche). Croché les remorqueurs et étalé le navire remorqueur arrière 40T à 50% puis à 75% et remorqueur avant sur tribord à 25%. Une fois la vitesse tombée en dessous de 4 nœuds fait mouler tribord 2 mallons à draguer, puis bâbord 2 mallons à draguer. Fait allonger tribord à 3 mallons puis bâbord à trois mallons, et enfin tribord à 4 mallons. Stoppé le navire en face du mole nord. Passé à 1/2 longueur de navire du navire amarré au P10.	la zone dédiée à l'arrêt des navires ainsi que la largeur du bassin permet de faire face à des avaries (mais fréquence basse est juste suffisant)

MISSION DE MAITRISE D'ŒUVRE POUR L'AGRANDISSEMENT DU PORT DE PORT-LA NOUVELLE

RAPPORT RELATIF AUX SIMULATIONS DE NAVIGATION

39	petit tanker de 128m - chargé	Tramontane - franchissement passe pour accès au port historique	---	30 nœuds - 290°N	condition 1: courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1-bis	---	---	avarie simulée (barre), sans que le pilote ait été prévenu, la fin de la giration sur babord la barre est alors restée bloquée à 15° sur tribord	Présentation dans le chenal à 5 nœuds. Chenalage dans l'est de l'alignement. Début de giration dans la passe. Ici nous avons pris un remorqueur en stand-by à l'avant. Lors du chenilage vers le port historique (avarie de barre) bloquée 15° à droite dans le sud de renforcement du P10, vitesse 4,5 nœuds. Battu en arrière en contre l'effet de pas avec le remorqueur. Puis moulté tribord 2 maillois, puis 3 maillois à draguer, ensuite moulté bâbord 1 maillois. Navire stoppé au niveau de l'ancien phare de la jette sud.	essai qui montre que le digue Sud doit être reculé de telle manière à laisser la voie navigable telle que définie au jour'hui afin de laisser une certaine latitude dans les manœuvres en cas d'avarie
40	vraquier de 225m - lège	manœuvre d'accostage au P3 (amarrage bâbord à quai)	---	30 nœuds - 290°N	condition 1: courant modéré portant au sud-ouest	alternative 1-bis	---	---	Approche par le sud du chenal. Il faut trouver l'équilibre entre la dérive due au vent et la dérive due au courant. Ici chenilage un peu trop dans l'ouest de l'alignement. Croché les remorqueurs avant et arrière à l'extérieur de la passe (pas de houle). Une fois la passe franchie à 5 nœuds, réduit l'allure à l'aide de la machine et du remorqueur arrière sans difficulté, navire léger. Lancé l'évitage dans le nord du cercle d'évitage. Après l'évitage, remontée vers le poste 3 à l'aide des remorqueurs. On utilisera un remorqueur à pousser et les remorqueurs avant et arrière pour contrôler la vitesse d'accostage du navire. Attention à la vitesse d'accostage ici légèrement supérieure à 30 cm/s.	2 remorqueurs arrière. Les remorqueurs arrière et avant sont utilisés à 75% de leur capacité.	
41	vraquier de 190m - chargé	vent marin - franchissement passe + accostage en P45 (partie ouest) en présence d'un navire de 190m sur l'est du quai	2m - 10s - 120°N	20 nœuds - 120°N	condition 2: courant fort portant à l'est	alternative 1-bis	---	---	Hébergement de l'essai n°33 pour avoir un enregistrement de l'essai. Approche dans l'est du chenal en passant au nord de la bouée verte. A l'approche de la passe on gouverne sur le musoir de la digue sud face au courant traversier sans prendre trop de vitesse. On « enroule » alors le musoir de la digue nord ceci réduisant les embardées que provoquait la présentation travers au courant traversier. Stoppé le navire peu puisant en arrière à l'aide de la machine et des remorqueurs une fois les remorqueurs crochés à l'arrière. Lancé l'évitage et utilisé le remorqueur arrière 40T à 50% et le remorqueur avant 40T à 25%. On essaie de rester aux environs de 1 nœud sans dépasser les 2 nœuds. En phase finale ou on manque de place pour faire travailler les remorqueurs, la possibilité de travailler en push-pull serait intéressante. Par défaut on utilisera un remorqueur à pousser et les remorqueurs avant et arrière pour contrôler la vitesse d'accostage du navire.	possibilité d'amarrer 2 navires de 190m le long du P4-5 moyennant un allongement du quai de 30 à 40m en gagnant du côté terre et de 30 à 40m du côté bassin en réduisant la portée du talus (talus en enrochements au lieu du talus de dragage)	
42	vraquier de 225m - chargé	vent marin - départ du poste P10 - sortie de la passe	2m - 10s - 120°N	20 nœuds - 120°N	condition 2: courant fort portant à l'est	alternative 1-bis	---	---	Décroché le navire à l'aide des deux remorqueurs (40T) crochés à l'avant et à l'arrière. Attention à s'écarter suffisamment pour ne pas passer trop près de l'extrémité du poste. Le chenilage jusqu'à la passe ne présente pas de difficulté particulière. Le courant portant vers l'est n'a pas perturbé le navire après la passe. L'élargissement du chenal vers l'est permettrait de décharger dans l'est, ou porte le courant traversier sensible à la passe, dès le passage du musoir de la jette nord.	L'élargissement du chenal vers l'Est permettrait aux navires de décharger dans l'Est (ou porte le courant traversier sensible à la passe), dès le passage du musoir de la jette Nord. Cela contribue à suggérer un élargissement vers l'Est du chenal d'entrée.	

ANNEXE 02 : MODELES SIMFLEX DES NAVIRES



Mathematical Ship Model No. 3173

"Ocean"

FORCE 112-20621 / 2013-12-05

<i>Title of report and Project No.:</i>					
Ship Description					
Ship 3173					
Tanker					
Half Load Condition					
"Ocean"					
<i>Client:</i>			<i>Ref.:</i> 112-20621		
<i>Author(s):</i> Ole Tersløv			<i>Date:</i> 2013-12-05		
<i>Approved by:</i>					
<i>Revision</i>	<i>Description</i>	<i>By:</i>	<i>Checked:</i>	<i>Approved:</i>	<i>Date:</i>
3	Updated version	GEV	OT		2013-12-05
2	Ship manoeuvrability adjusted	OT	GEV		2012-01-16
1	Original version	OT			2006-05-09
<i>Keywords:</i>				<i>Classification:</i>	
Manoeuvring characteristics Ship characteristics Equilibrium speeds				Open Internal <input checked="" type="checkbox"/> 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 128 m long and 20 m wide 14.000 DWT product tanker in a half load condition i.e. with a draught of 8.0 m (even keel). It is equipped with a diesel engine of 3.3 MW driving a fixed pitch propeller. The service speed at this draught is 14.2 knots. The vessel is equipped with a bow and a stern thruster.

2 Basis for Mathematical Ship Model

The manoeuvring capabilities of the mathematical model of the ship are partly based on some full scale trial data with the ship in a different load condition. 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 course stable. This can be seen from the spiral curve. Its turning ability is normal as demonstrated by the turning circle test, but the yaw-checking ability is good with small overshoot angles. Due to engine control the stopping distance is longer than recommended by IMO. In real life these limitations can be overridden, but only at a serious cost in engine wear and tear. The ship is seaworthy with maximum roll amplitude of 3.3 deg in 3 m waves (significant wave height).

The main manoeuvring characteristics of the ship model are listed in Table 3-1.

Parameter	Tanker	IMO limit
Turning circle, Advance	$3.9 \cdot L_{pp}$	$4.5 \cdot L_{pp}$
Turning circle, Tactical diameter	$3.6 \cdot L_{pp}$	$5.0 \cdot L_{pp}$
10/10 zig-zag, 1 st overshoot angle	4.2 deg	13.2 deg
10/10 zig-zag, 2 nd overshoot angle	6.0 deg	29.8 deg
20/20 zig-zag, 1 st overshoot angle	8.5 deg	25.0 deg
Crash stop, Track reach	$17.3 \cdot L_{pp}$	$15 \cdot L_{pp}$

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 Condition Ship No.		Tanker Half Load 3173
Length between Perpendiculars	m	120.00
Length overall	m	127.93
Breadth moulded	m	20.00
Depth moulded	m	13.20
Draught fore/aft	m	8.0 / 8.0
Displacement	m ³	14400
Wetted Surface	m ²	3089
Frontal wind Area	m ²	352
Lateral wind Area	m ²	1500
Block Coefficient based on L_{pp}	-	0.750
Trim by the Stern	%	0.00
Metacentric Height	m	1.15
LCB, % of L_{pp} forw. of $L_{pp}/2$	%	2.16
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		4
Propeller Diameter	m	3.80
Pitch Ratio at 0.7-R		0.875
Area Ratio		0.558
Shaft Power (ahead) total	kW	3304
Number of Rudders		1
Type of Rudders		Semi-spade
Position		in CL
Area of Rudder (movable part)	m ²	18.88
Total rudder Area/($L_{pp} \times T$)	%	1.97
Turning Velocity of Rudder (two Pumps)	deg/s	4.6
Max. rudder Angle	deg	35
Anchor Weight	kg	2 x 5675
Chain Weight	kg/m	74.3
Number of bow Thrusters		1
Nominal bow thruster Power	kW	660 ~ 9 t
Number of stern Thrusters		1
Nominal stern thruster Power	kW	660 ~ 9 t

Table 4-1: Ship Particulars

5 Equilibrium Speeds

Ship Engine Setting	Propeller		Speed, knots	
	RPM	Pitch	1000 m	9.60 m
1.0	156	0.875	14.2	Grounded
0.8	108	"	9.8	8.2
0.5	83	"	7.4	6.7
0.25	58	"	5.1	4.3
0.125	41	"	3.6	2.9
-0.125	-41	"	-2.3	-1.6
-0.25	-58	"	-3.6	-2.3
-0.5	-83	"	-5.2	-3.8
-1.0	-108	"	-6.8	-5.1

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.

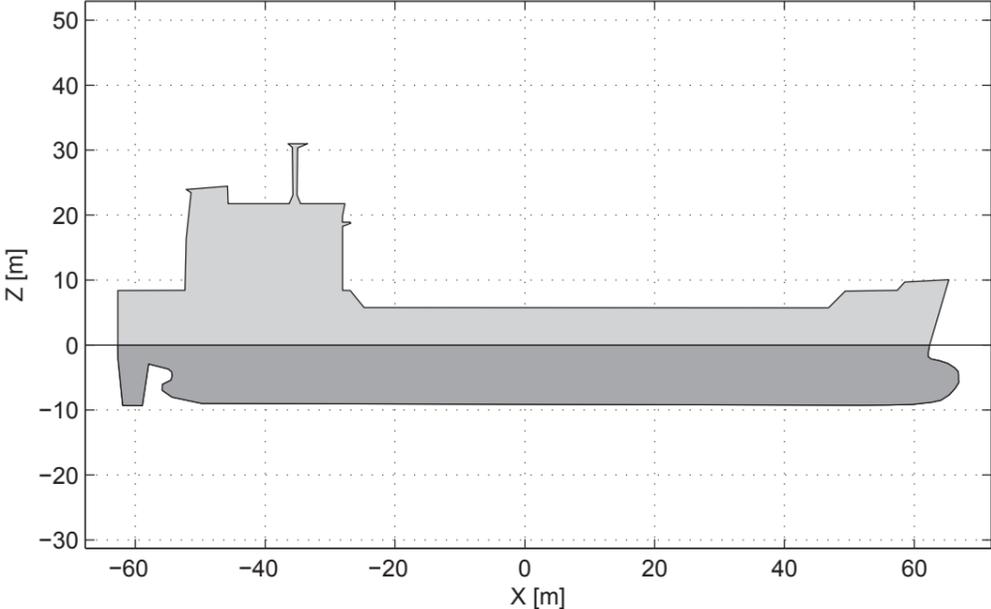
Mathematical Ship Model No. 3173
Ocean

Plots of Standard and Check Manoeuvres

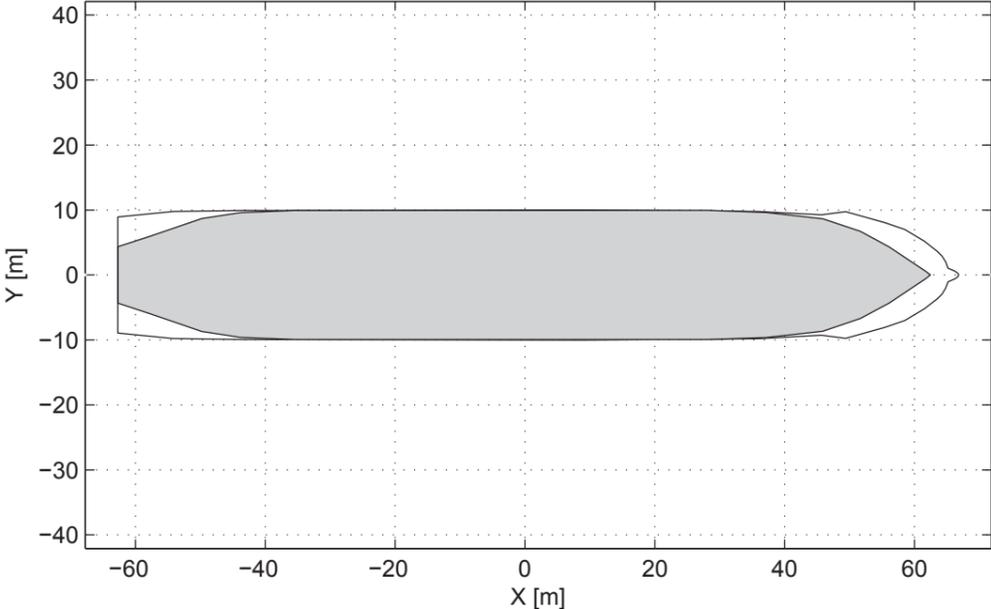
List of Contents

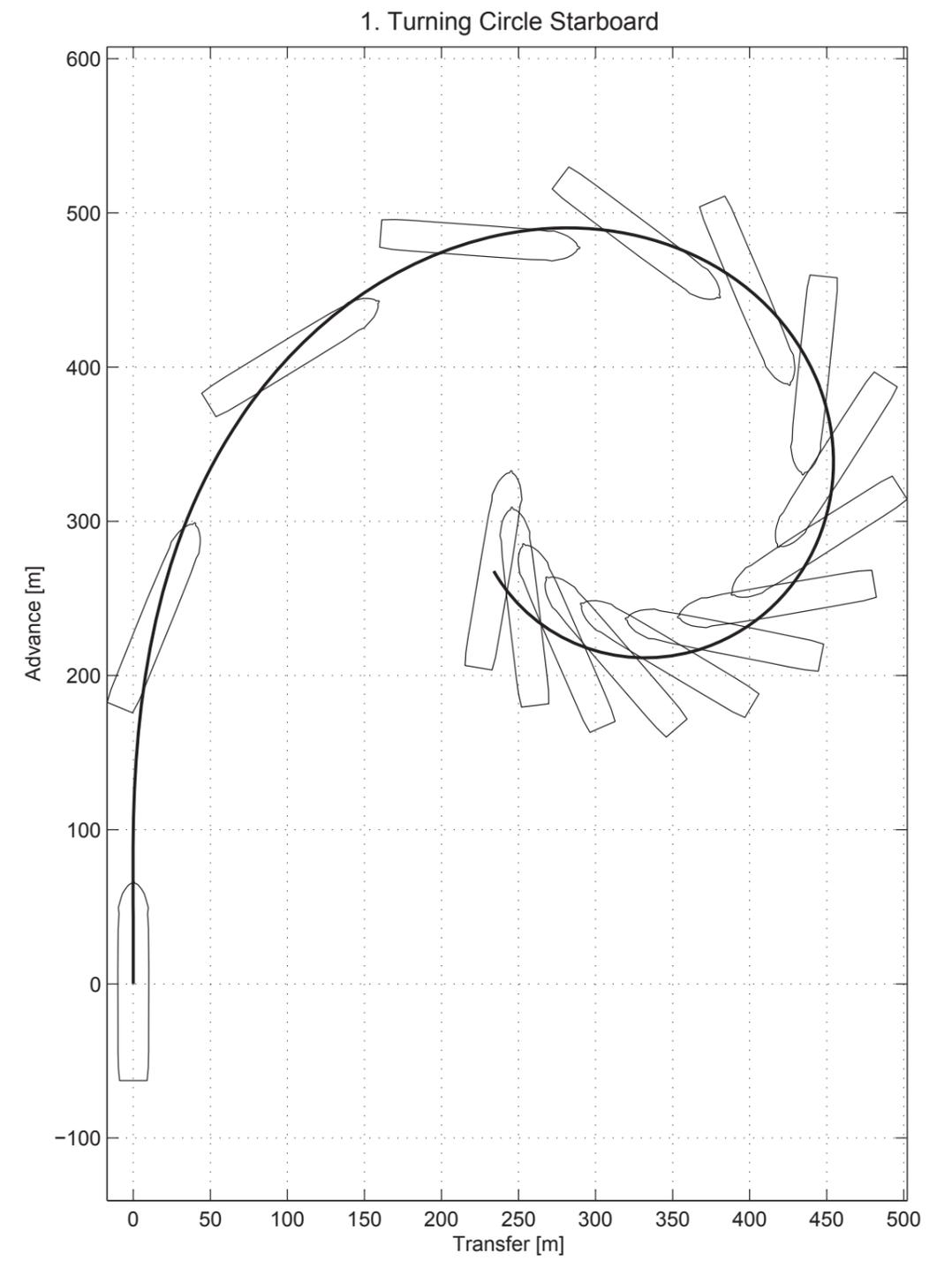
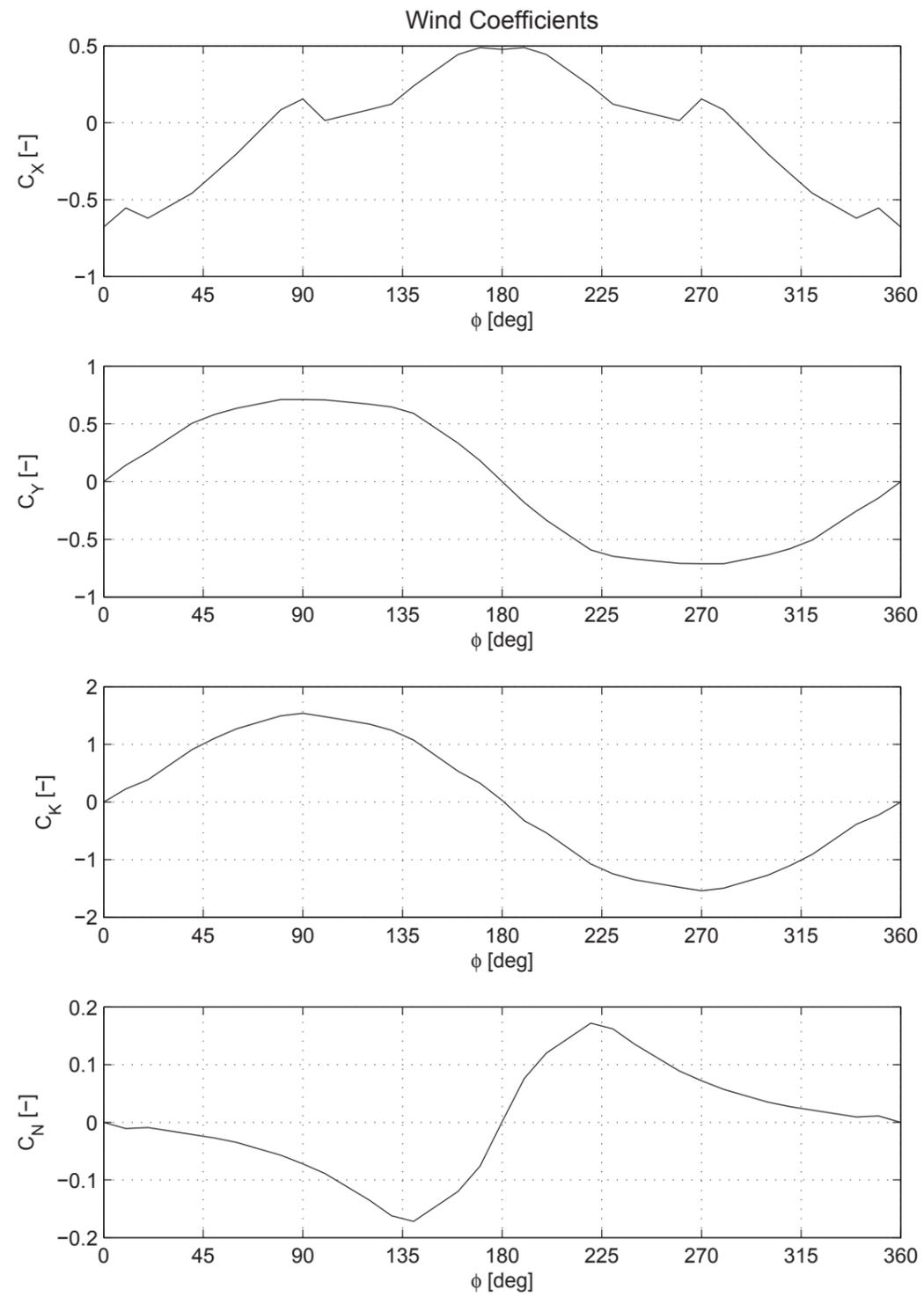
Side View and Birds Eye View	3
Wind Coefficients	4
1. Turning Circle Starboard	5
2. Turning Circle Port	7
3. Turning Circle Starboard, Shallow Water	9
4. Zig-zag 10/10	11
5. Zig-zag 20/20	12
6. Combined Dieudonne- and Reverse Spiral	13
7. Acceleration	14
8. Crash Stop	15
9. Coasting Stop	16
10. Going 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

Side View of Ship 3173



Birds Eye View - Maximum Outline and Waterline





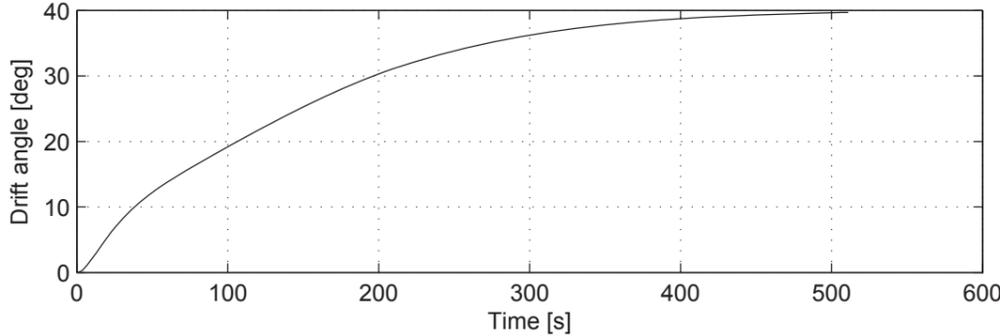
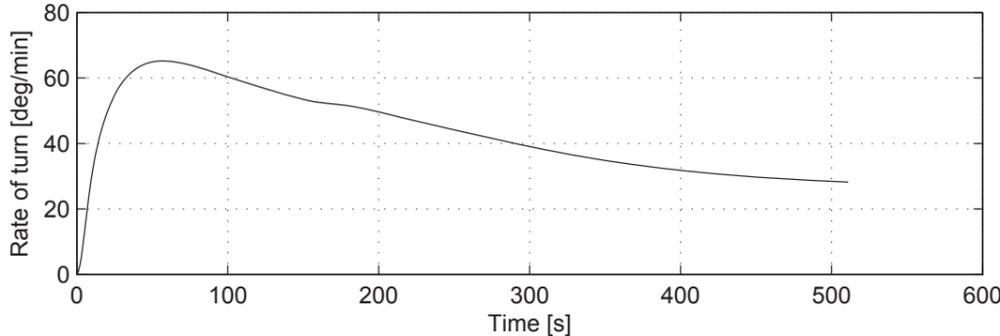
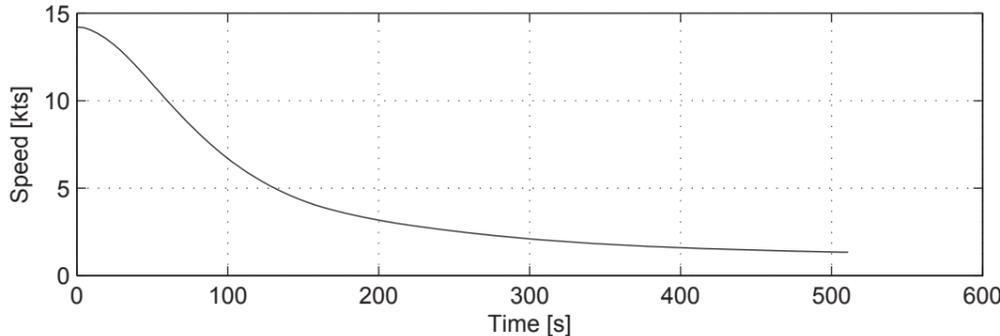
1. Turning Circle Starboard

Initial Conditions and Controls

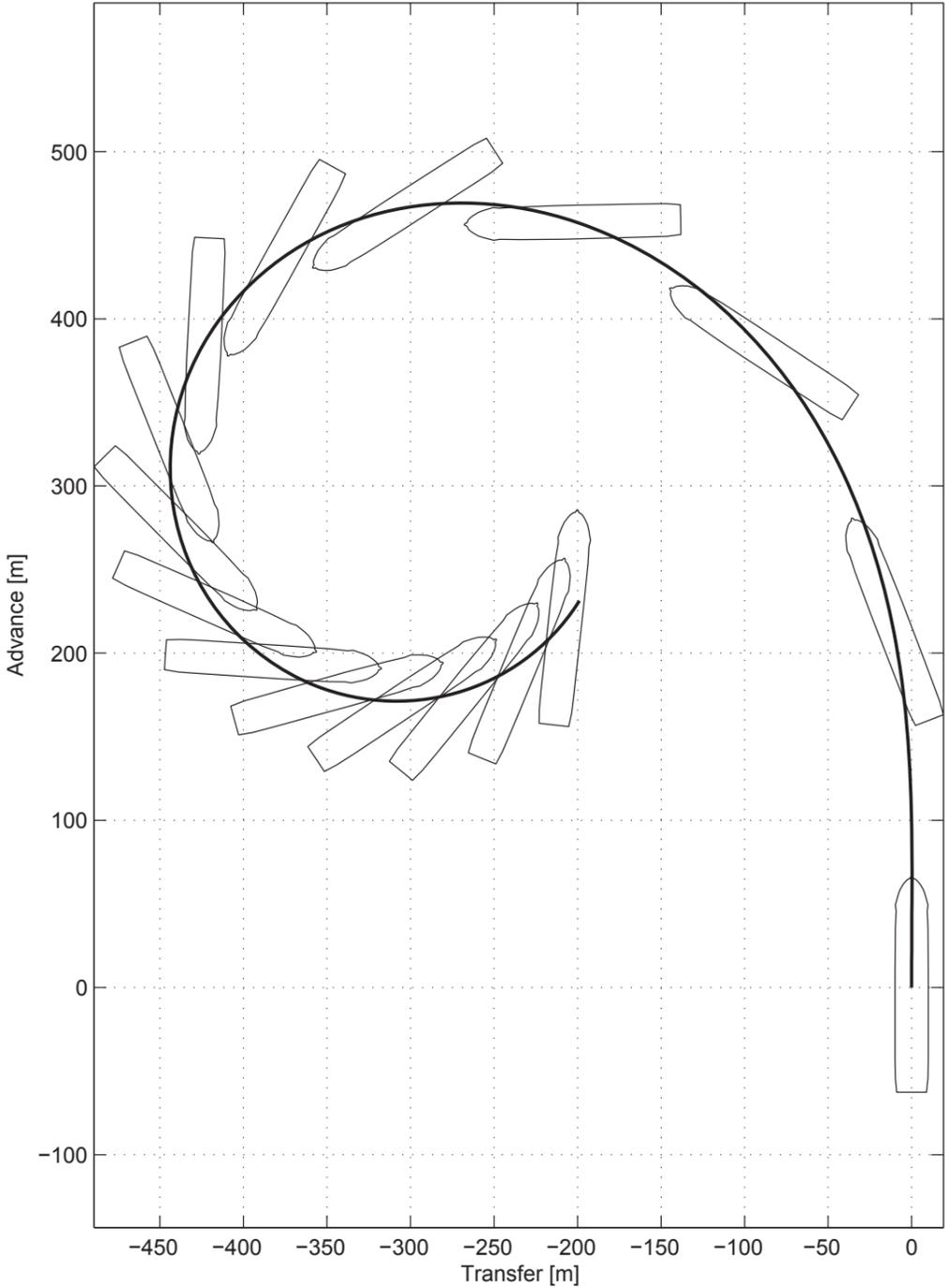
Approach speed : 14.2 knots
 Rudder deflection : -35 deg
 Water depth : $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : 478 m
 Transfer : 209 m
 Tactical diameter : 435 m
 Steady diameter : 209 m



2. Turning Circle Port



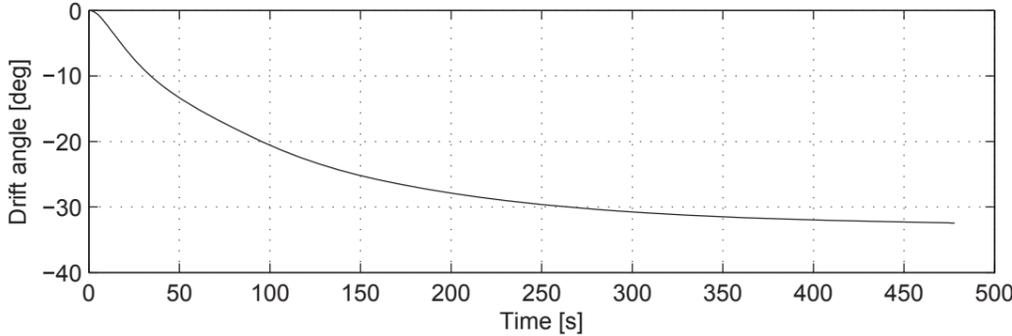
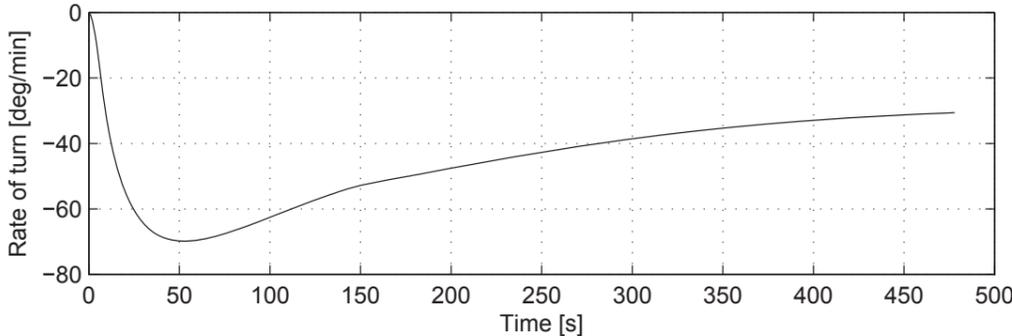
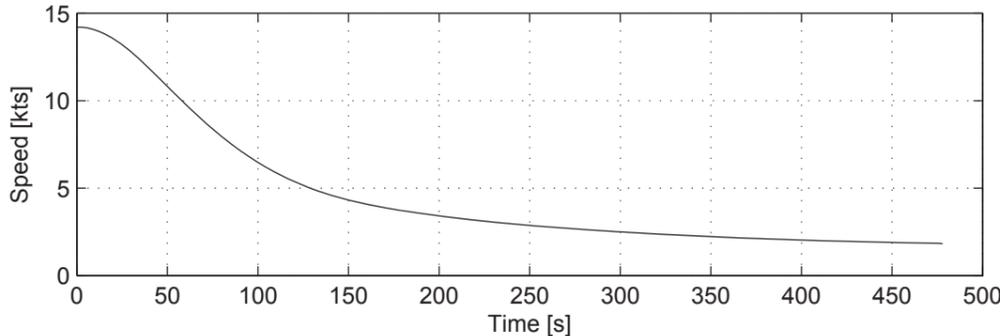
2. Turning Circle Port

Initial Conditions and Controls

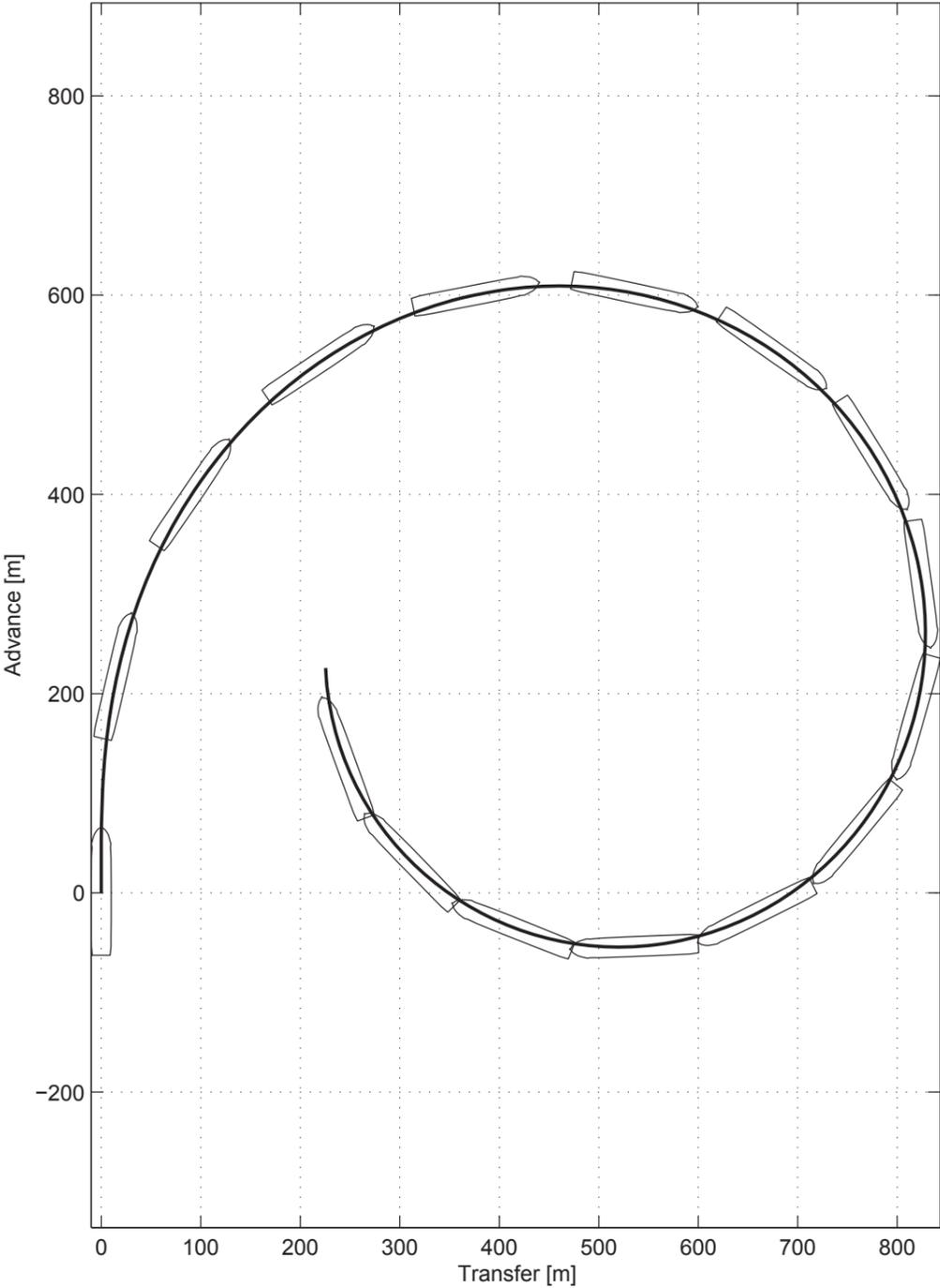
Approach speed : 14.2 knots
 Rudder deflection : 35 deg
 Water depth : $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : 455 m
 Transfer : 194 m
 Tactical diameter : 426 m
 Steady diameter : 244 m



3. Turning Circle Starboard, Shallow Water



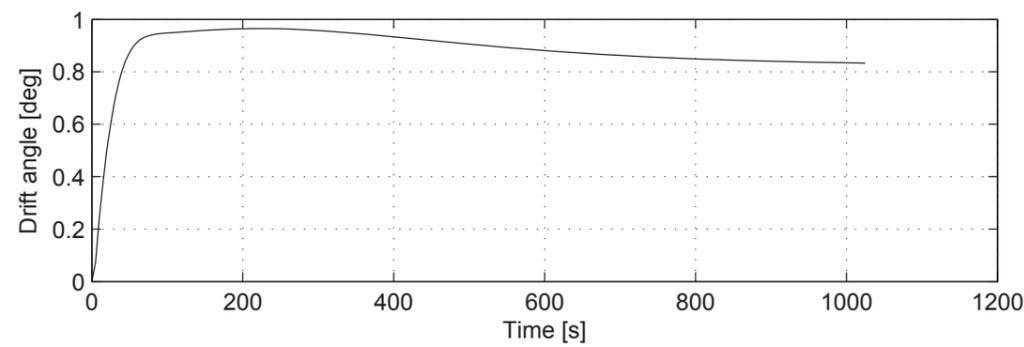
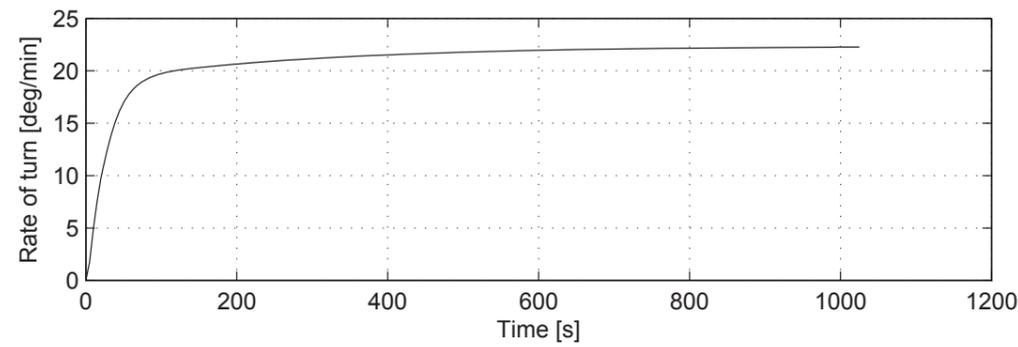
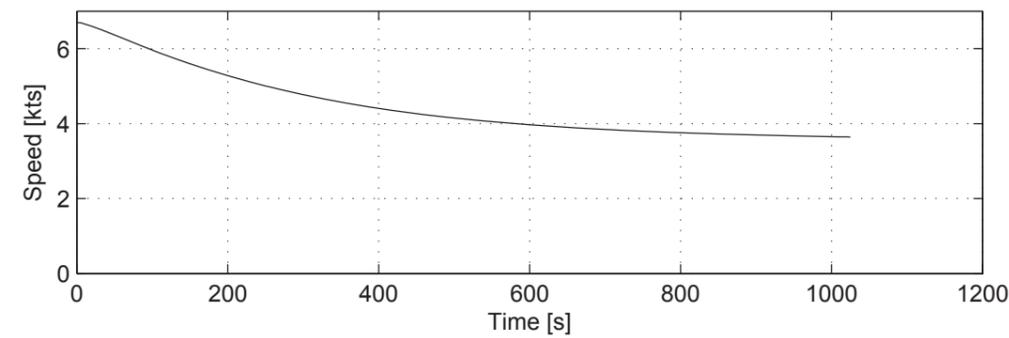
3. Turning Circle Starboard, Shallow Water

Initial Conditions and Controls

Approach speed : 6.7 knots
 Rudder deflection : -35 deg
 Water depth : $h/T = 1.2$

Results and Equilibrium Values

Advance : 609 m
 Transfer : 462 m
 Tactical diameter : 828 m
 Steady diameter : 603 m



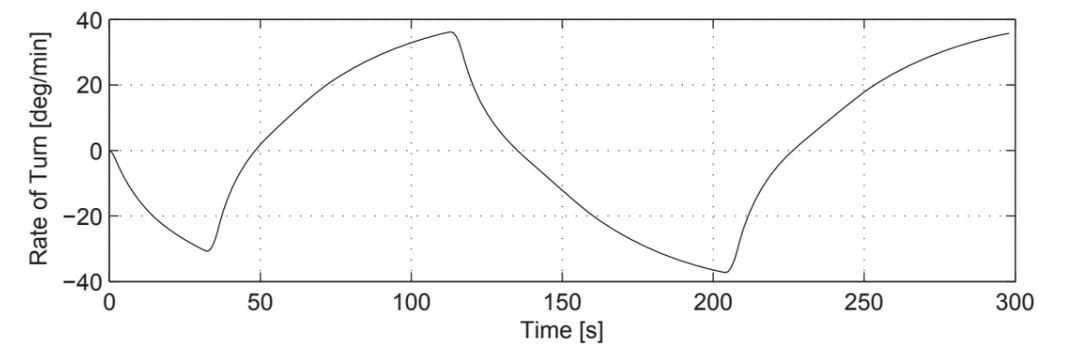
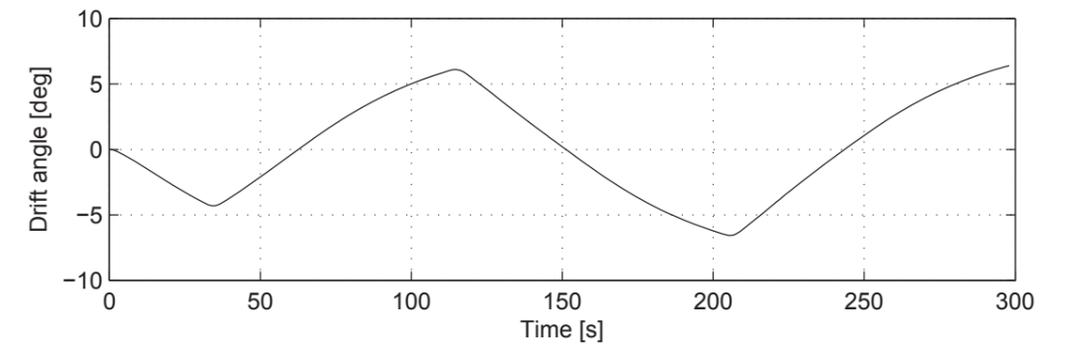
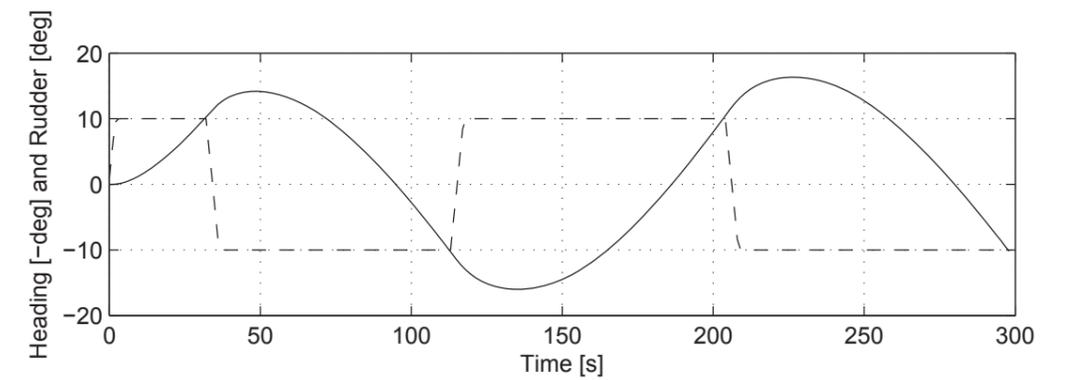
4. Zig-zag 10/10

Initial Conditions and Controls

Approach speed : 14.2 knots
 Rudder/heading deflection : 10/10 deg

Results and Equilibrium Values

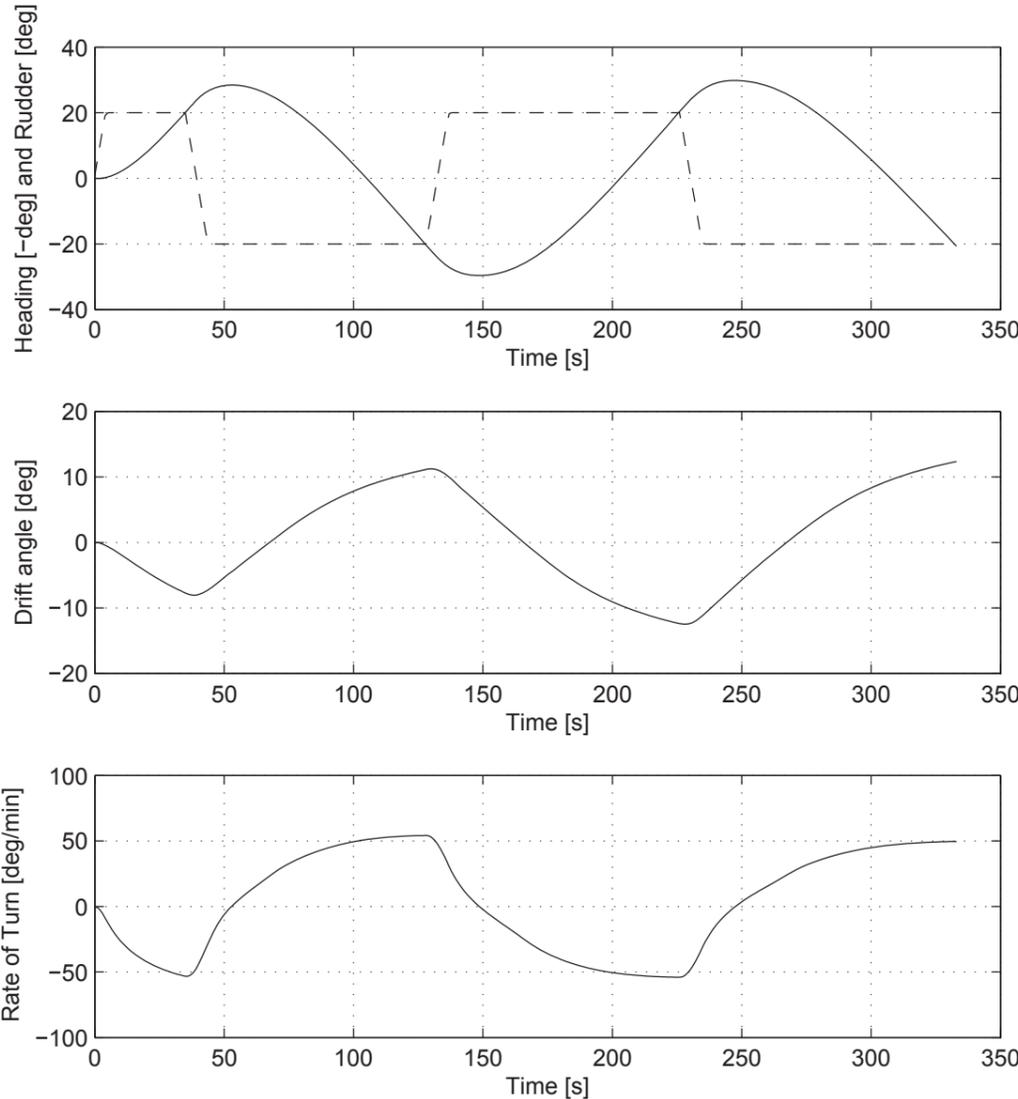
1st Overshoot Angle : 4.2 deg
 2nd Overshoot Angle : 6.0 deg
 Initial turning ability : 225 m



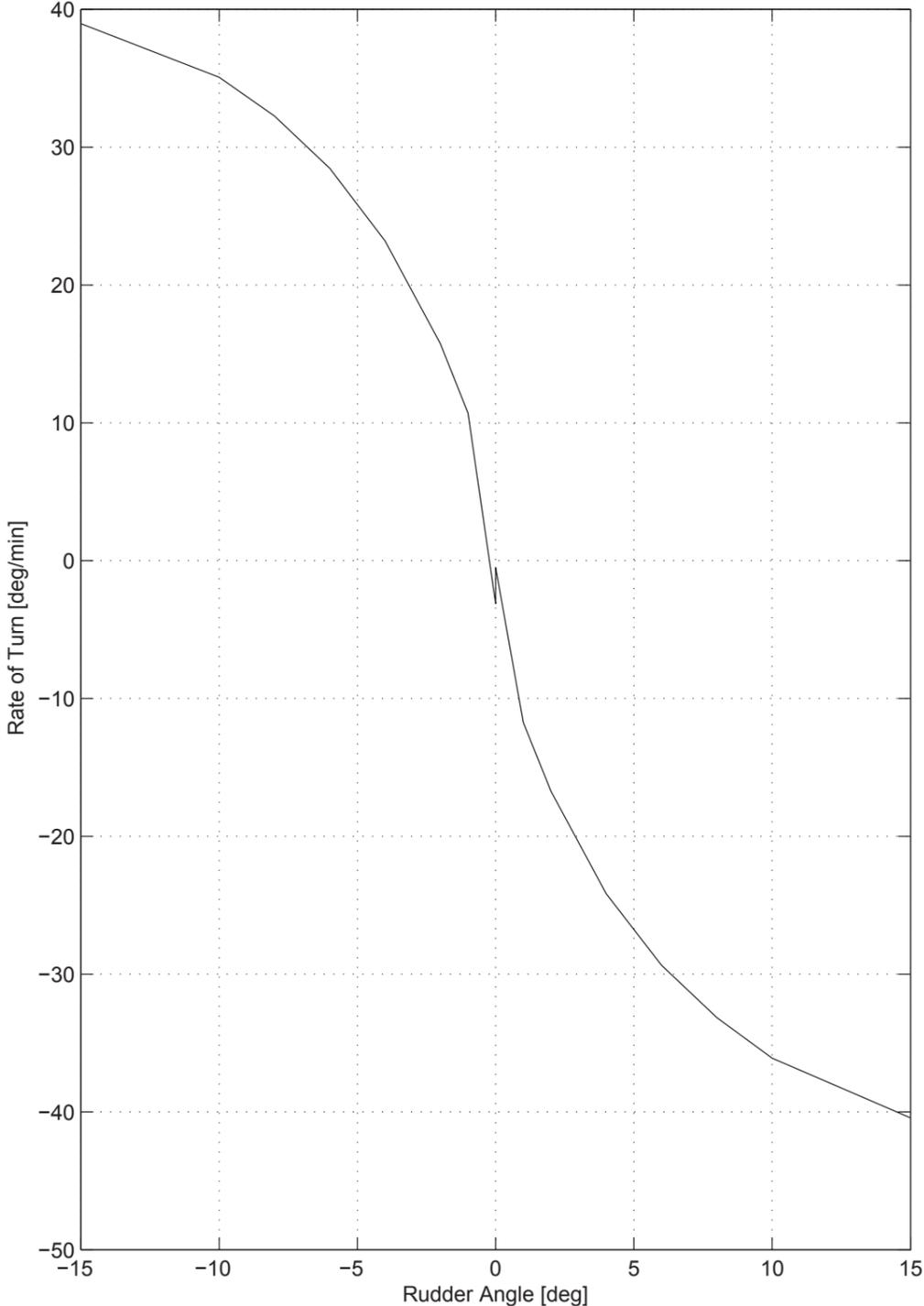
5. Zig-zag 20/20

Initial Conditions and Controls
 Approach speed : 14.2 knots
 Rudder/heading deflection : 20/20 deg

Results and Equilibrium Values
 1st Overshoot Angle : 8.5 deg
 2nd Overshoot Angle : 9.7 deg
 Initial turning ability : 243 m



6. Combined Dieudonne- and Reversed Spiral



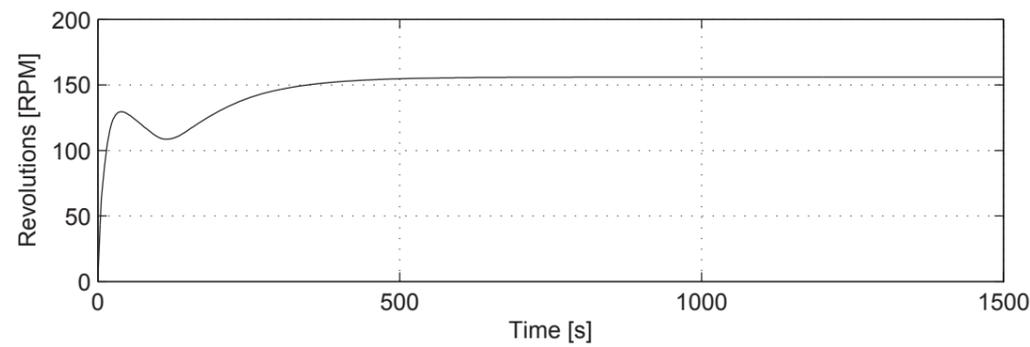
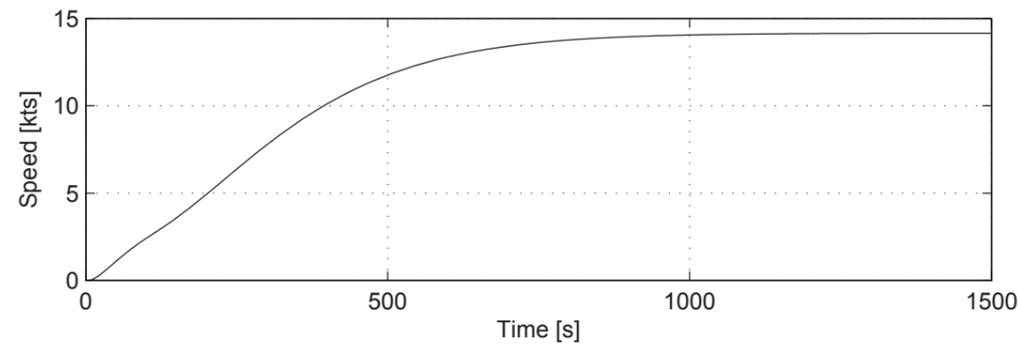
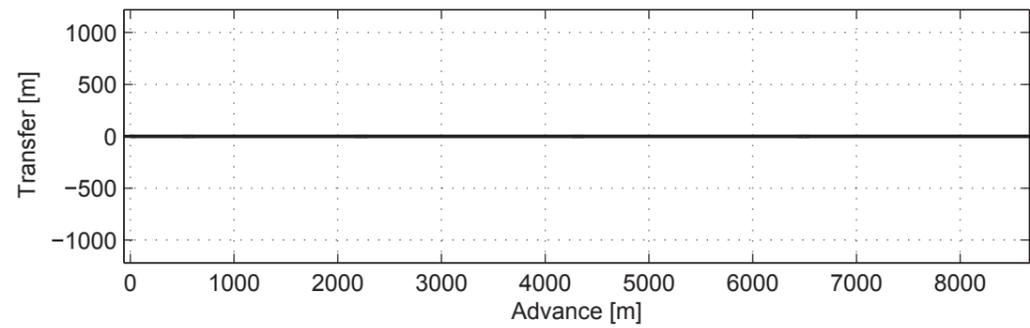
7. Acceleration

Initial Conditions and Controls

Initial speed : 0.0 knots
 Water depth : h/T = ∞

Results and Equilibrium Values

Advance : 8669 m
 Speed : 14.2 knots
 Revolutions : 156.0 RPM
 Time : 1499 s



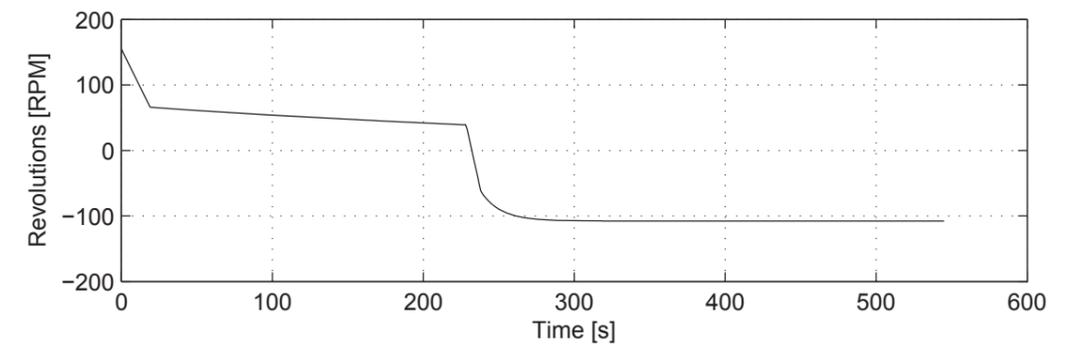
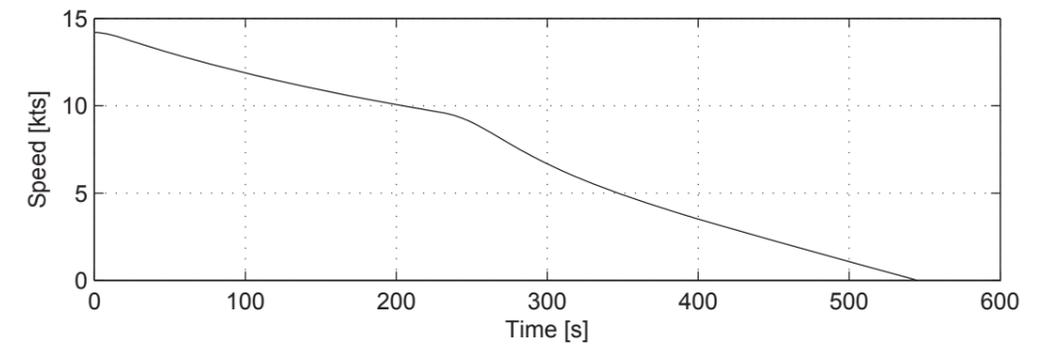
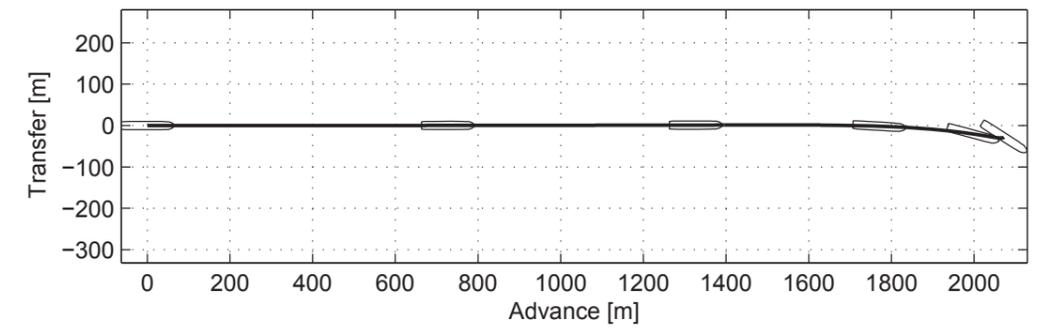
8. Crash Stop

Initial Conditions and Controls

Initial speed : 14.2 knots
 Water depth : h/T = ∞

Results and Equilibrium Values

Advance : 2072 m
 Speed : 0.0 knots
 Revolutions : -107.8 RPM
 Time : 545 s



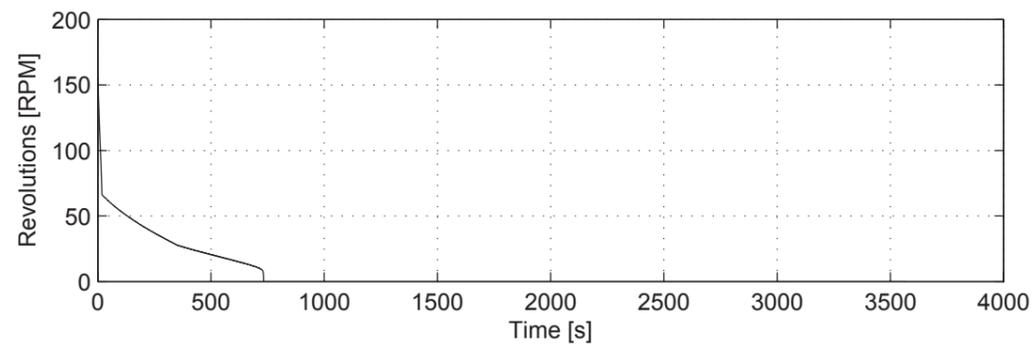
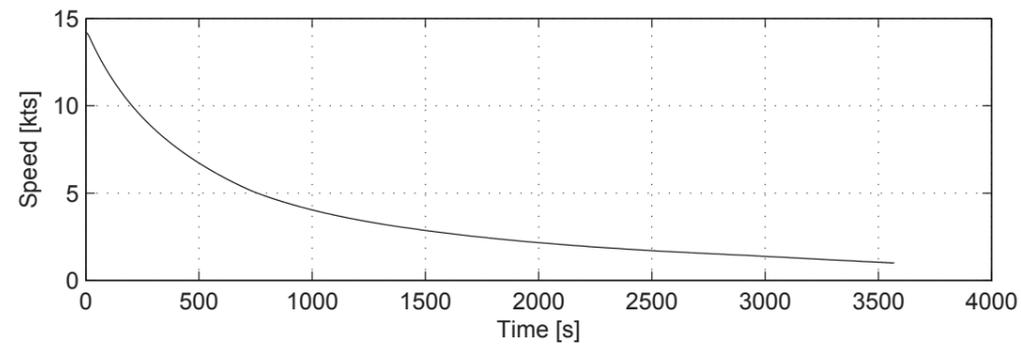
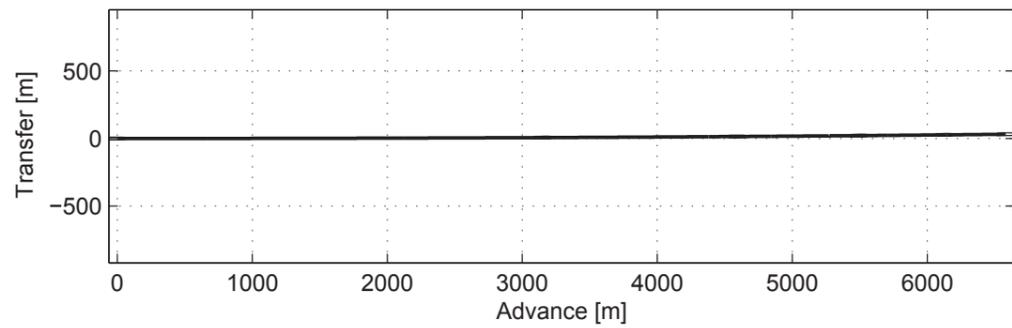
9. Coasting Stop

Initial Conditions and Controls

Initial speed : 14.2 knots
 Water depth : $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : 6579 m
 Speed : 1.0 knots
 Revolutions : 0.0 RPM
 Time : 3570 s



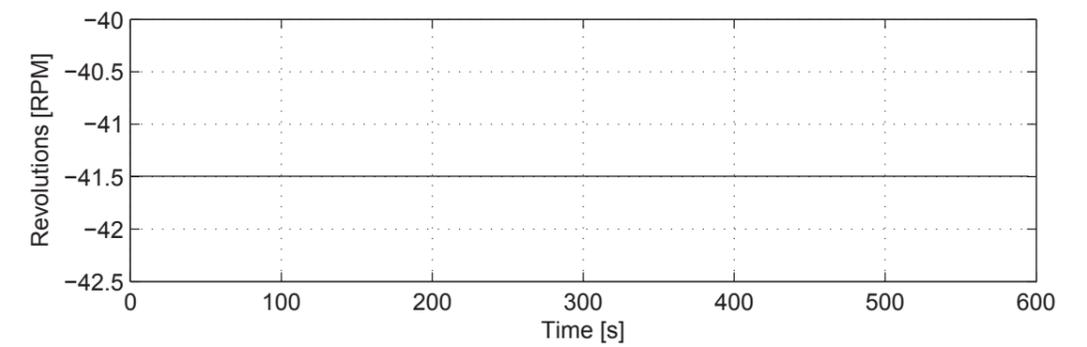
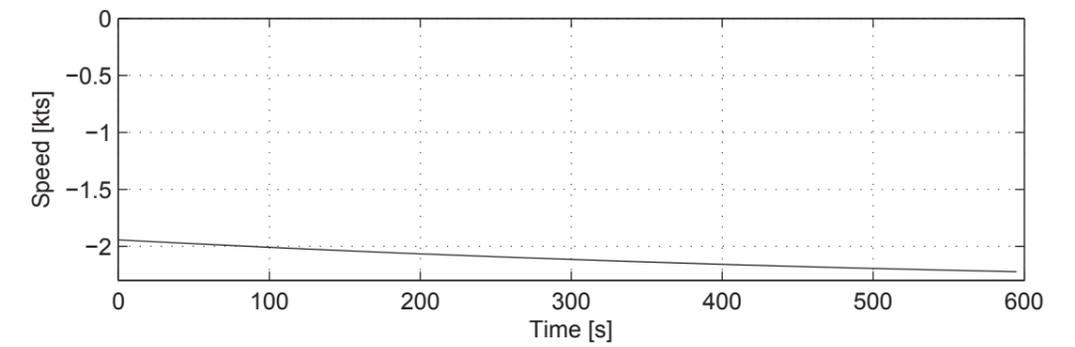
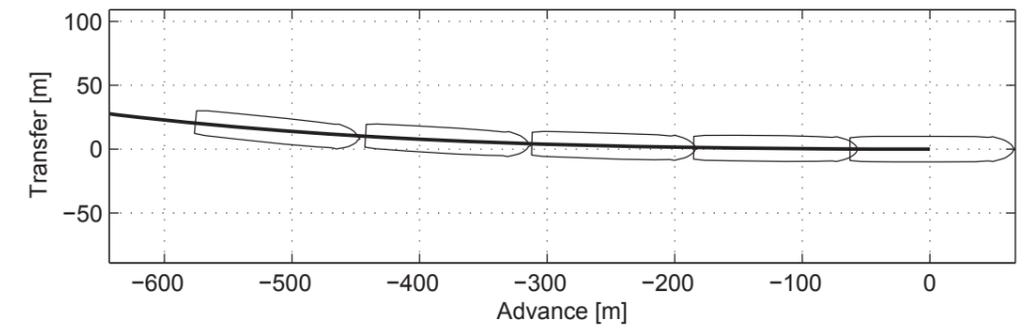
10. Going Astern

Initial Conditions and Controls

Initial speed : -1.9 knots
 Water depth : $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : -643 m
 Speed : -2.2 knots
 Revolutions : -41.5 RPM
 Time : 595 s



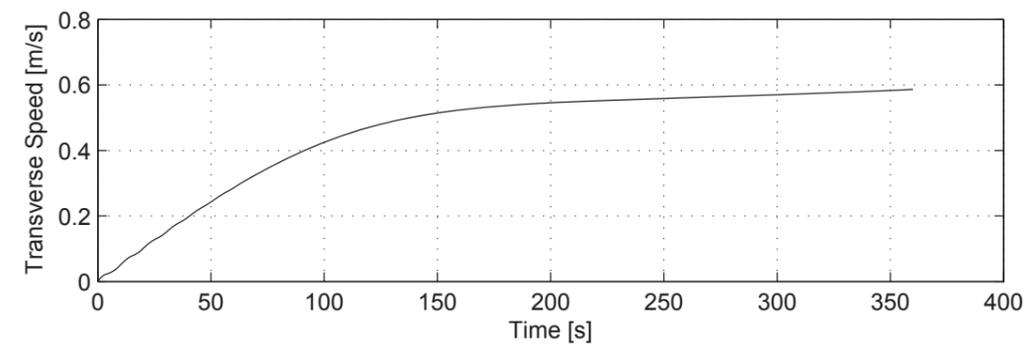
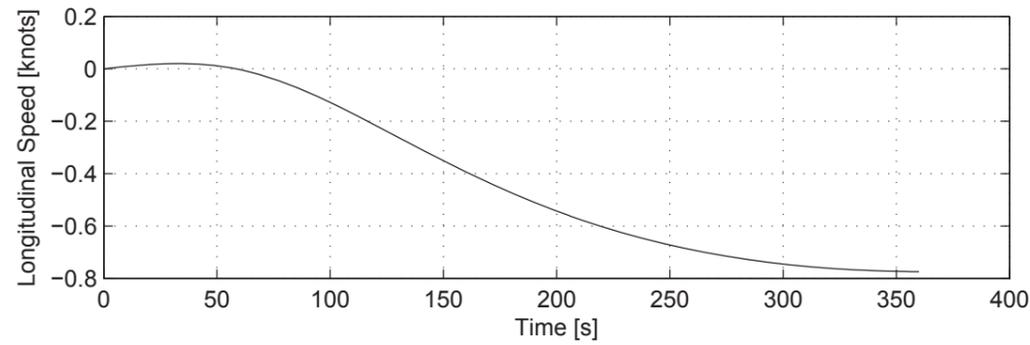
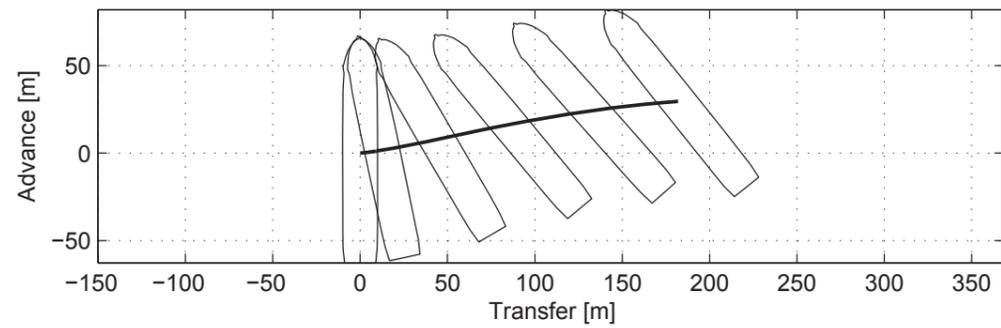
11. Drifting in Wind

Initial Conditions and Controls

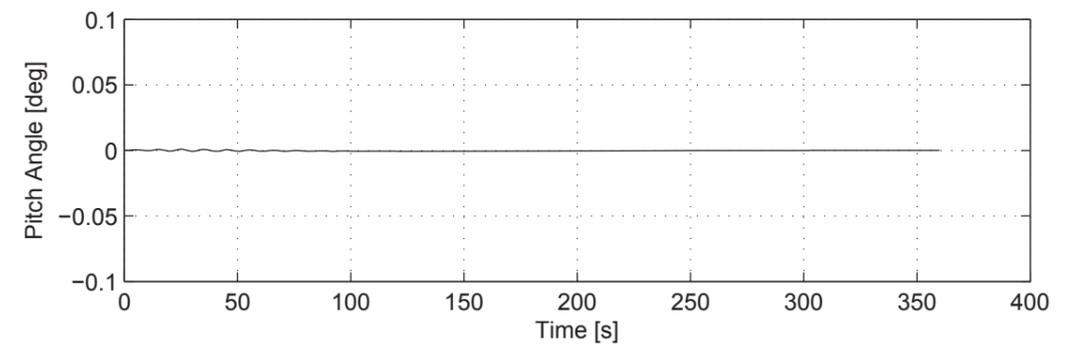
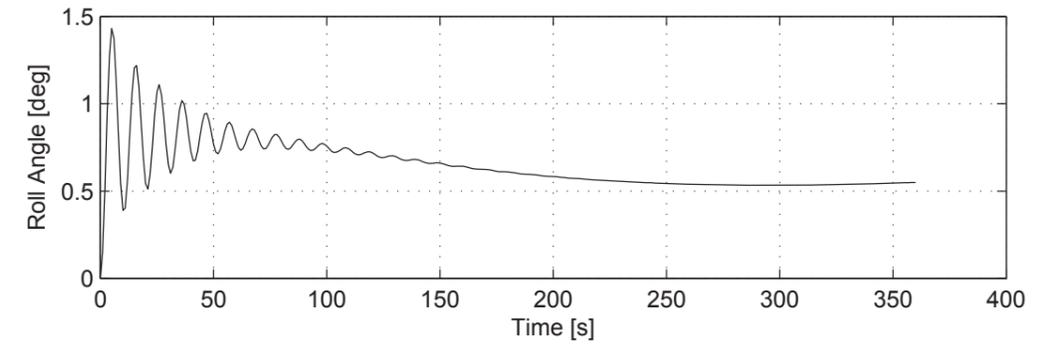
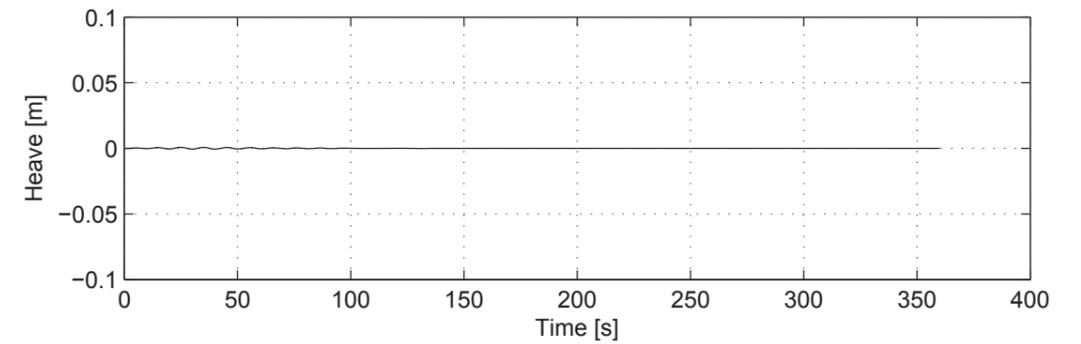
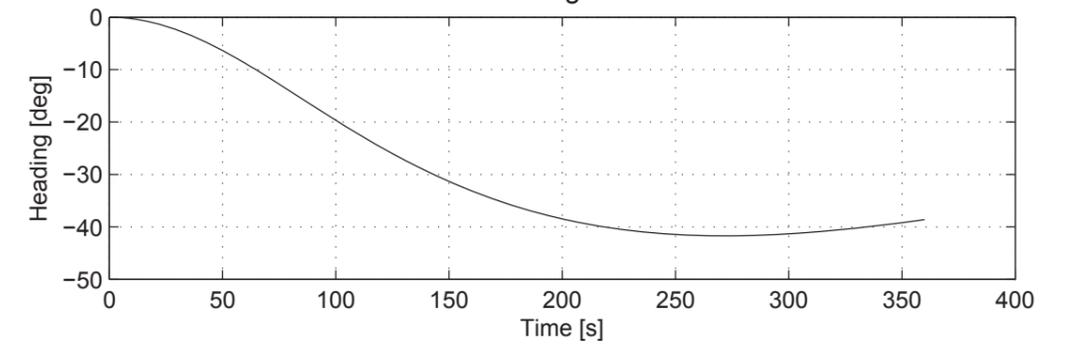
Water depth : $h/T = \infty$
 Wind speed : 15 m/s
 Wind direction : 270 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : -0.8 knots
 Transverse Speed : 0.6 m/s
 Roll Angle : 0.5 deg



11. Drifting in Wind



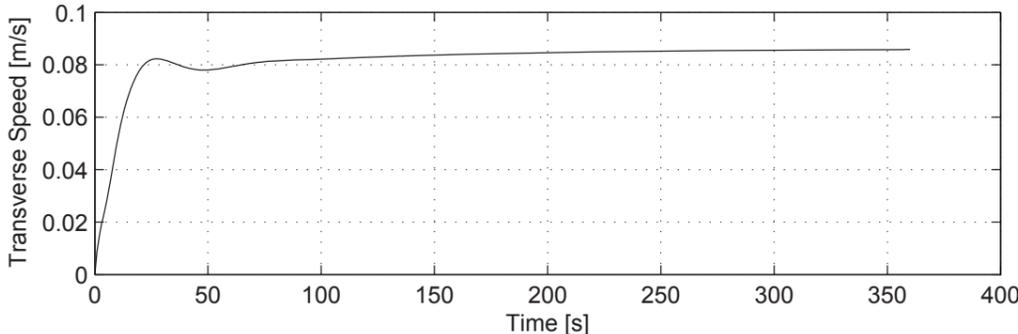
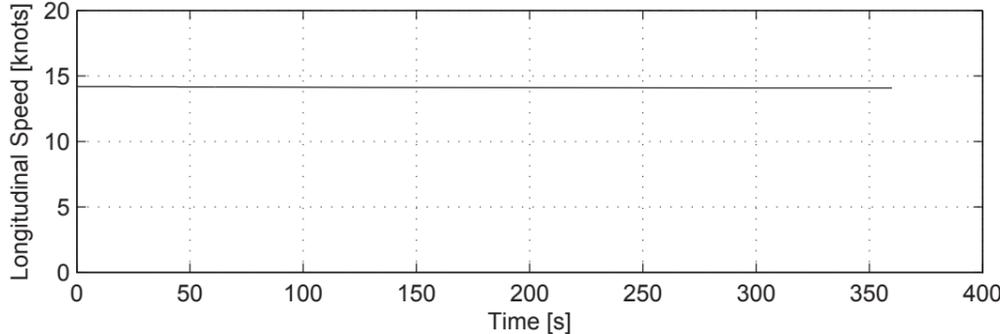
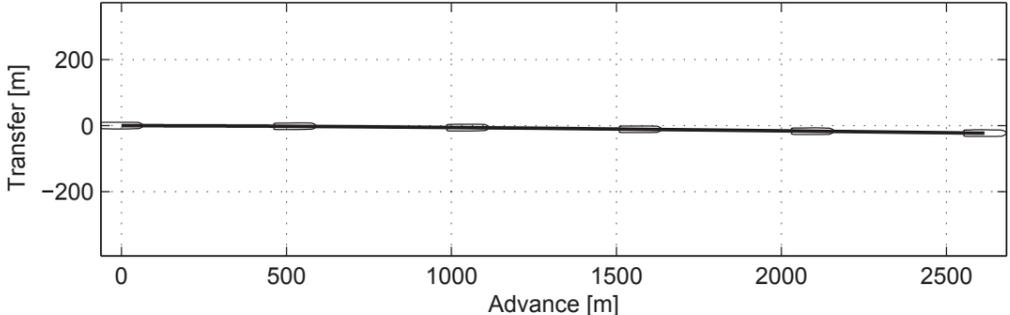
12. Sailing with Autopilot in Wind

Initial Conditions and Controls

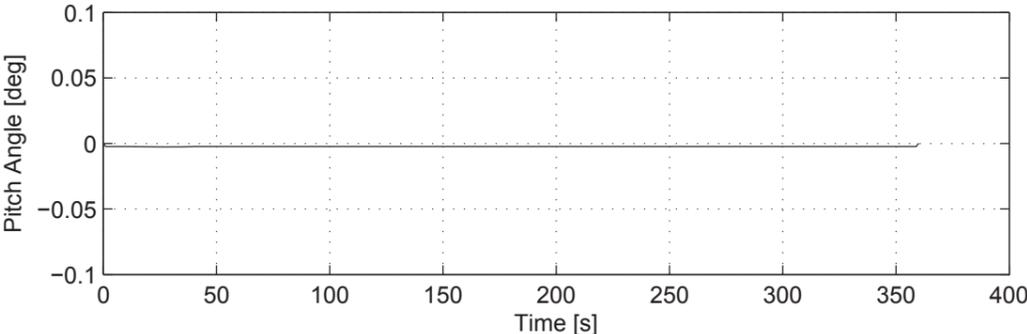
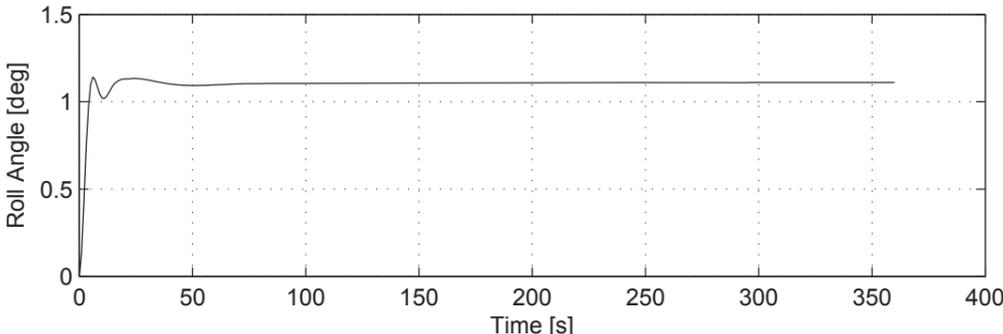
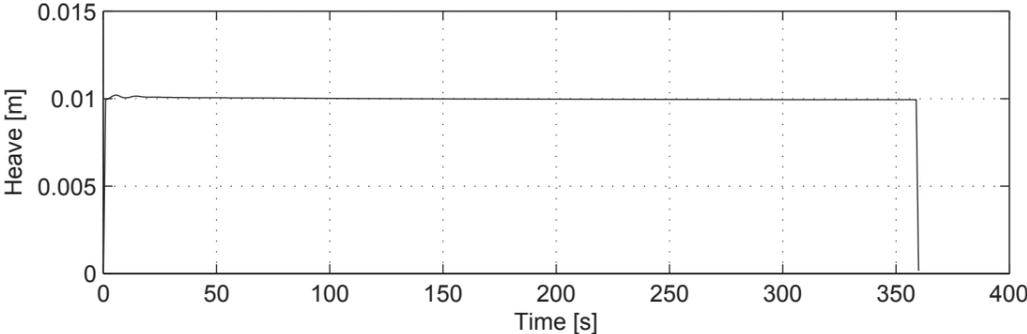
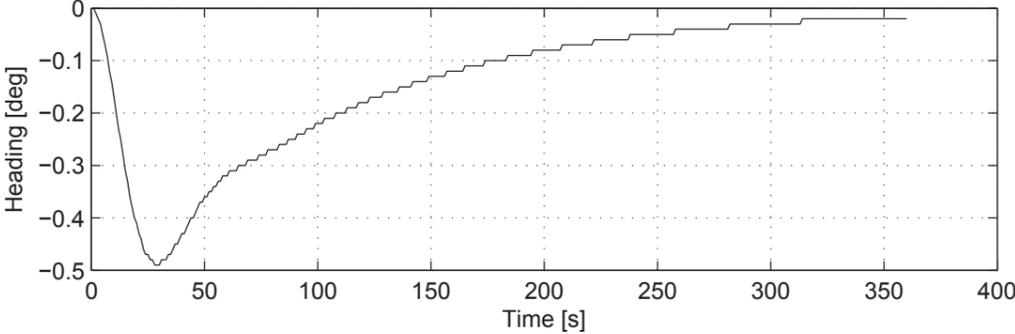
Water depth : h/T = ∞
Wind speed : 15 m/s
Wind direction : 270 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : 14.1 knots
Transverse Speed : 0.1 m/s
Roll Angle : 1.1 deg



12. Sailing with Autopilot in Wind



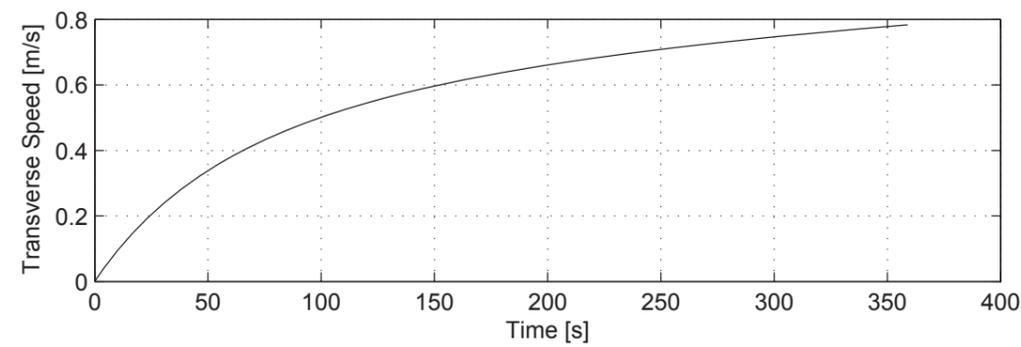
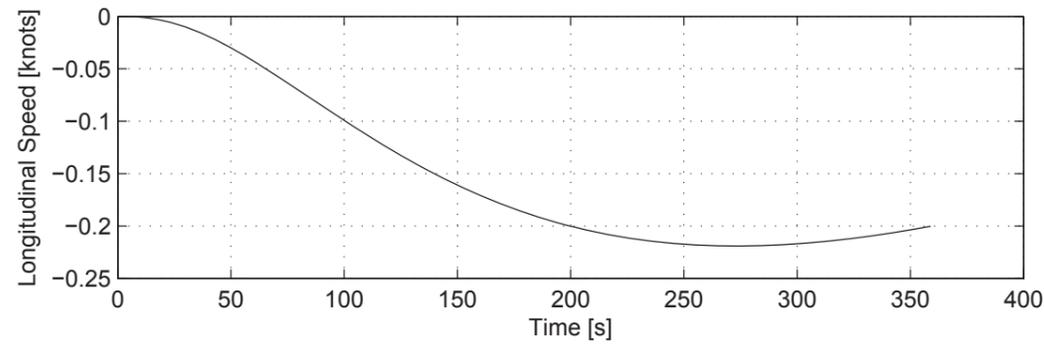
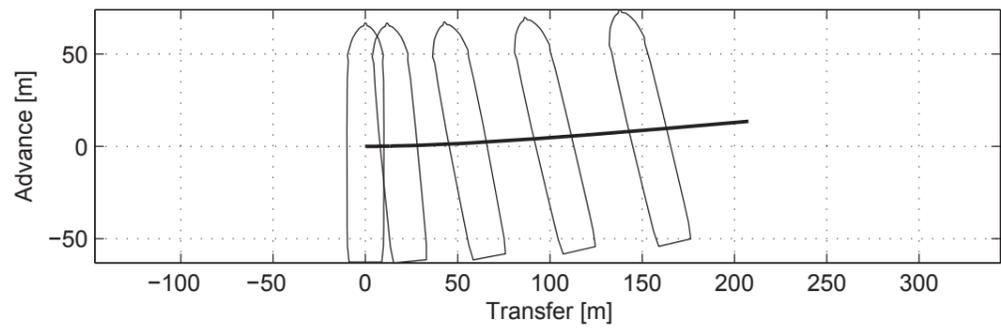
13. Drifting in Current

Initial Conditions and Controls

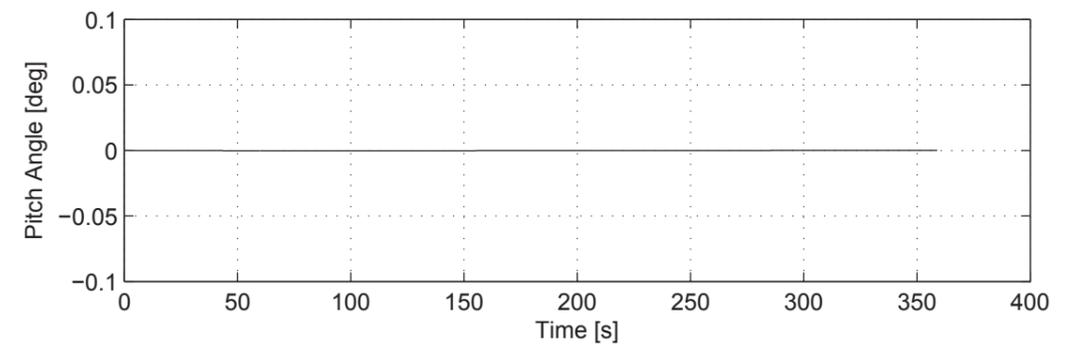
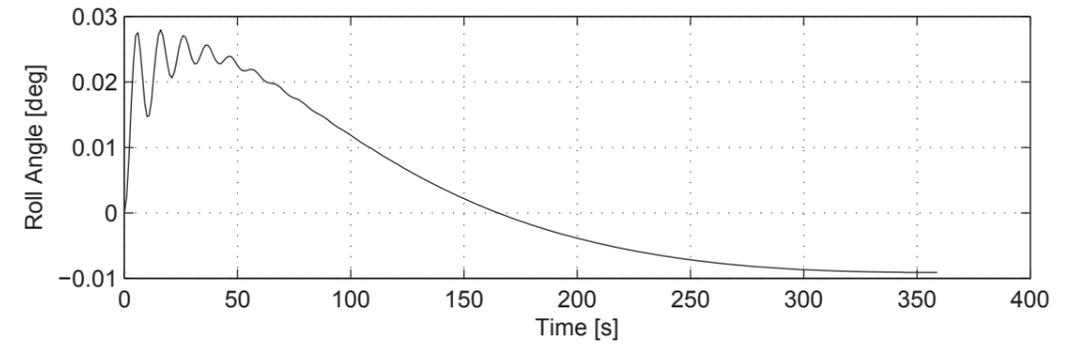
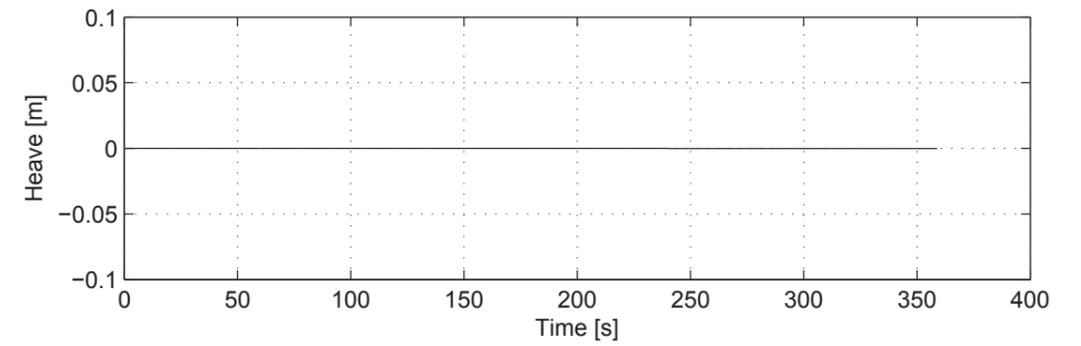
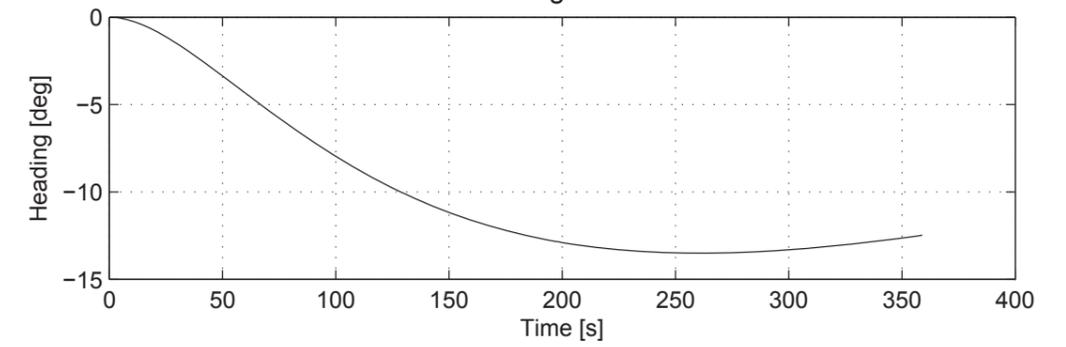
Water depth : $h/T = \infty$
 Current speed : 2 knots
 Current direction : 90 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : -0.2 knots
 Transverse Speed : 0.8 m/s
 Roll Angle : -0.0 deg



13. Drifting in Current



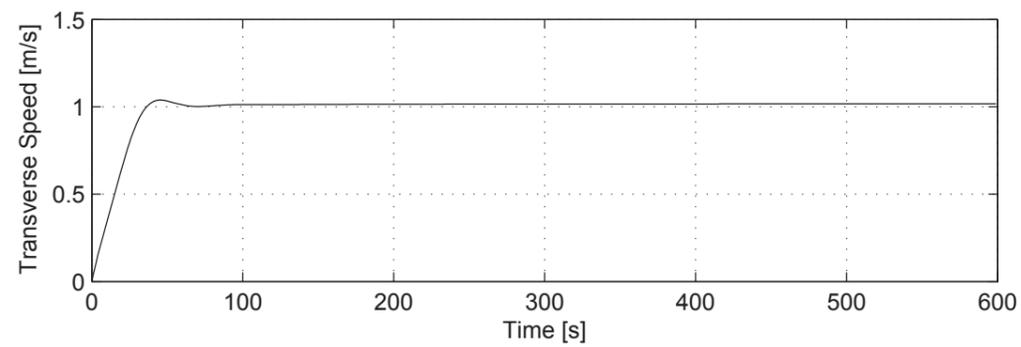
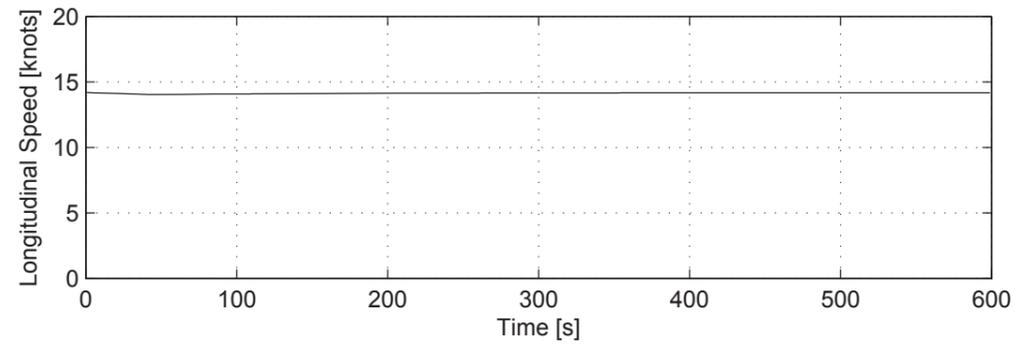
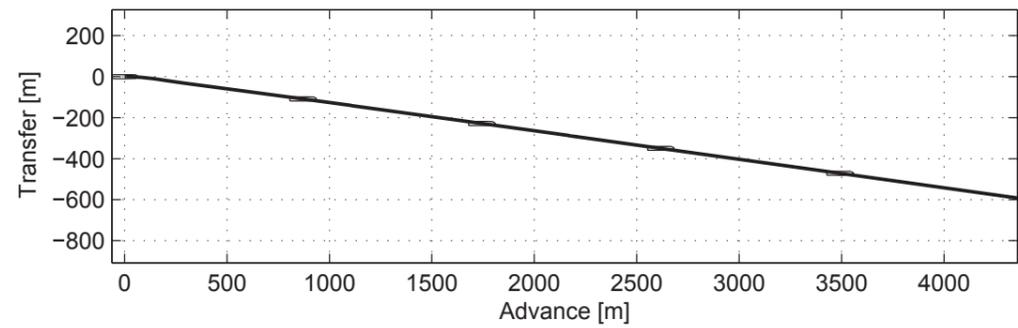
14. Sailing with Autopilot in Current

Initial Conditions and Controls

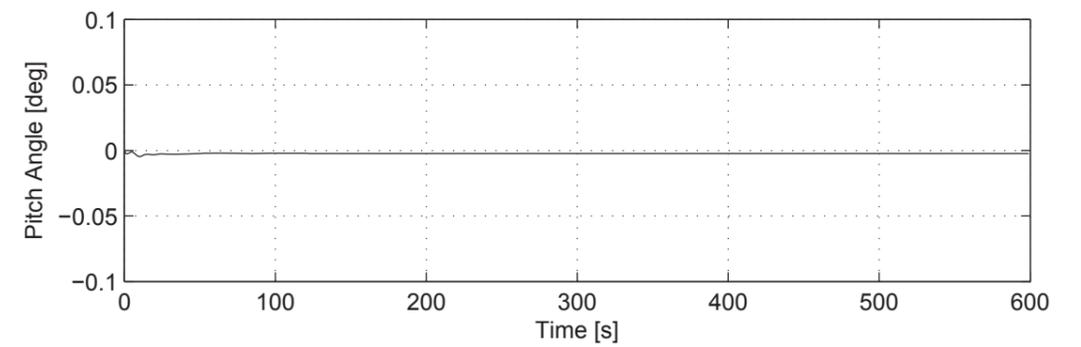
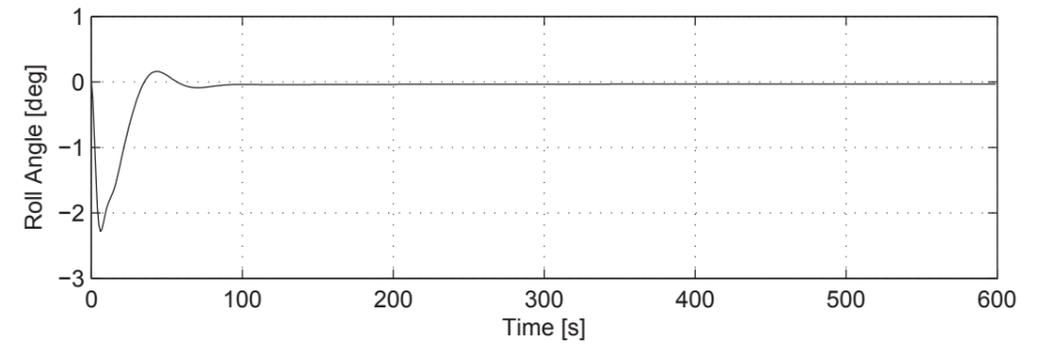
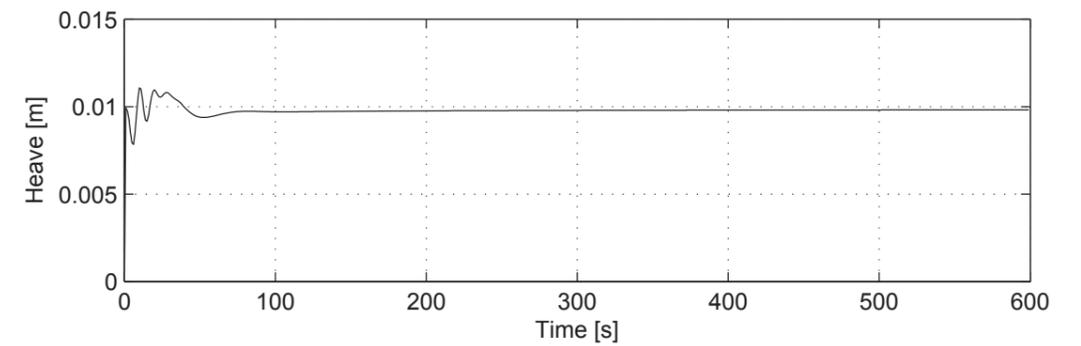
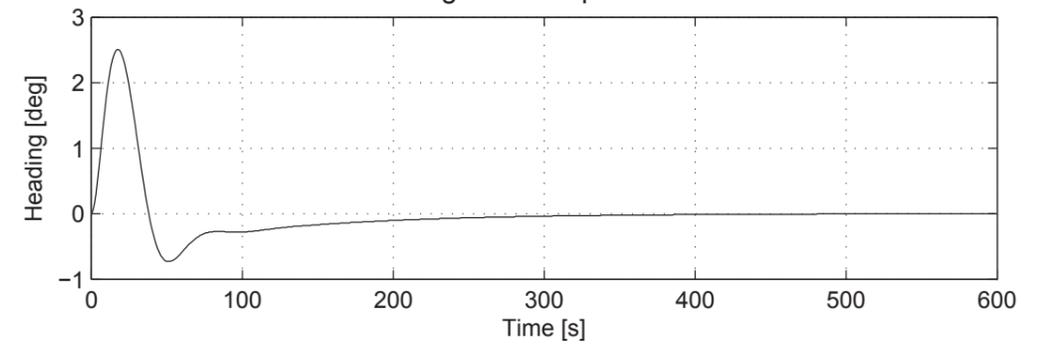
Water depth : $h/T = \infty$
 Current speed : 2 knots
 Current direction : 90 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : 14.2 knots
 Transverse Speed : 1.0 m/s
 Roll Angle : -0.0 deg



14. Sailing with Autopilot in Current



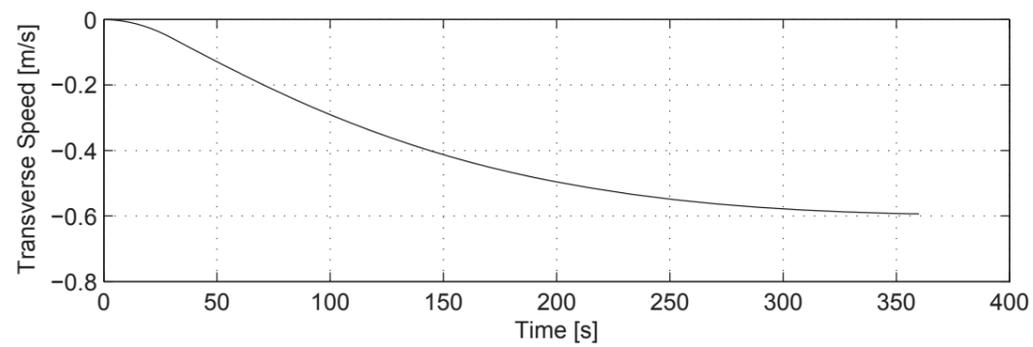
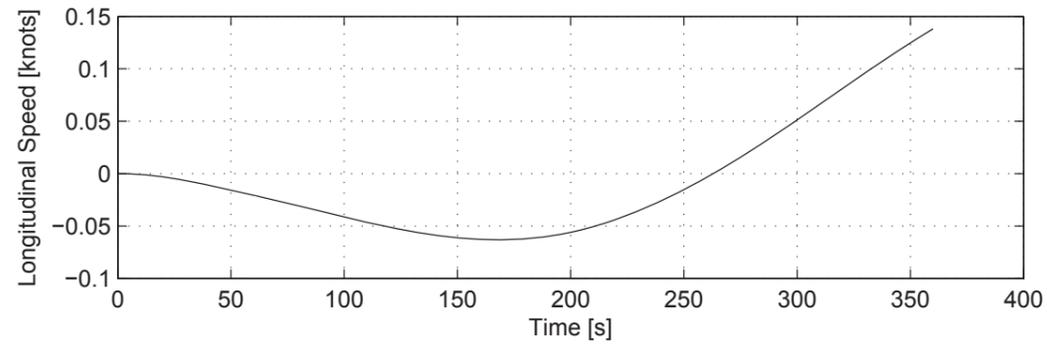
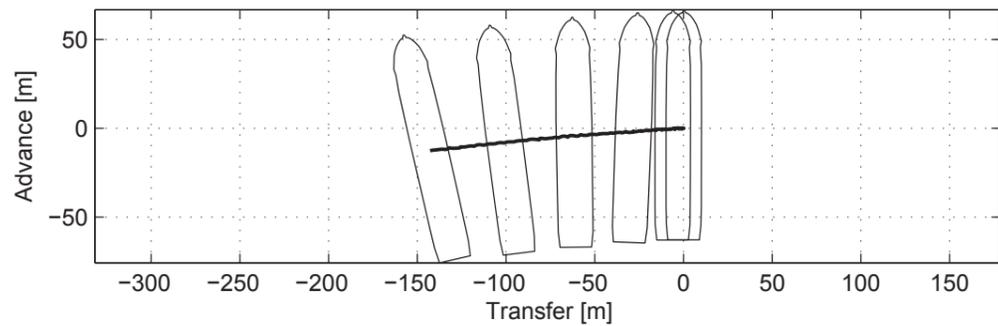
15. Drifting in Waves

Initial Conditions and Controls

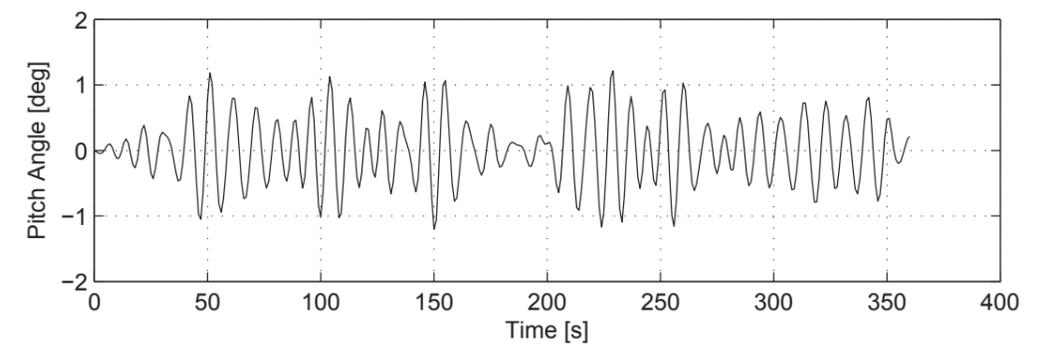
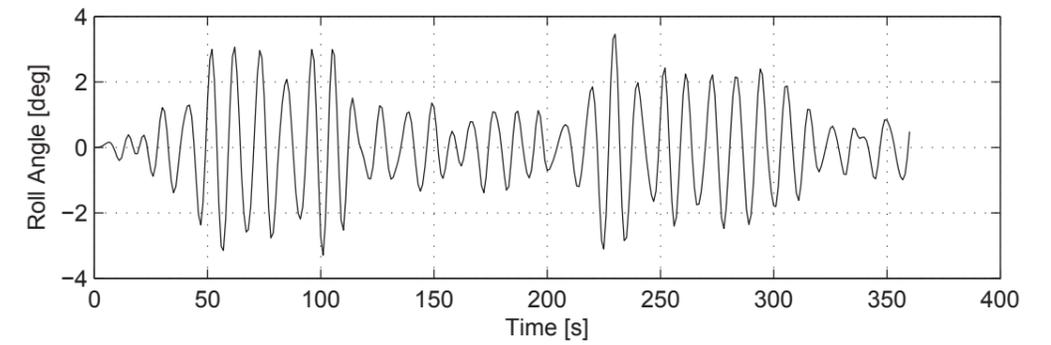
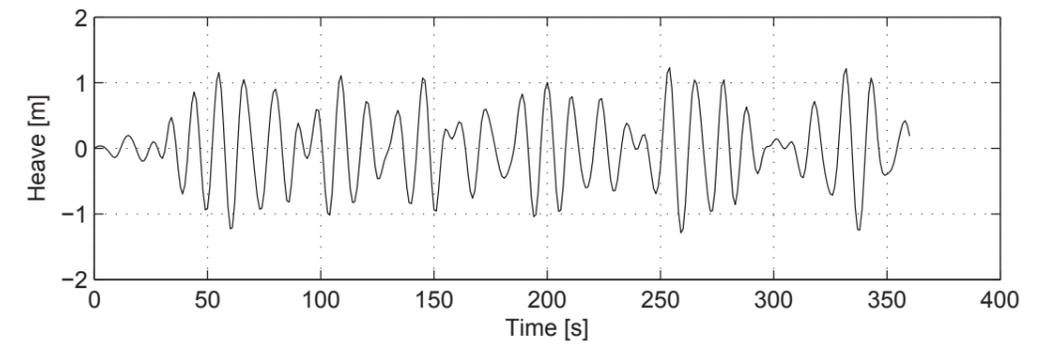
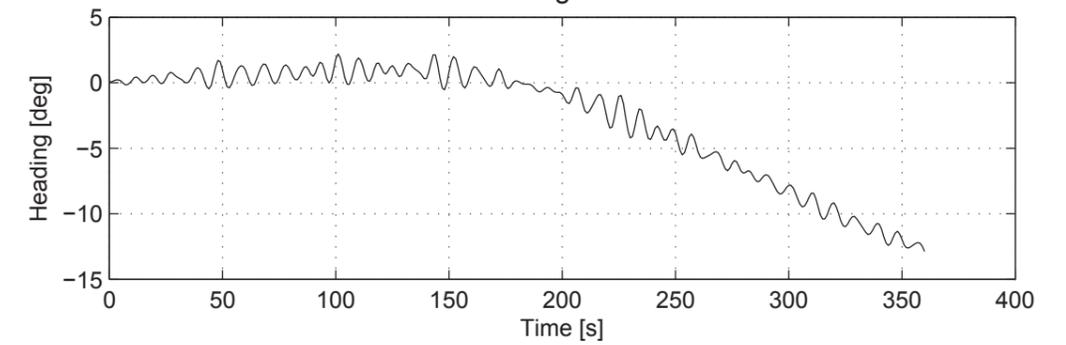
Water depth : $h/T = \infty$
 Wave height (Hs) : 3 m
 Wave period (Tp) : 9.1 s
 Wave direction : 90 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : 0.1 knots
 Transverse Speed : -0.6 m/s
 Maximum Roll Angle : 3.5 deg



15. Drifting in Waves



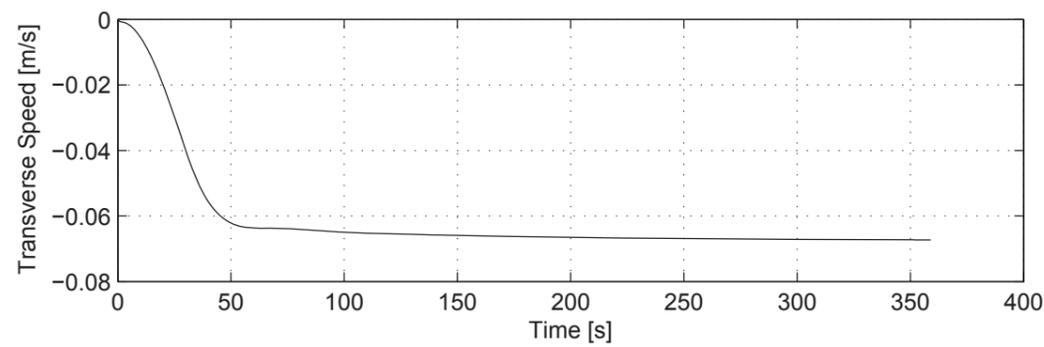
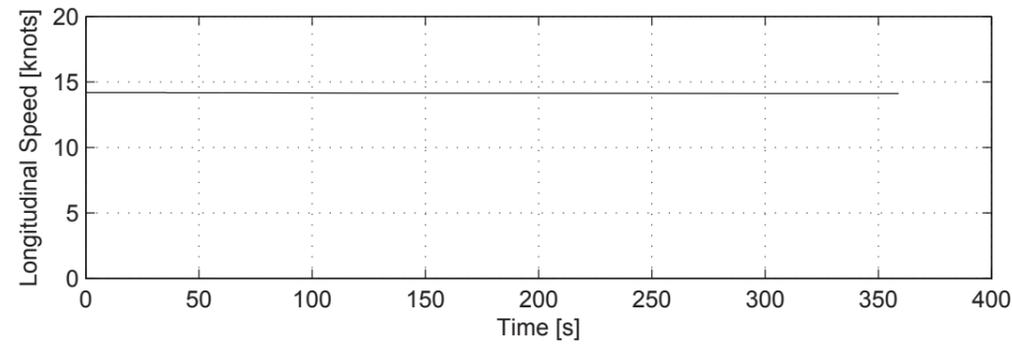
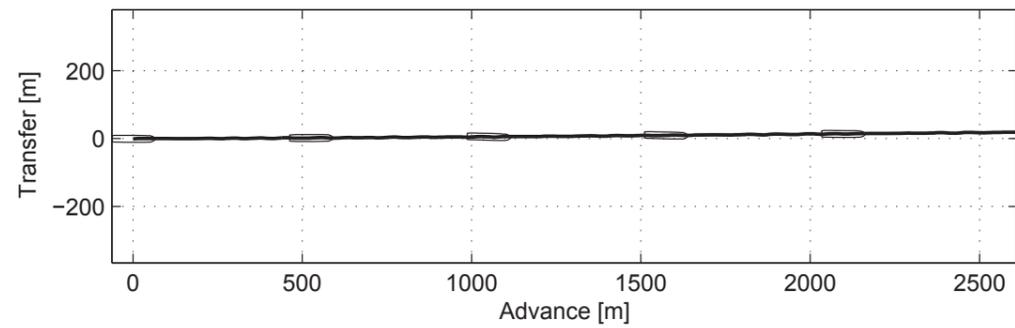
16. Sailing with Autopilot in Waves

Initial Conditions and Controls

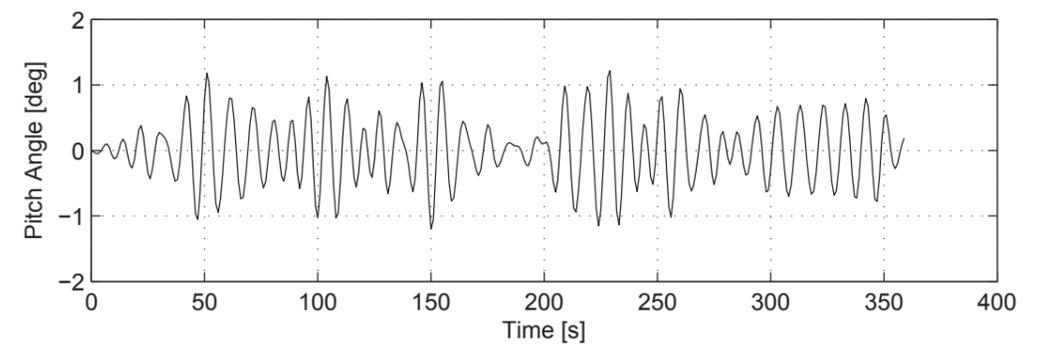
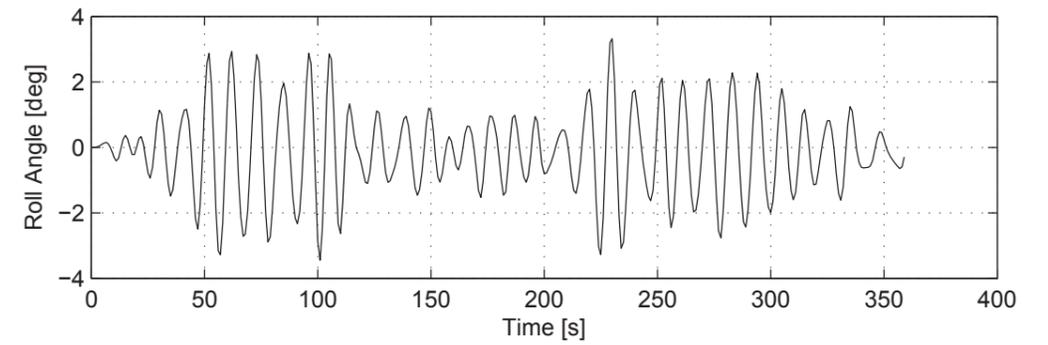
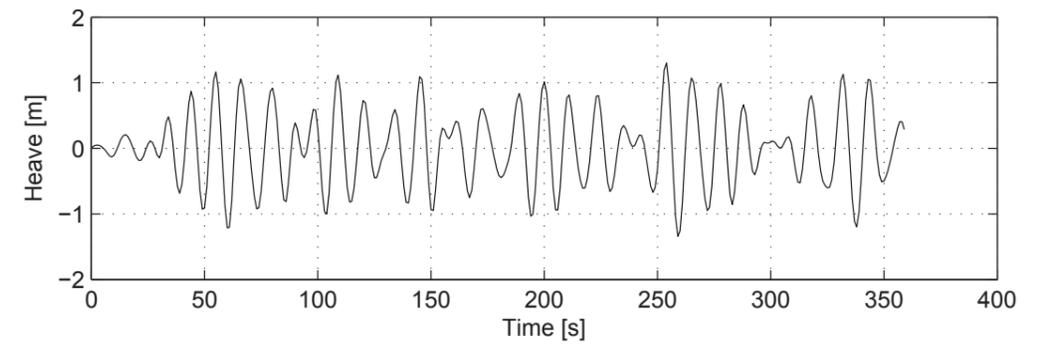
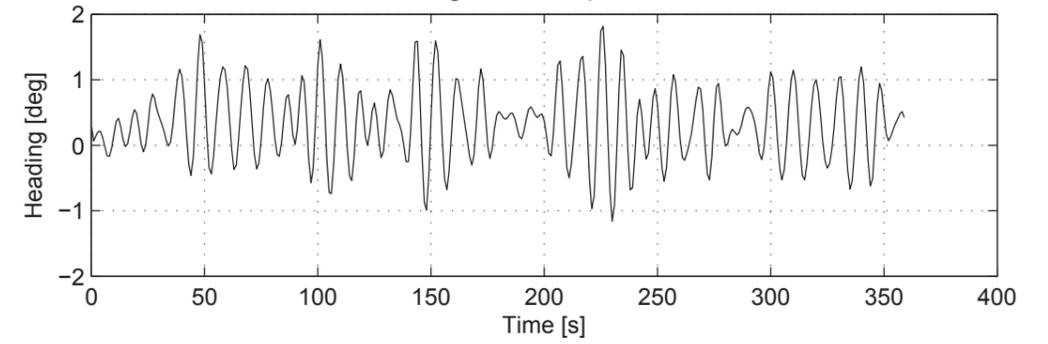
Water depth : $h/T = \infty$
 Wave height (H_s) : 3 m
 Wave period (T_p) : 9.1 s
 Wave direction : 90 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : 14.1 knots
 Transverse Speed : -0.1 m/s
 Maximum Roll Angle : 3.3 deg



16. Sailing with Autopilot in Waves





Mathematical Ship Model No. 3234

"Enterprise"

FORCE 111-20785 / 2012-01-20

<i>Title of report and Project No.:</i>					
Ship Description					
Ship 3234					
Bulk Carrier					
Ballast Condition					
"Enterprise"					
<i>Client:</i>			<i>Ref.:</i> 111-20785		
<i>Author(s):</i> Georgij Vasilev			<i>Date:</i> 2012-01-20		
<i>Approved by:</i>					
<i>Revision</i>	<i>Description</i>	<i>By:</i>	<i>Checked:</i>	<i>Approved:</i>	<i>Date:</i>
3	Updated ship motion in waves	GEV	JFO		2012-01-20
2	Updated version	GEV	JFO		2011-09-23
1	Original version	OT			2006-03-16
<i>Keywords:</i> Manoeuvring characteristics Ship characteristics Equilibrium speeds					<i>Classification:</i> Open Internal <input checked="" type="checkbox"/> 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 229 m long and 32.2 m wide panmax bulker with a capacity of 84 000 DWT modelled in a ballast condition. It is driven by a diesel engine of 8.1 MW and has one fixed pitch propeller. The service speed at the design draught is 15.1 knots. The vessel is equipped with one spade rudder mounted on the centreline and has one bow and one stern thruster.

2 Basis for Mathematical Ship Model

The mathematical model of the ship is based on the model of an existing similar ship. The seakeeping properties of the ship and shallow water effect on the hull forces have been scaled from a similar model 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.

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 ship is unstable in yaw, 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 excellent with a first overshoot angle of 6.2 deg. in a 20-20 zig-zag manoeuvre. The stopping ability is poor and not able to meet the IMO recommendations of 15 ship lengths. The ship is seaworthy and hardly rolls in 3 m waves (significant wave height).

The main manoeuvring characteristics of the ship model are listed in Table 3-1.

Parameter	Bulk Carrier	IMO limit
Turning circle, Advance	$3.0 \cdot L_{pp}$	$4.5 \cdot L_{pp}$
Turning circle, Tactical diameter	$3.4 \cdot L_{pp}$	$5.0 \cdot L_{pp}$
10/10 zig-zag, 1 st overshoot angle	3.3 deg	19.1 deg
10/10 zig-zag, 2 nd overshoot angle	5.4 deg	38.6 deg
20/20 zig-zag, 1 st overshoot angle	6.2 deg	25.0 deg
Crash stop, Track reach	$16.0 \cdot L_{pp}$	$15 \cdot L_{pp}$

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 Condition Ship No.		Bulk Carrier Ballast 3234
Length between Perpendiculars	m	218.70
Length overall	m	228.60
Breadth moulded	m	32.24
Depth moulded	m	21.60
Draught fore/aft	m	8.00/8.00
Displacement	m ³	45408
Wetted Surface	m ²	8900
Frontal wind Area	m ²	840
Lateral wind Area	m ²	3500
Block Coefficient	-	0.805
Trim by the Stern,	%	0.0
Metacentric Height	m	5.19
LCB, % of LPP forw. of LPP/2	%	-0.90
Radius of Inertia, % of LPP	%	25.0
Type of Engine		Diesel
Number of Propellers		1
Type of Propellers		FP
Direction of Rotation		Clockwise
Number of Blades		4
Propeller Diameter	m	7.20
Pitch Ratio at 0.7R		0.804
Area Ratio		0.46
Shaft Power (ahead) total	kW	8120
Number of Rudders		1
Type of Rudders		Spade
Position off CL	m	0
Area of Rudder	m ²	49.4
100 x total rudder Area/LBP x T		2.82
Turning Velocity of Rudder (two Pumps)	deg/s	4.6
Max. rudder Angle	deg	35
Anchor Weight	kg	8300
Chain Weight	kg/m	230
Number of bow Thrusters		1
Nominal bow thruster Power	kW	1472
Number of stern Thrusters		1
Nominal stern thruster Power	kW	1472

Table 4-1: Ship Particulars

5 Equilibrium Speeds

Ship Engine Setting	Propeller		Speed, knots	
	RPM	Pitch	1000 m	9.6 m
1.0	84	0.804	15.1	Grounded
0.8	73	"	13.3	Grounded
0.5	56	"	10.3	8.8
0.25	47	"	8.6	7.3
0.125	33	"	5.6	4.6
-0.125	-33	"	-2.4	-1.3
-0.25	-47	"	-4.6	-1.9
-0.5	-56	"	-6.2	-2.5
-1.0	-82	"	-10.4	-6.0

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.

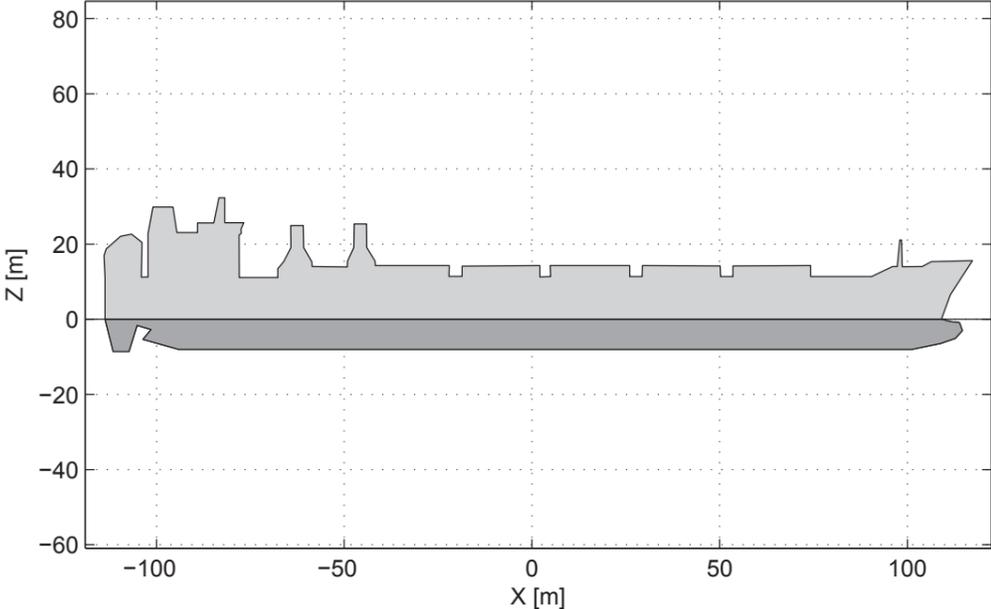
Mathematical Ship Model No. 3234
Enterprise

Plots of Standard and Check Manoeuvres

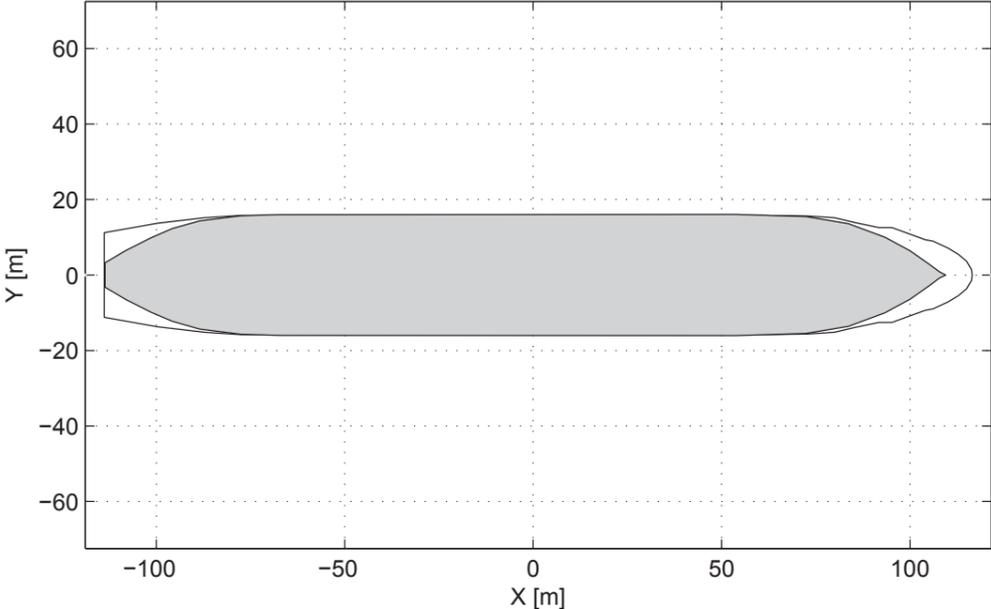
List of Contents

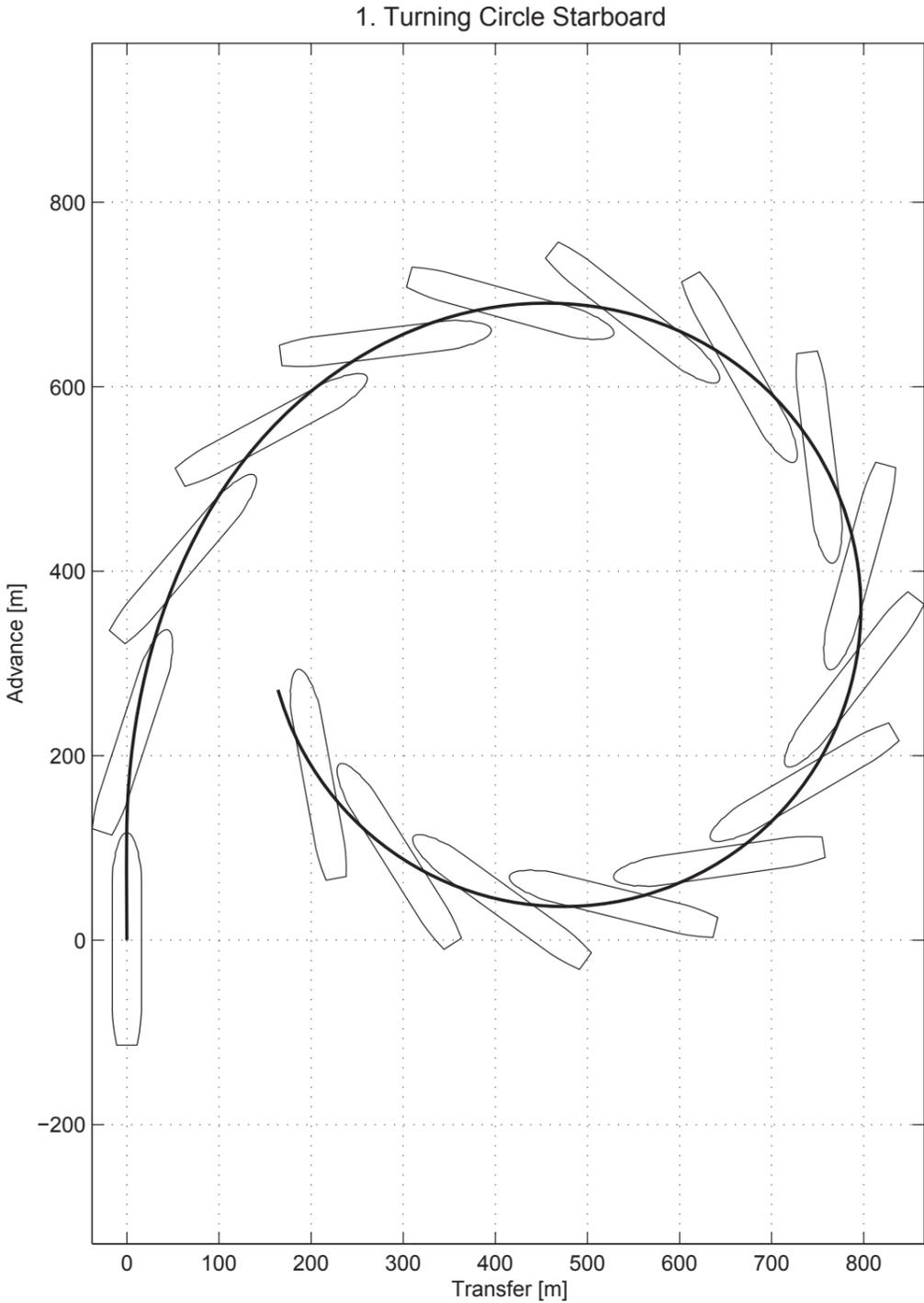
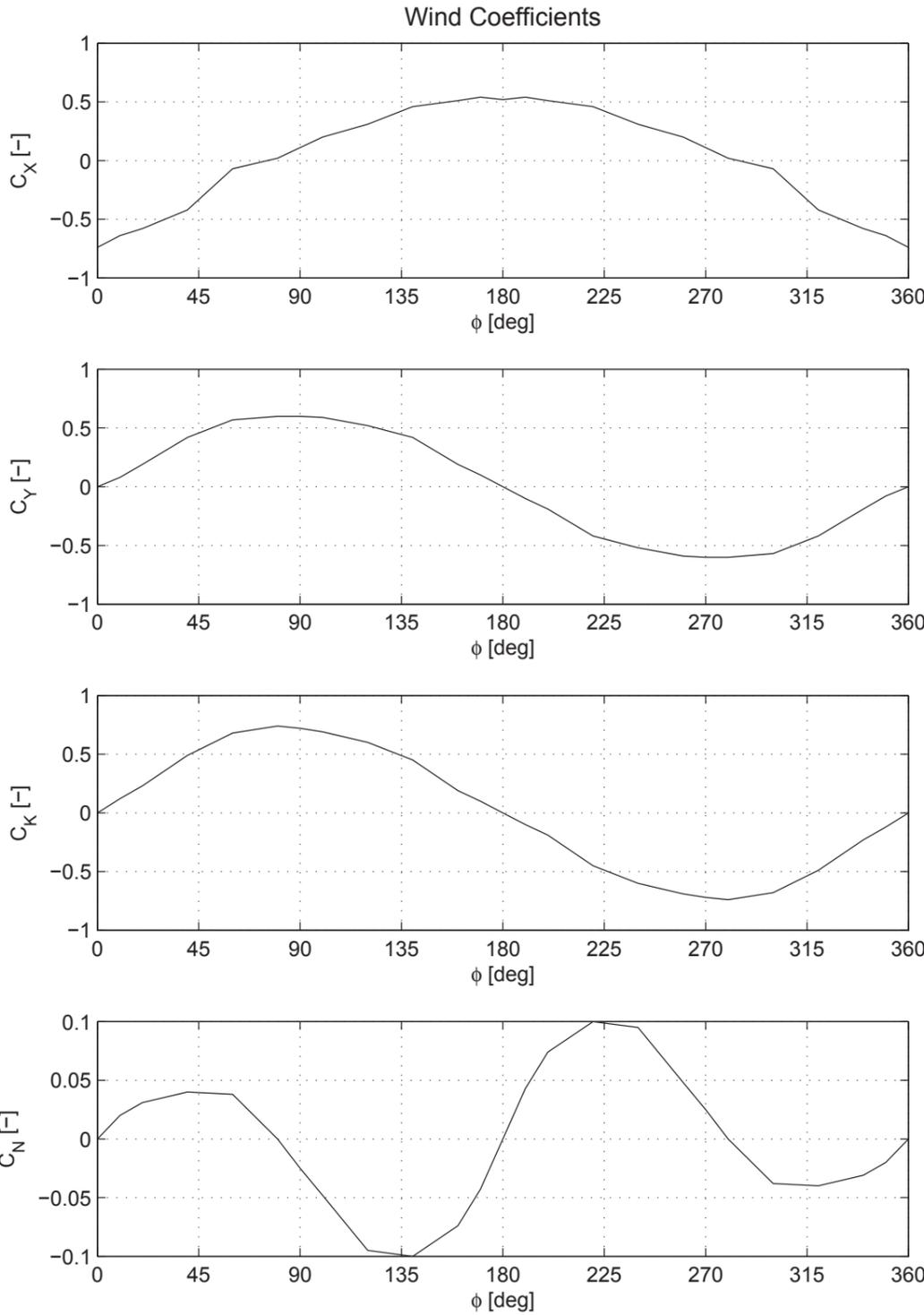
Side View and Birds Eye View	3
Wind Coefficients	4
1. Turning Circle Starboard	5
2. Turning Circle Port	7
3. Turning Circle Starboard, Shallow Water	9
4. Zig-zag 10/10	11
5. Zig-zag 20/20	12
6. Combined Dieudonne- and Reverse Spiral	13
7. Acceleration	14
8. Crash Stop	15
9. Coasting Stop	16
10. Going 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

Side View of Ship 3234



Birds Eye View - Maximum Outline and Waterline





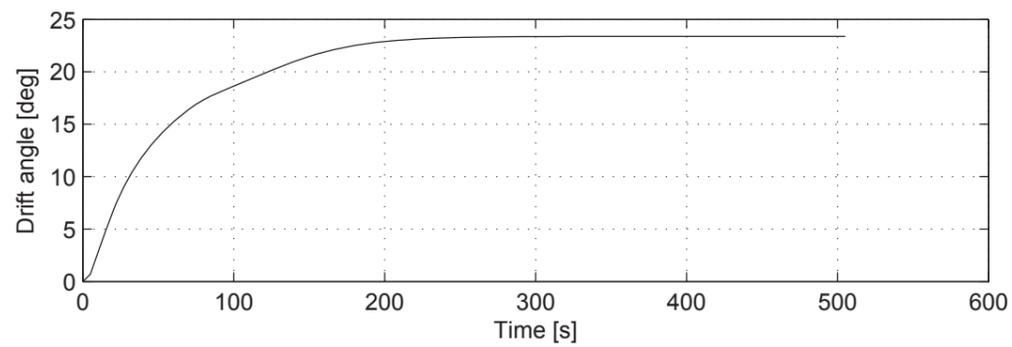
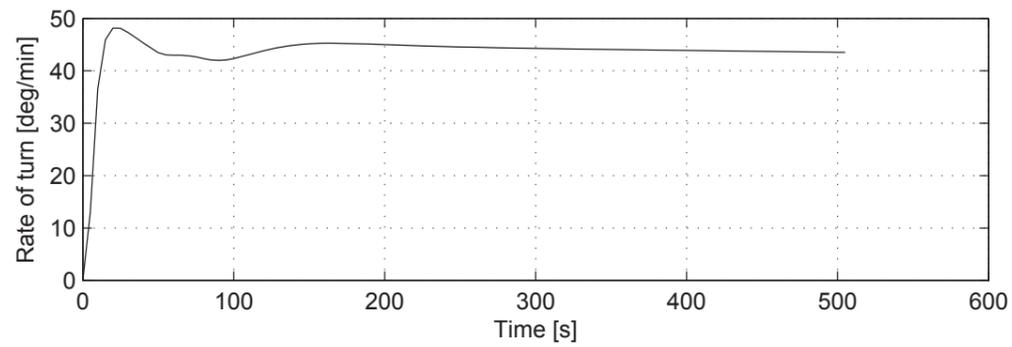
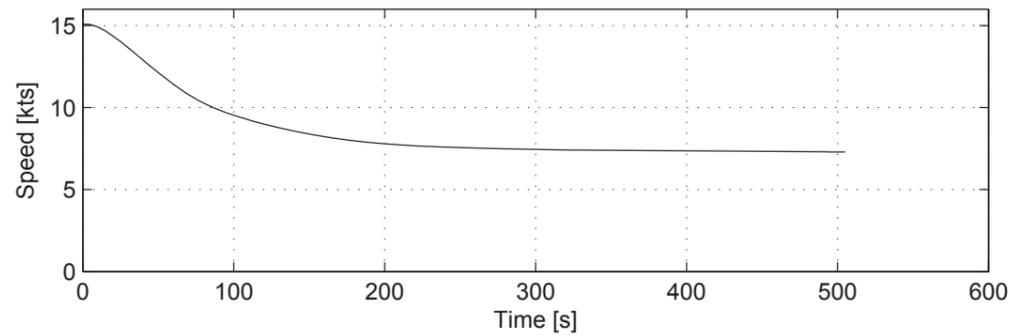
1. Turning Circle Starboard

Initial Conditions and Controls

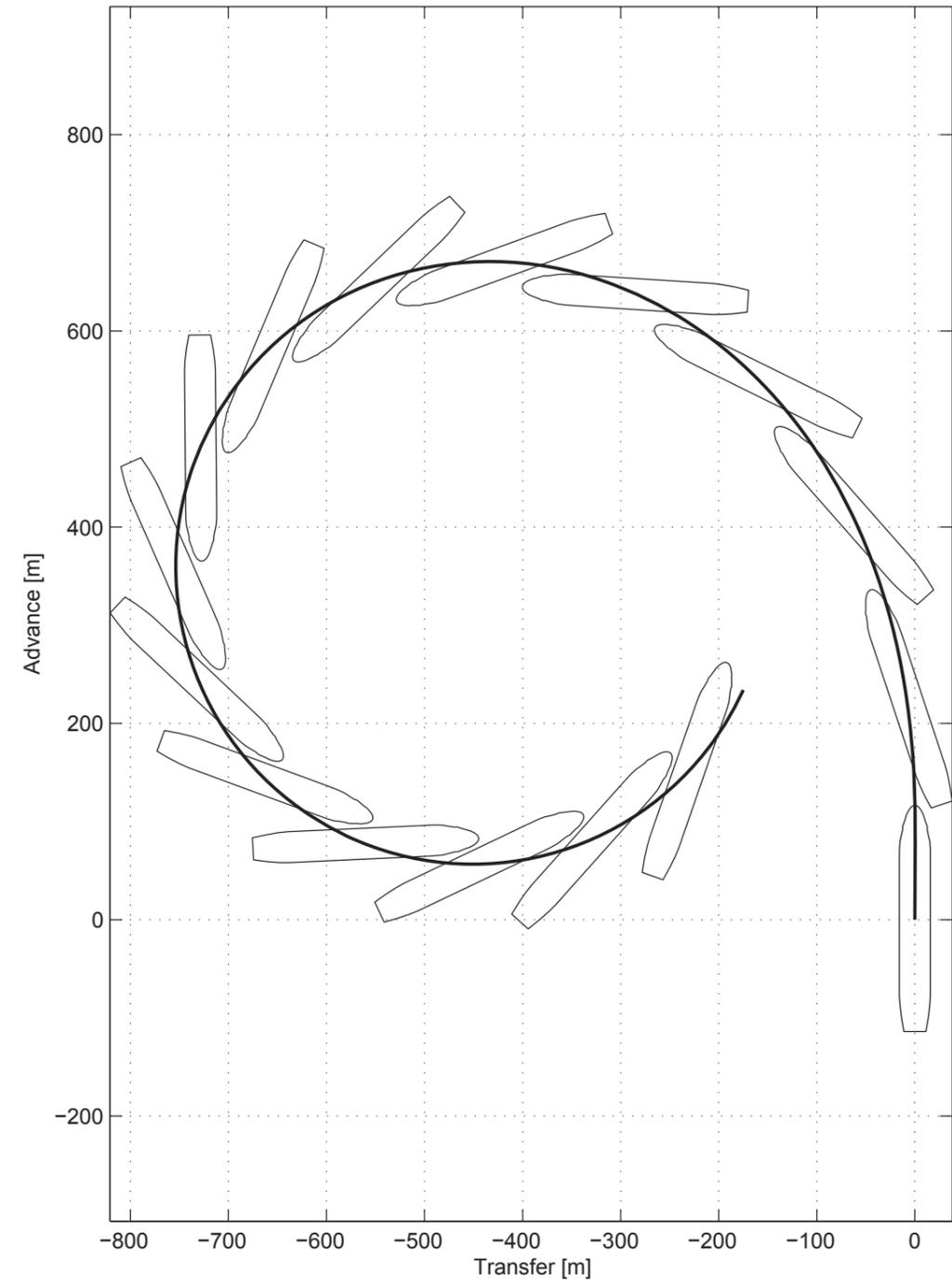
Approach speed : 15.1 knots
 Rudder deflection : -35 deg
 Water depth : $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : 667 m
 Transfer : 325 m
 Tactical diameter : 771 m
 Steady diameter : 611 m



2. Turning Circle Port



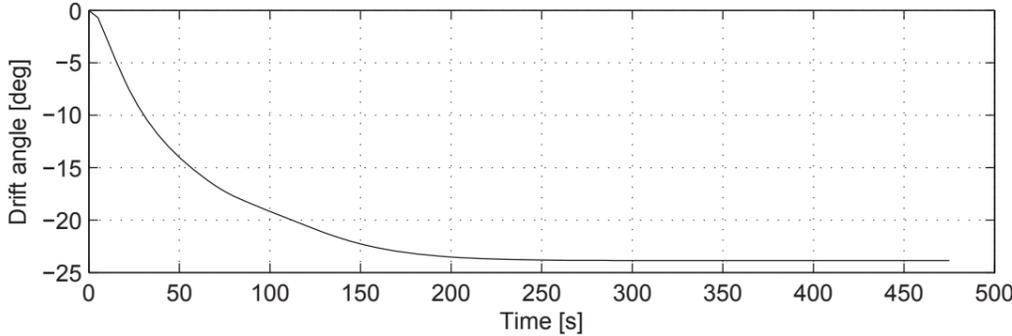
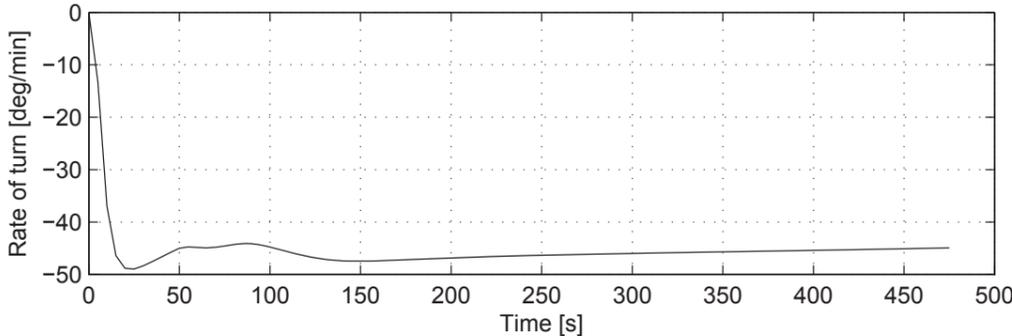
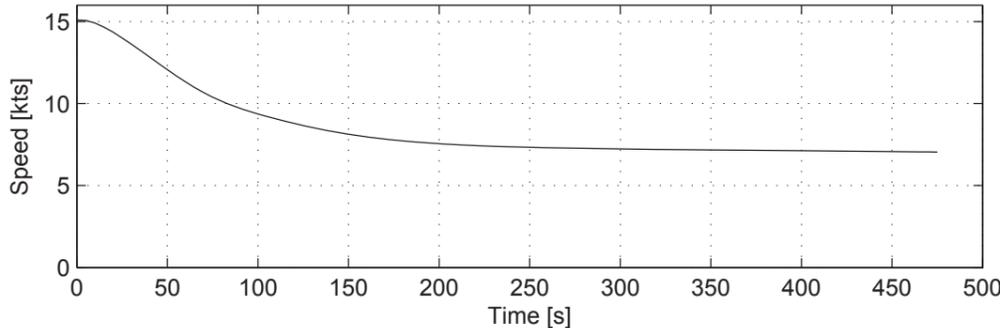
2. Turning Circle Port

Initial Conditions and Controls

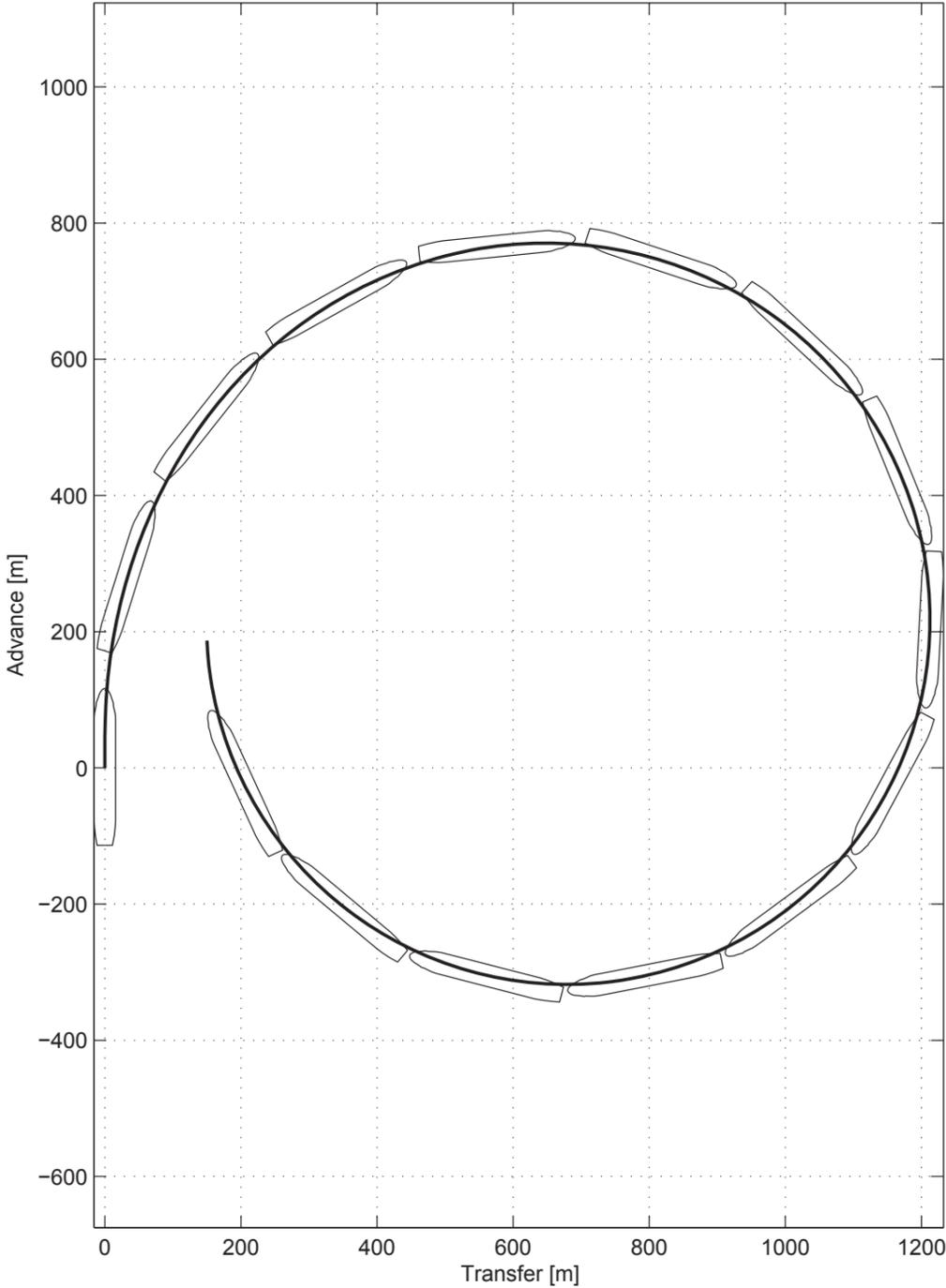
Approach speed : 15.1 knots
 Rudder deflection : 35 deg
 Water depth : $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : 637 m
 Transfer : 284 m
 Tactical diameter : 719 m
 Steady diameter : 570 m



3. Turning Circle Starboard, Shallow Water



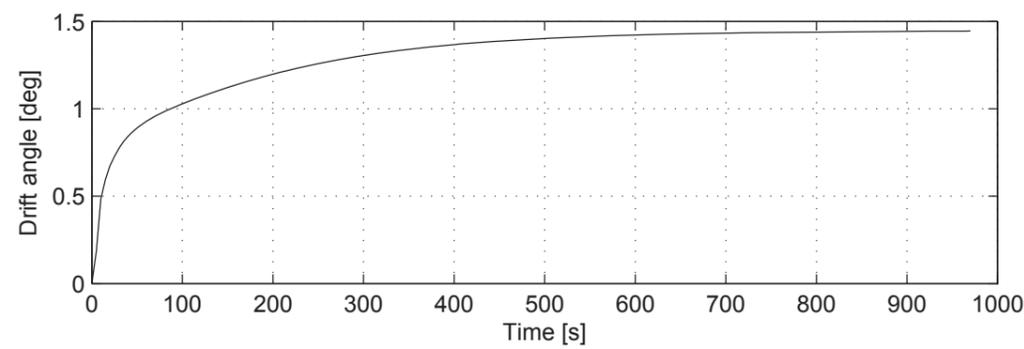
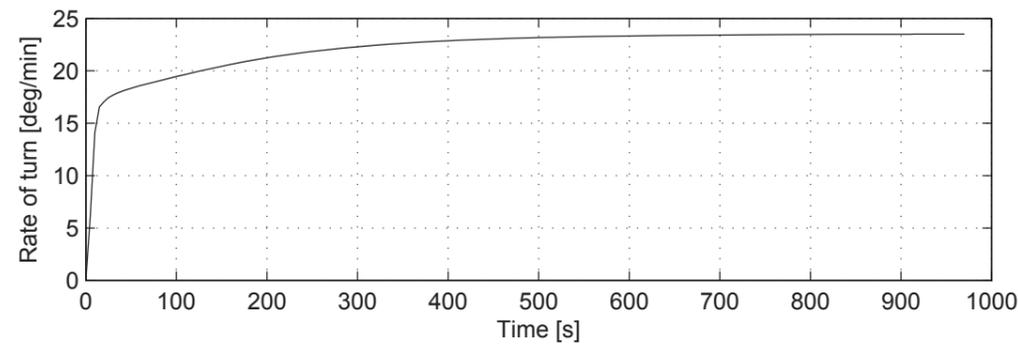
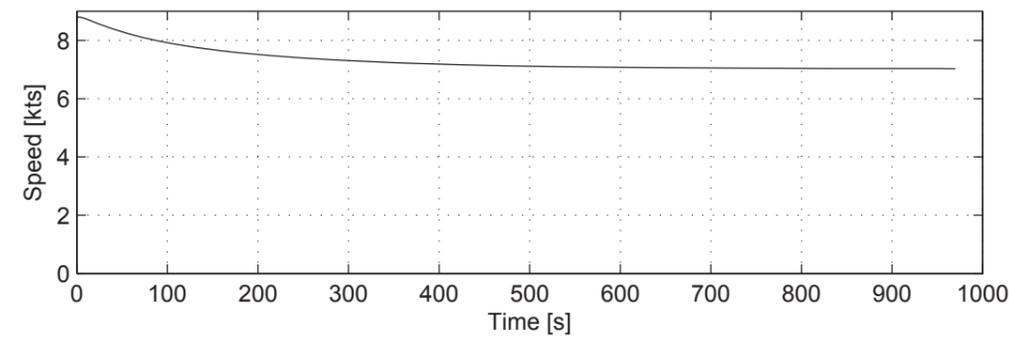
3. Turning Circle Starboard, Shallow Water

Initial Conditions and Controls

Approach speed : 8.8 knots
 Rudder deflection : -35 deg
 Water depth : $h/T = 1.2$

Results and Equilibrium Values

Advance : 771 m
 Transfer : 651 m
 Tactical diameter : 1213 m
 Steady diameter : 1063 m



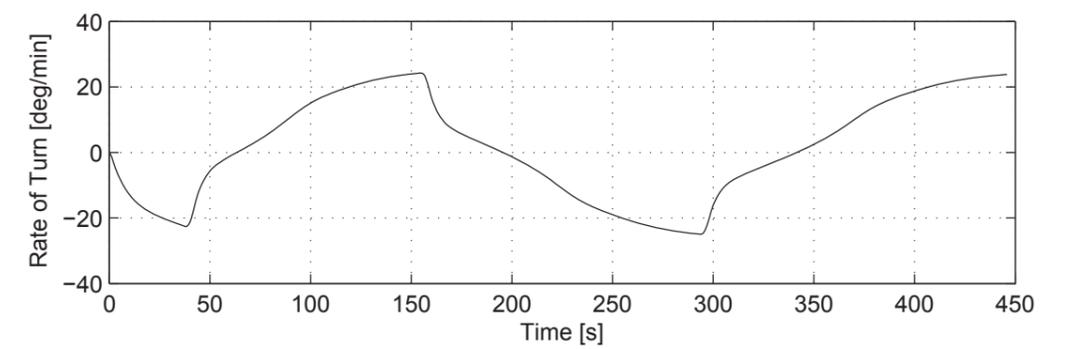
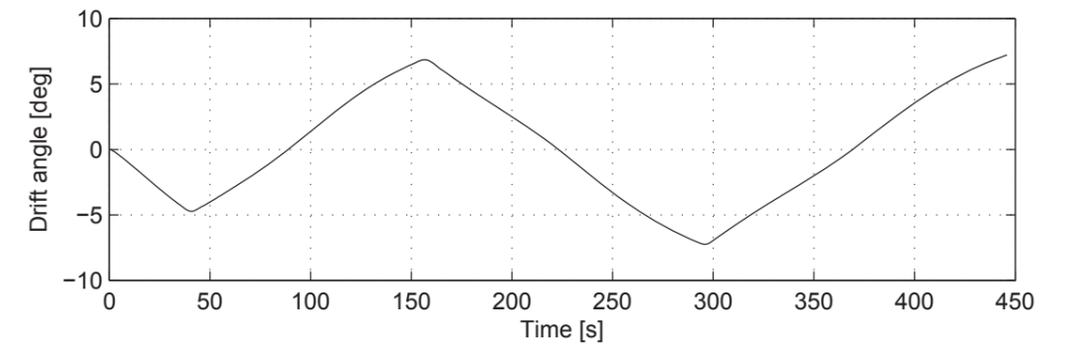
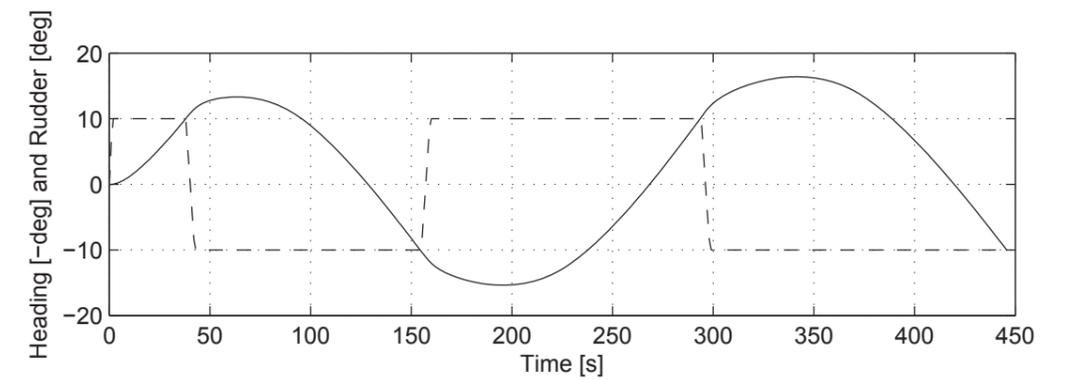
4. Zig-zag 10/10

Initial Conditions and Controls

Approach speed : 15.1 knots
 Rudder/heaving deflection : 10/10 deg

Results and Equilibrium Values

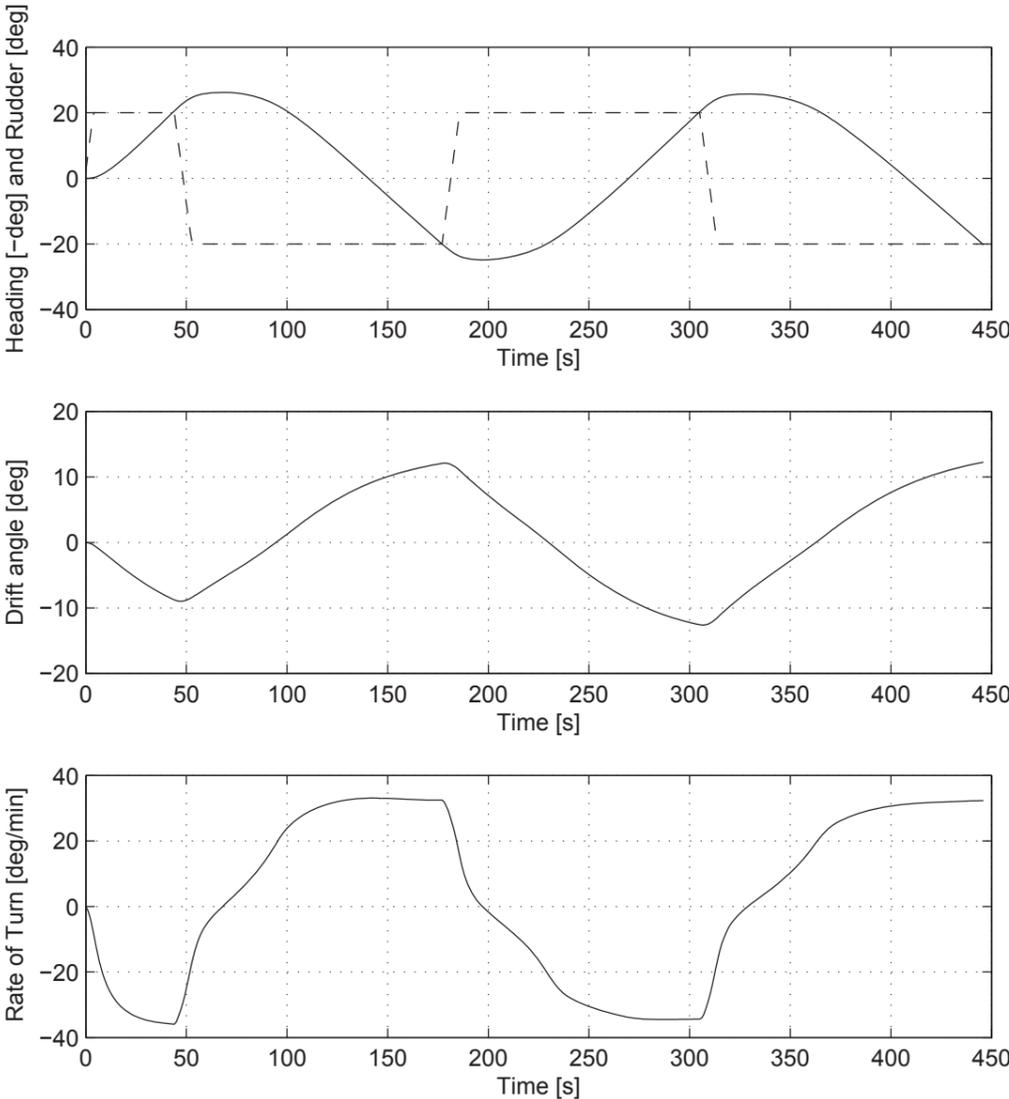
1st Overshoot Angle : 3.3 deg
 2nd Overshoot Angle : 5.4 deg
 Initial turning ability : 285 m



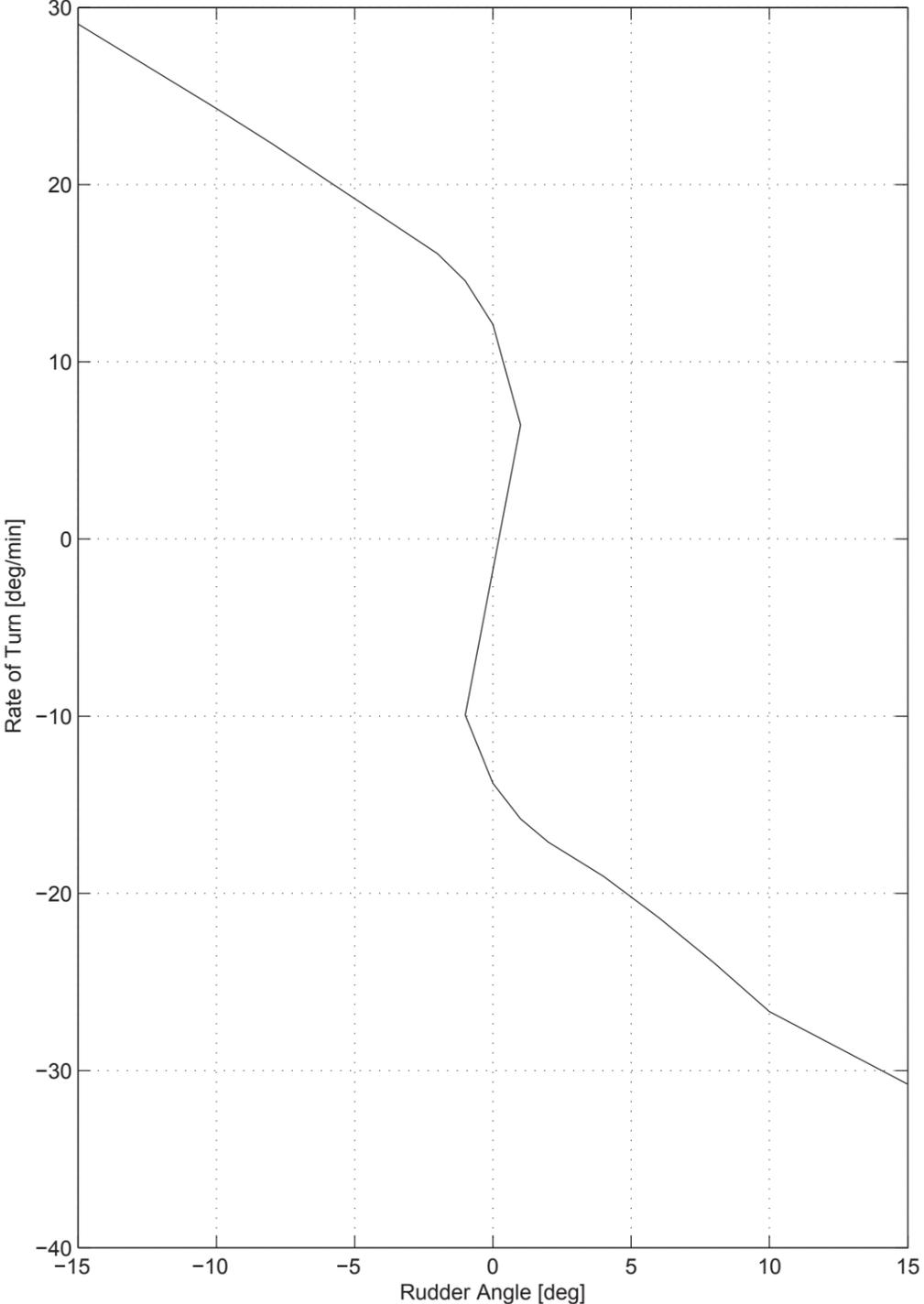
5. Zig-zag 20/20

Initial Conditions and Controls
 Approach speed : 15.1 knots
 Rudder/heaving deflection : 20/20 deg

Results and Equilibrium Values
 1st Overshoot Angle : 6.2 deg
 2nd Overshoot Angle : 4.8 deg
 Initial turning ability : 324 m



6. Combined Dieudonne- and Reversed Spiral



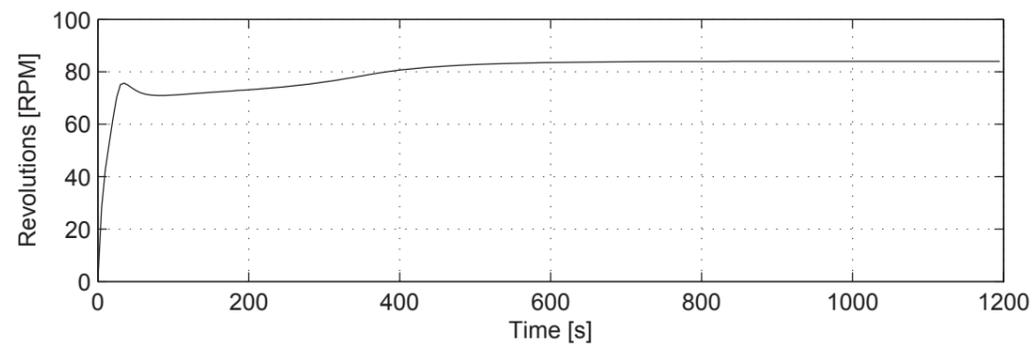
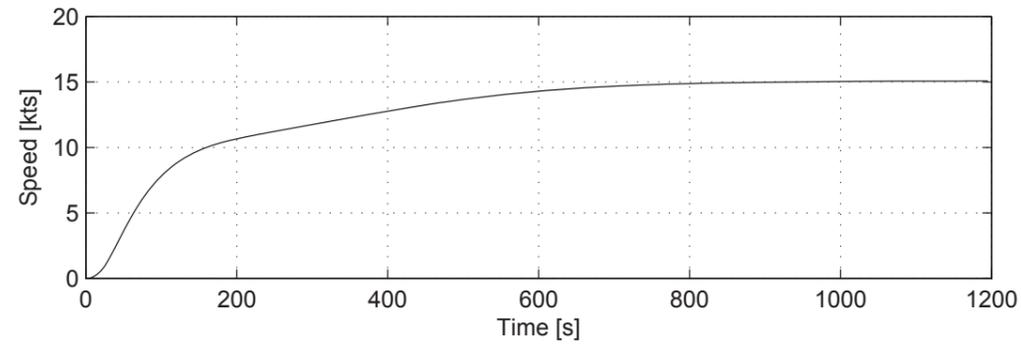
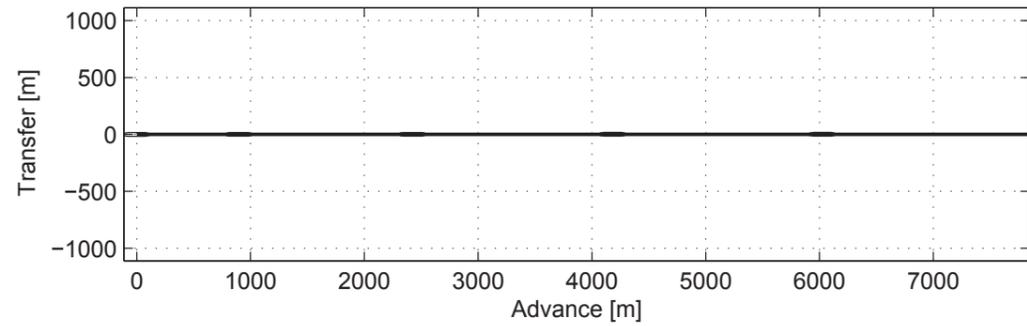
7. Acceleration

Initial Conditions and Controls

Initial speed : 0.0 knots
 Water depth : $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : 7846 m
 Speed : 15.1 knots
 Revolutions : 84.0 RPM
 Time : 1195 s



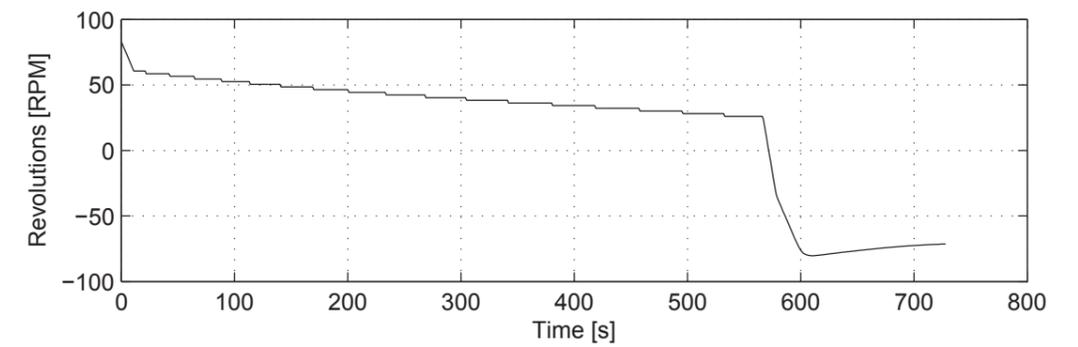
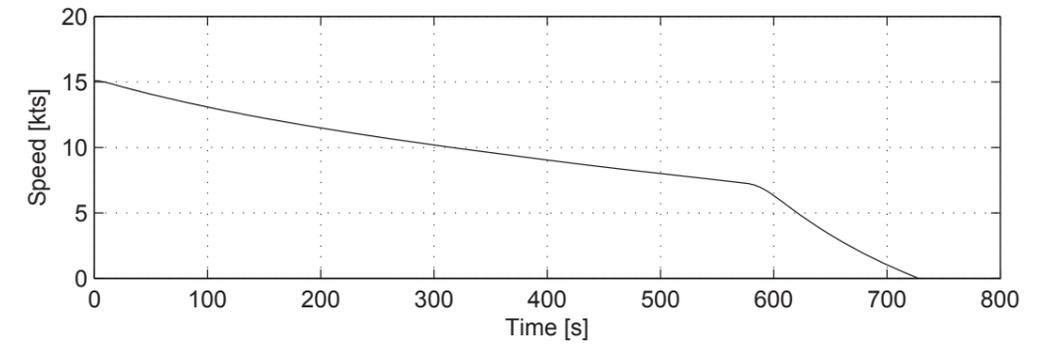
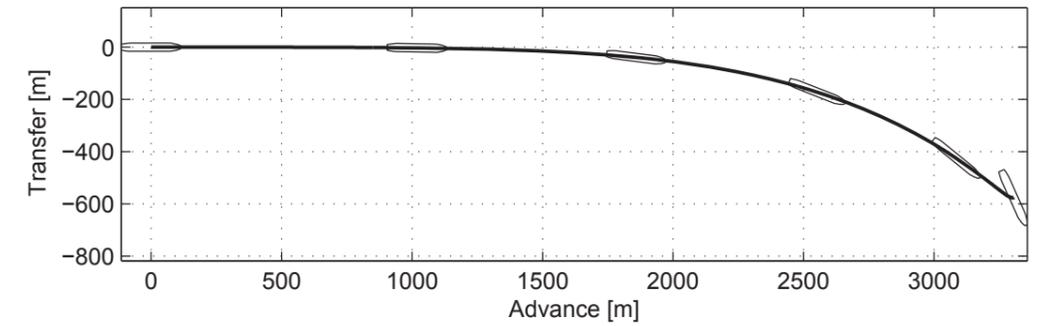
8. Crash Stop

Initial Conditions and Controls

Initial speed : 15.1 knots
 Water depth : $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : 3306 m
 Speed : 0.0 knots
 Revolutions : -71.4 RPM
 Time : 728 s



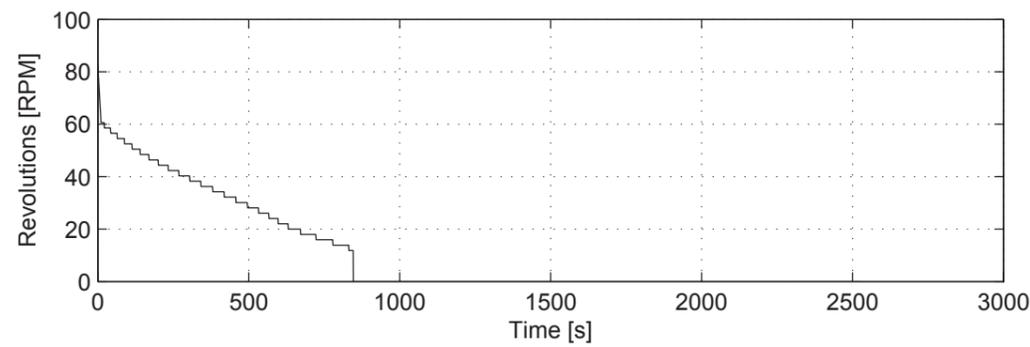
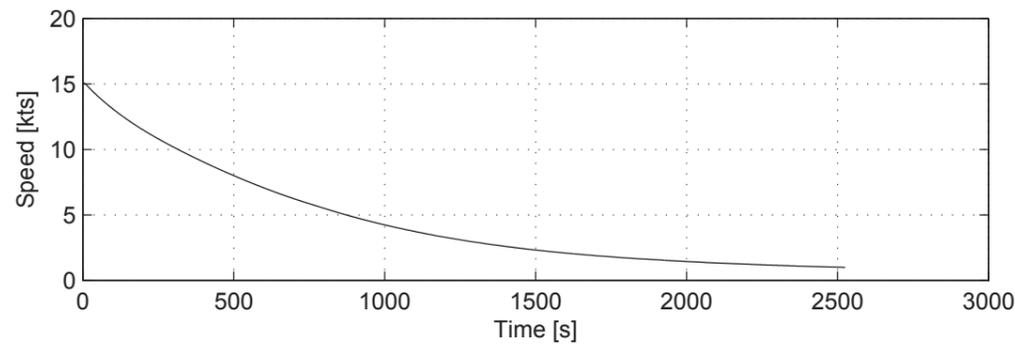
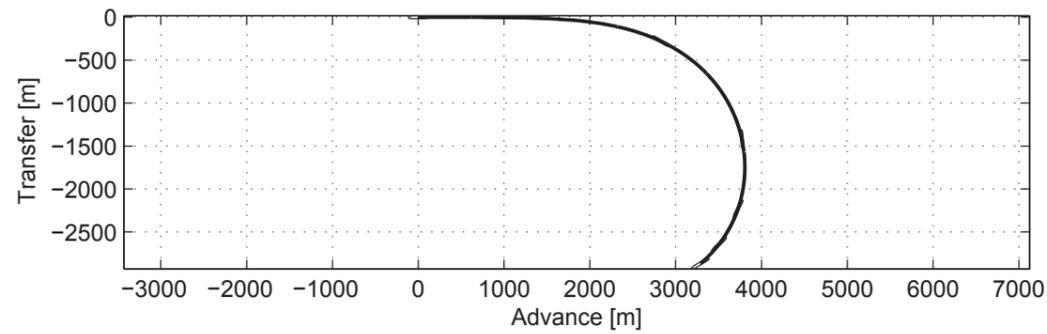
9. Coasting Stop

Initial Conditions and Controls

Initial speed : 15.1 knots
 Water depth : $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : 3288 m
 Speed : 1.0 knots
 Revolutions : 0.0 RPM
 Time : 2525 s



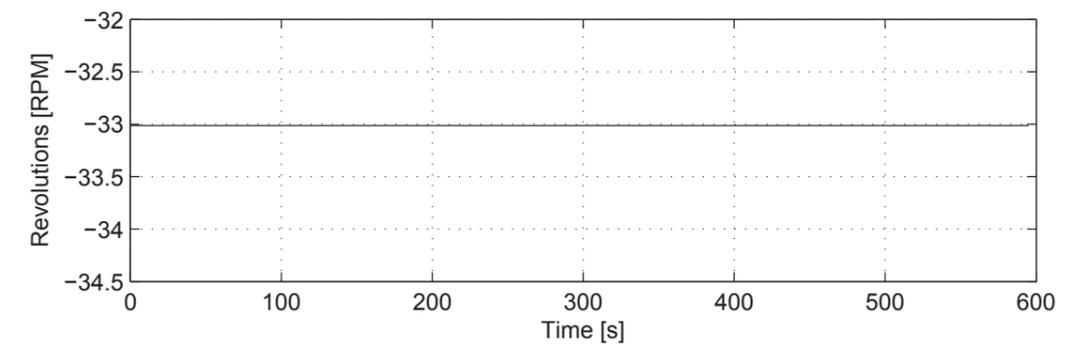
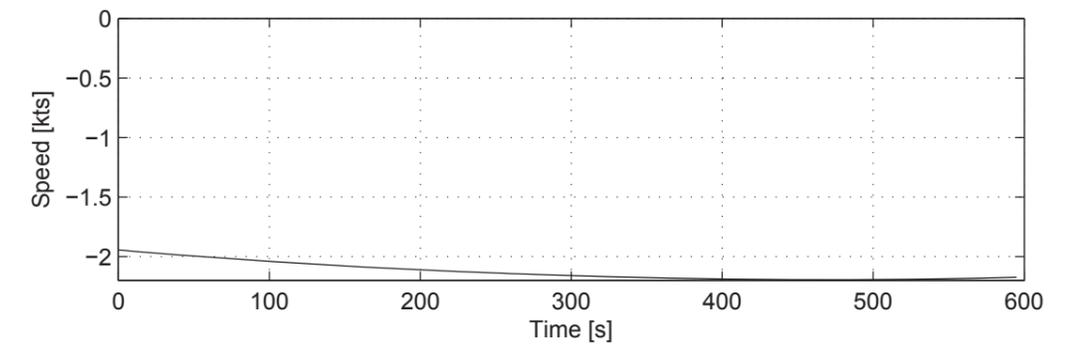
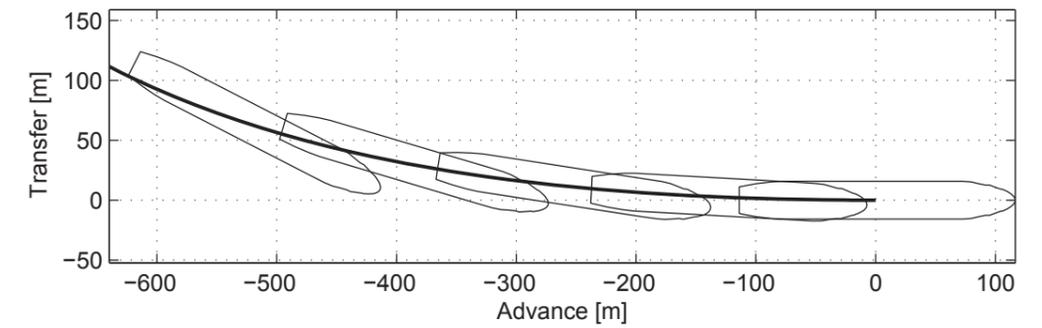
10. Going Astern

Initial Conditions and Controls

Initial speed : -1.9 knots
 Water depth : $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : -640 m
 Speed : -2.2 knots
 Revolutions : -33.0 RPM
 Time : 595 s



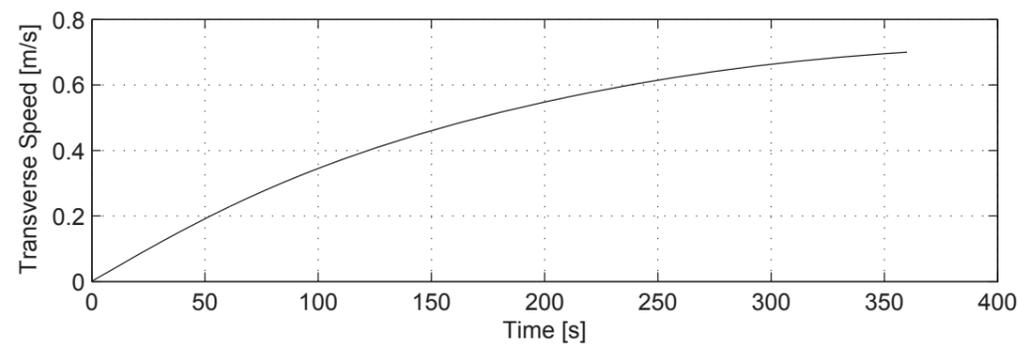
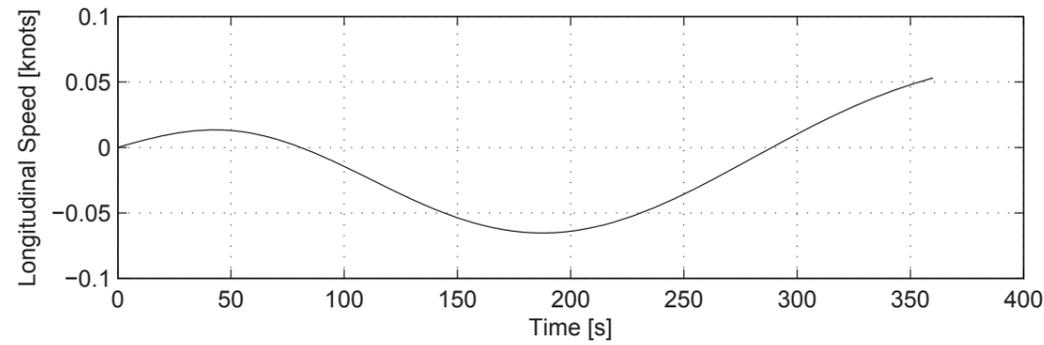
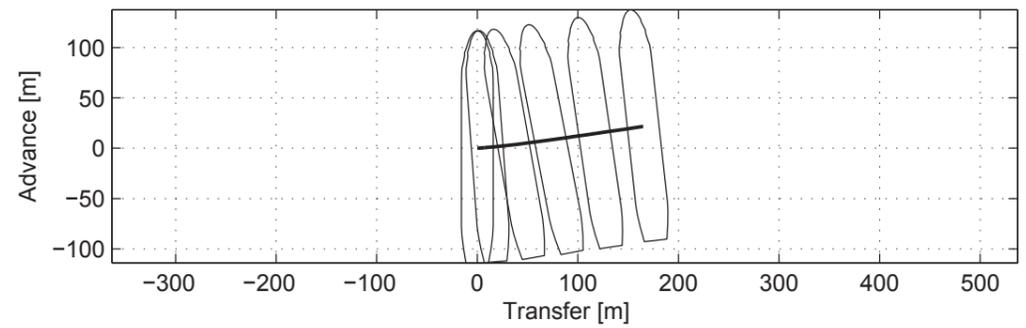
11. Drifting in Wind

Initial Conditions and Controls

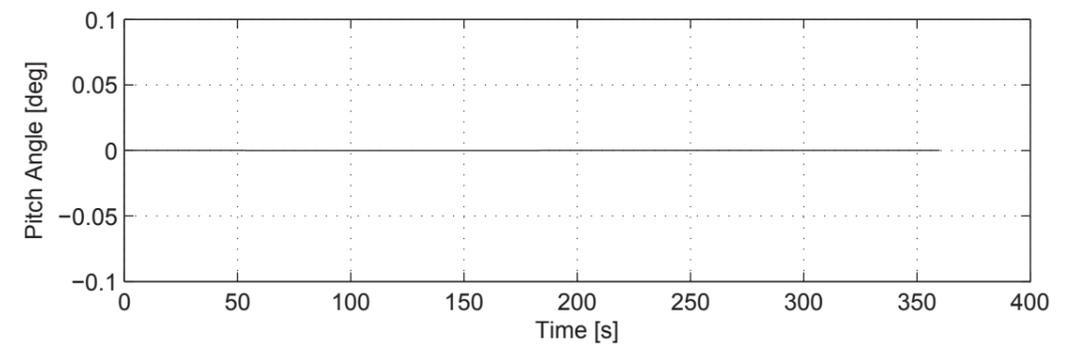
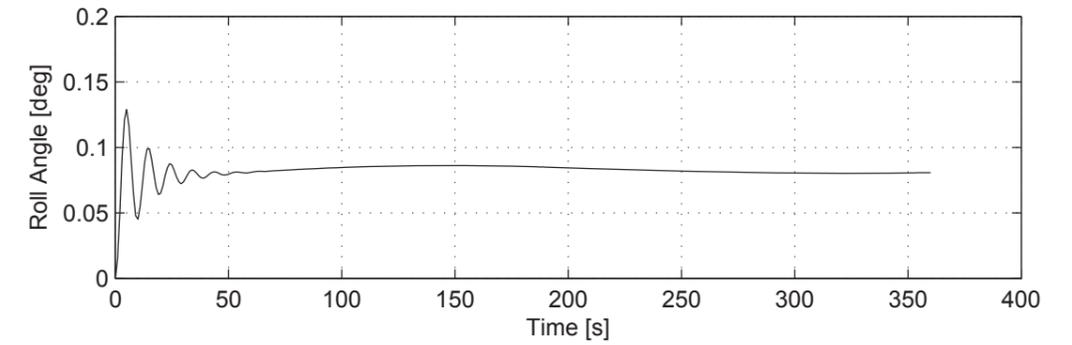
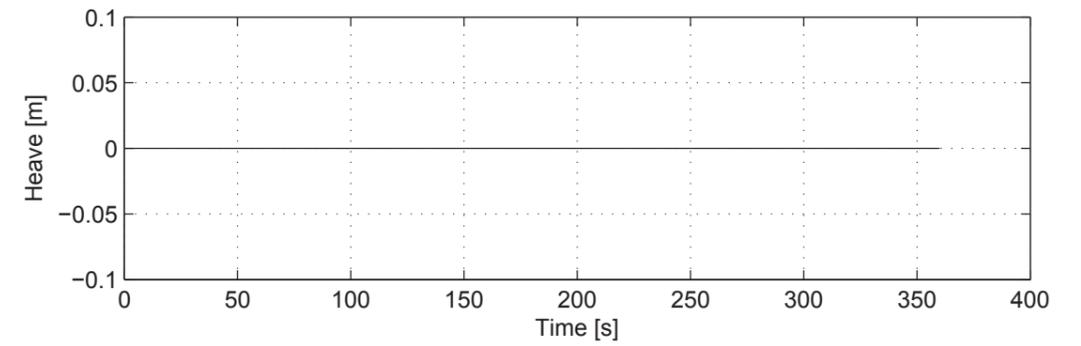
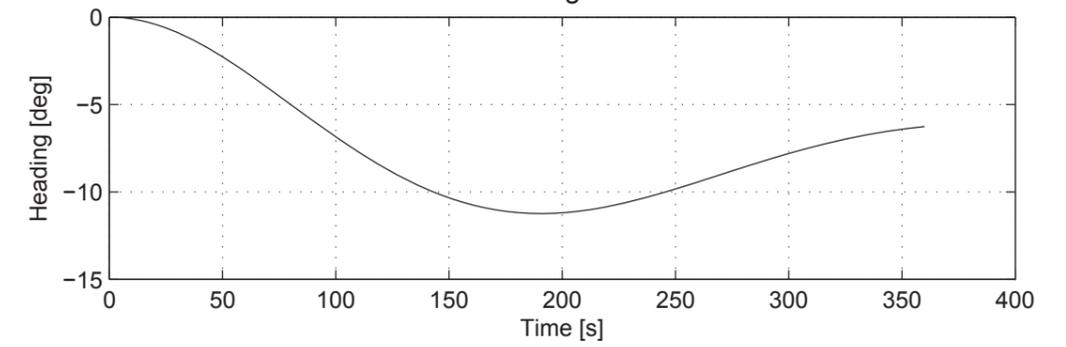
Water depth : $h/T = \infty$
 Wind speed : 15 m/s
 Wind direction : 270 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : 0.1 knots
 Transverse Speed : 0.7 m/s
 Roll Angle : 0.1 deg



11. Drifting in Wind



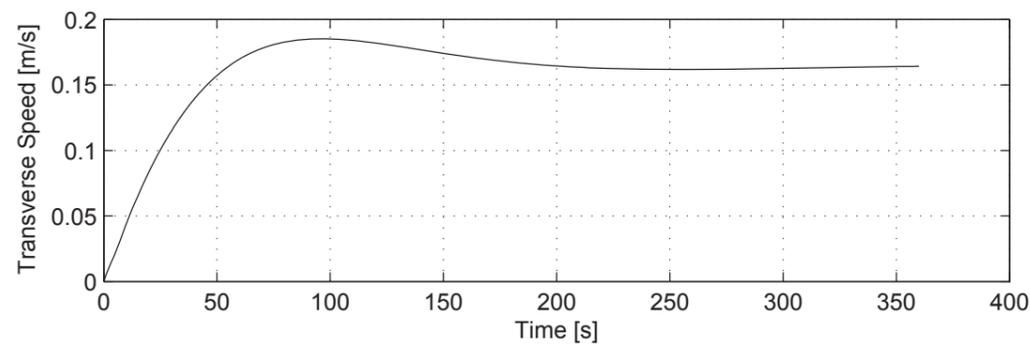
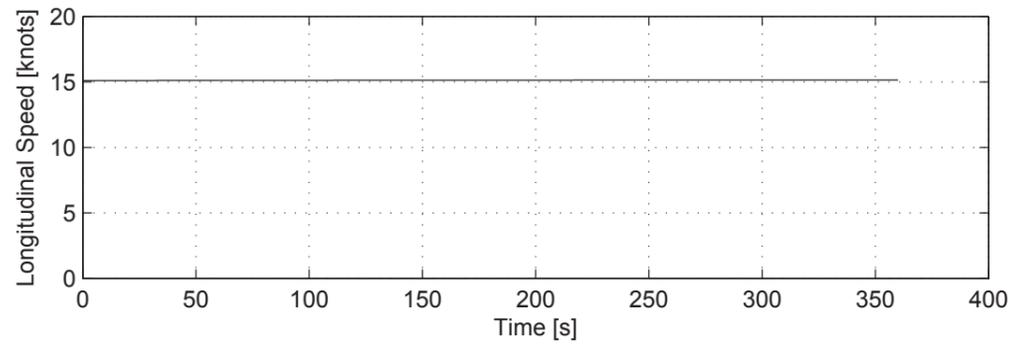
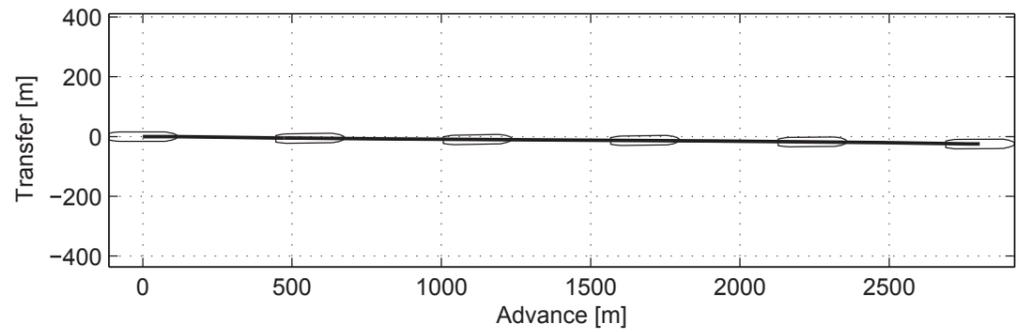
12. Sailing with Autopilot in Wind

Initial Conditions and Controls

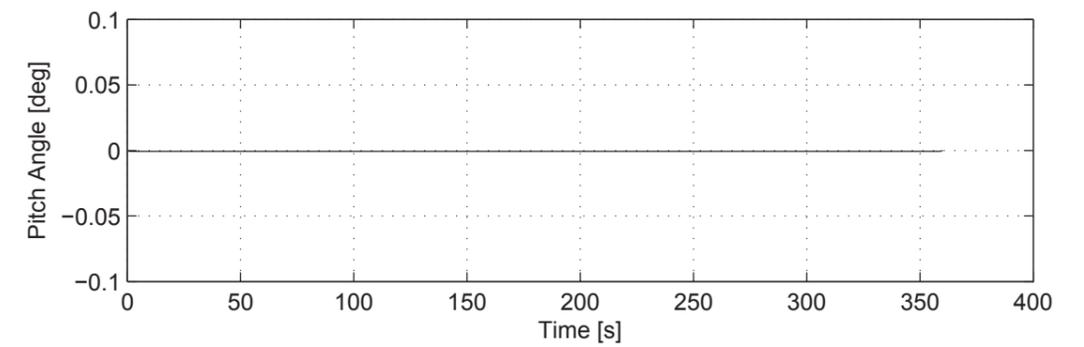
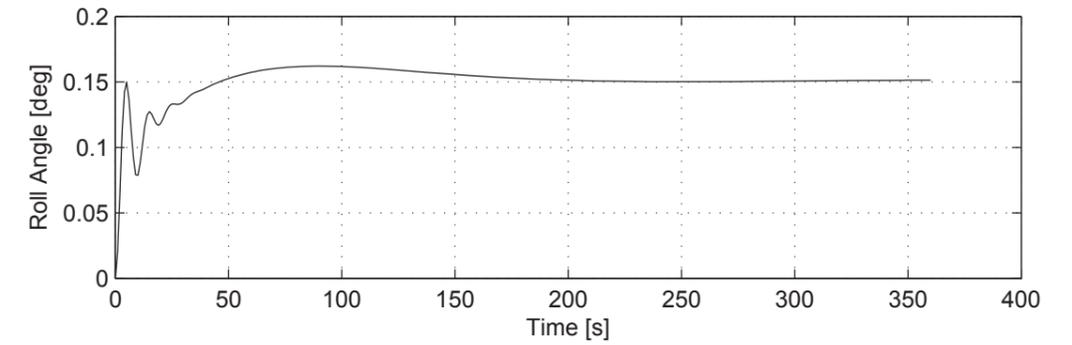
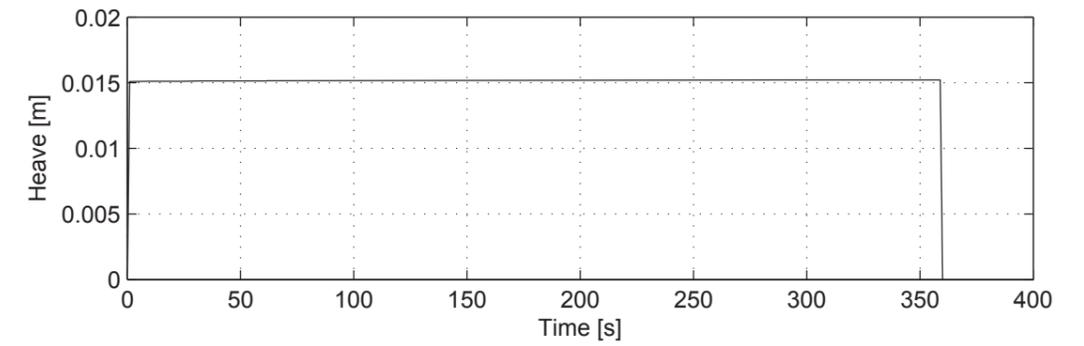
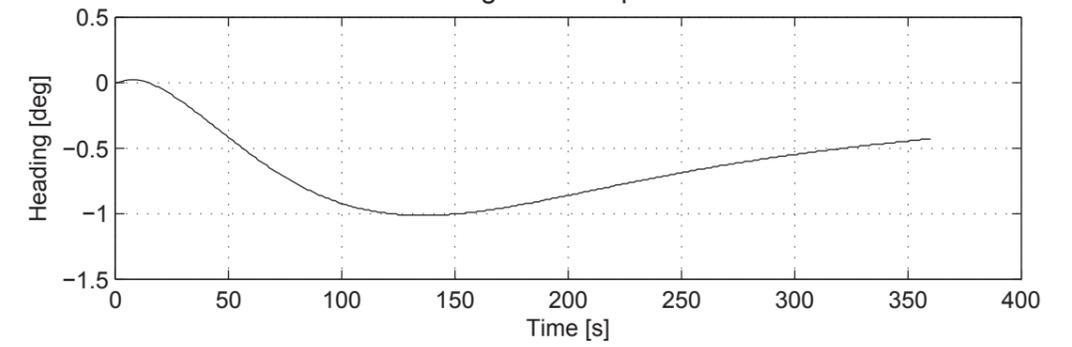
Water depth : $h/T = \infty$
 Wind speed : 15 m/s
 Wind direction : 270 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : 15.2 knots
 Transverse Speed : 0.2 m/s
 Roll Angle : 0.2 deg



12. Sailing with Autopilot in Wind



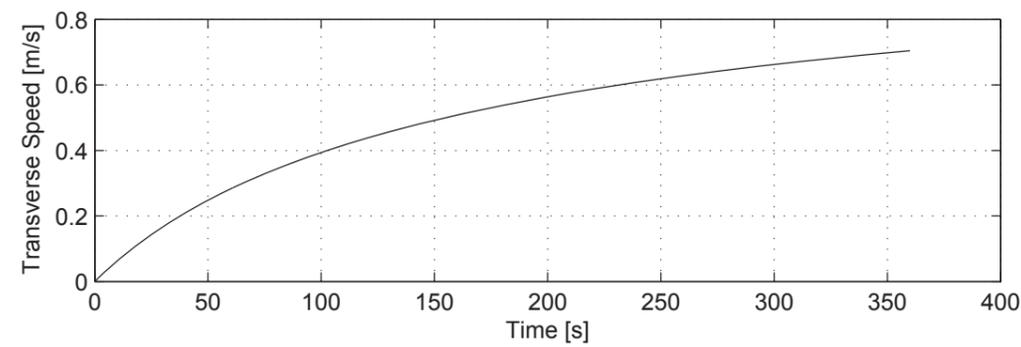
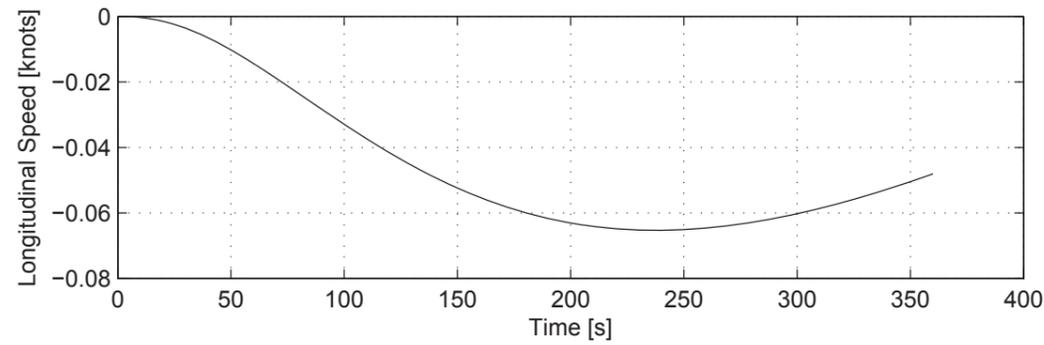
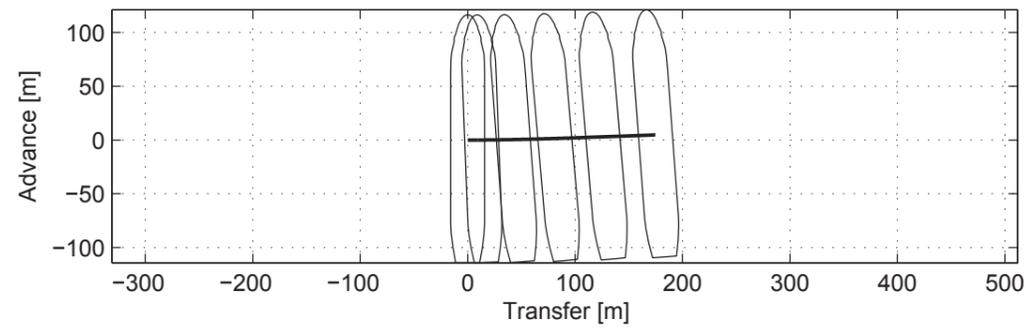
13. Drifting in Current

Initial Conditions and Controls

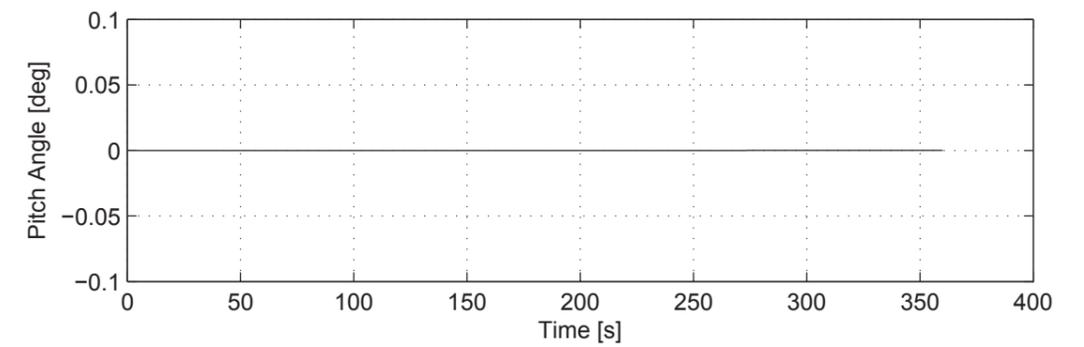
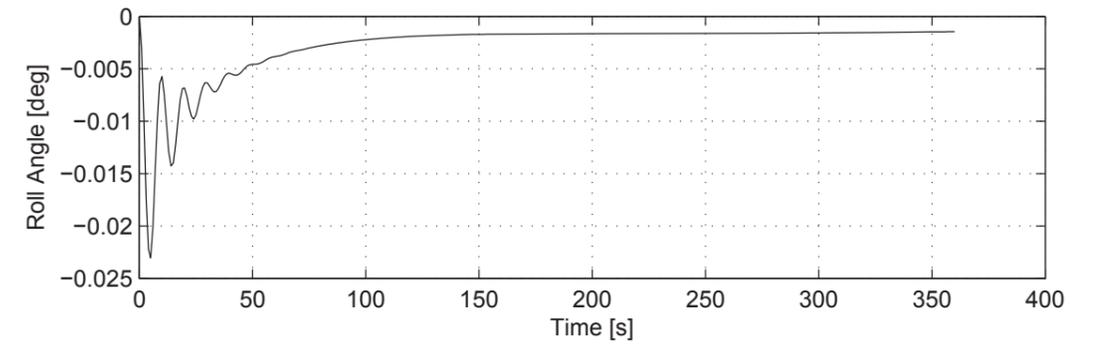
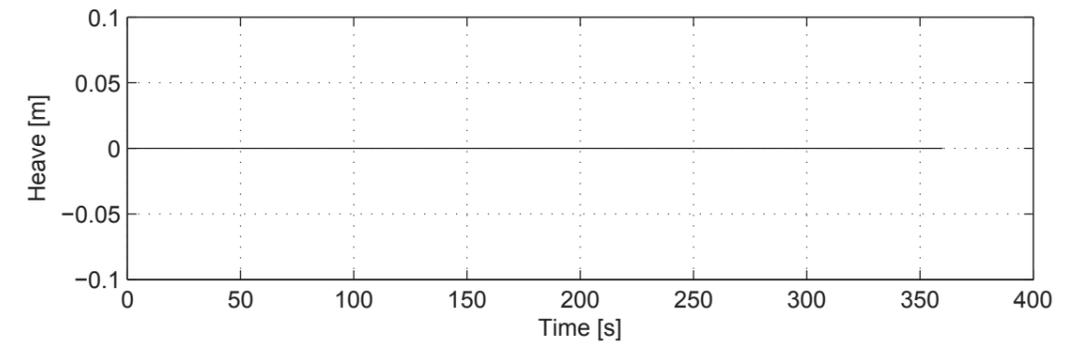
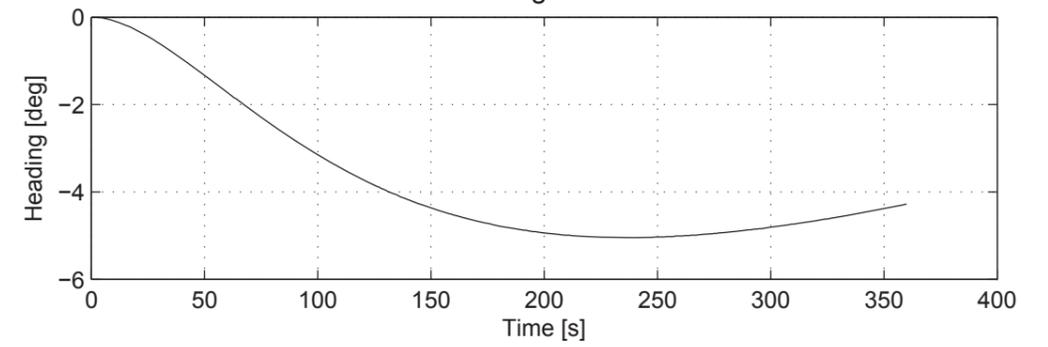
Water depth : $h/T = \infty$
 Current speed : 2 knots
 Current direction : 90 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : -0.0 knots
 Transverse Speed : 0.7 m/s
 Roll Angle : -0.0 deg



13. Drifting in Current



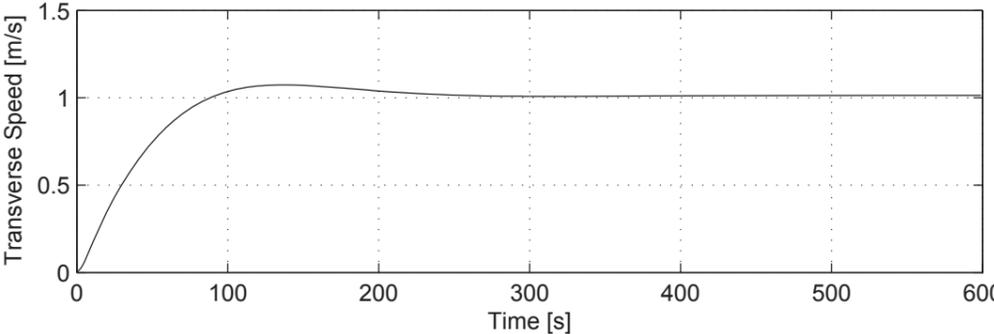
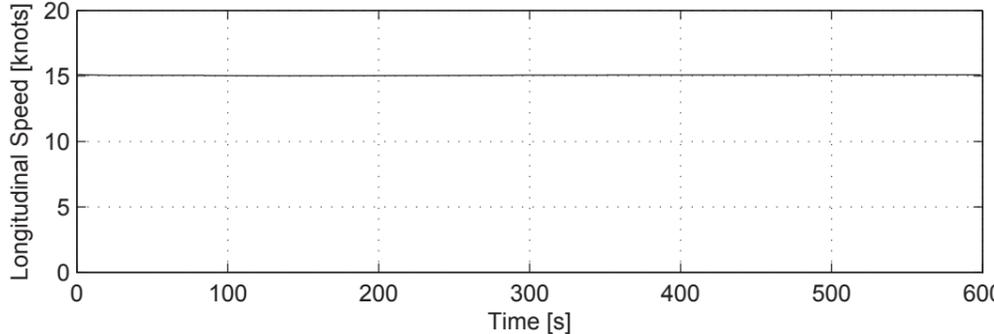
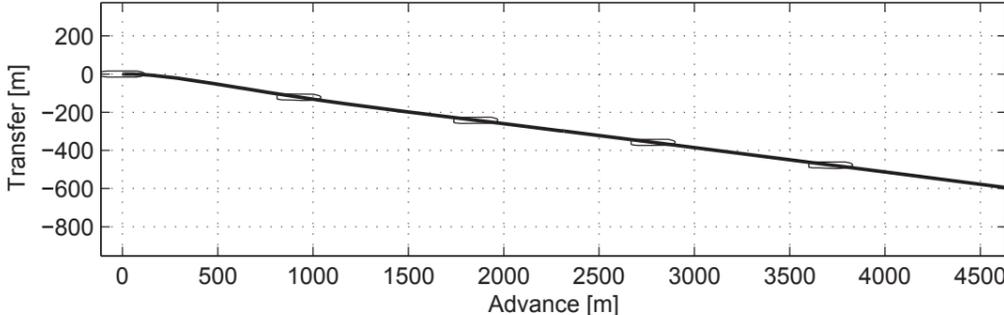
14. Sailing with Autopilot in Current

Initial Conditions and Controls

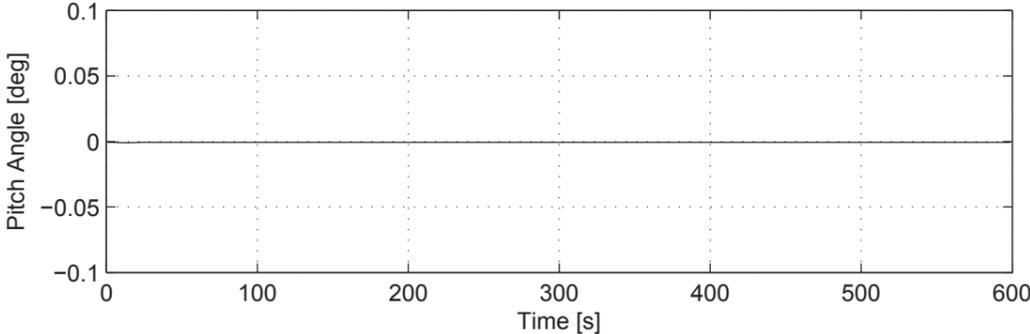
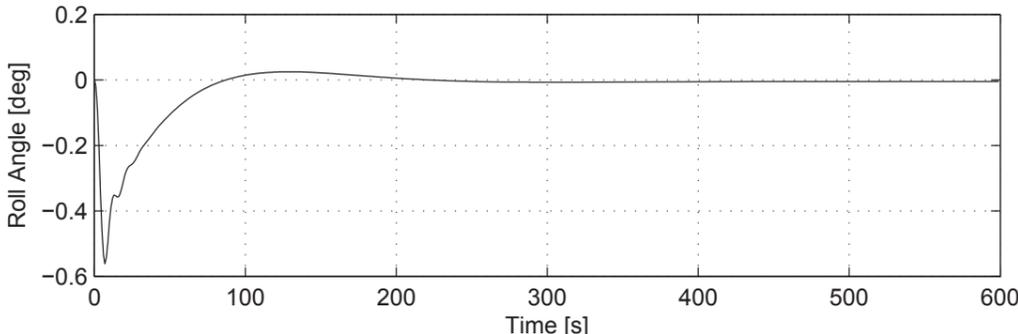
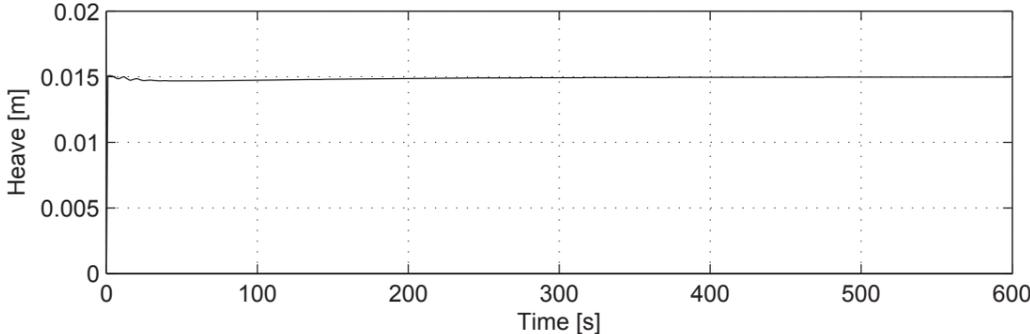
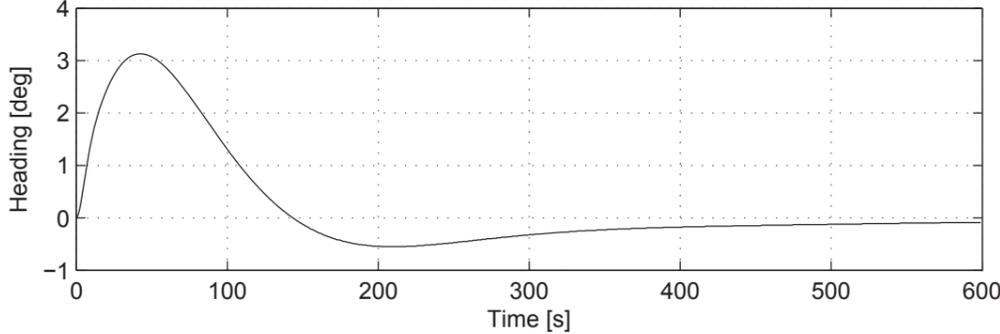
Water depth : h/T = ∞
Current speed : 2 knots
Current direction : 90 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : 15.1 knots
Transverse Speed : 1.0 m/s
Roll Angle : -0.0 deg



14. Sailing with Autopilot in Current



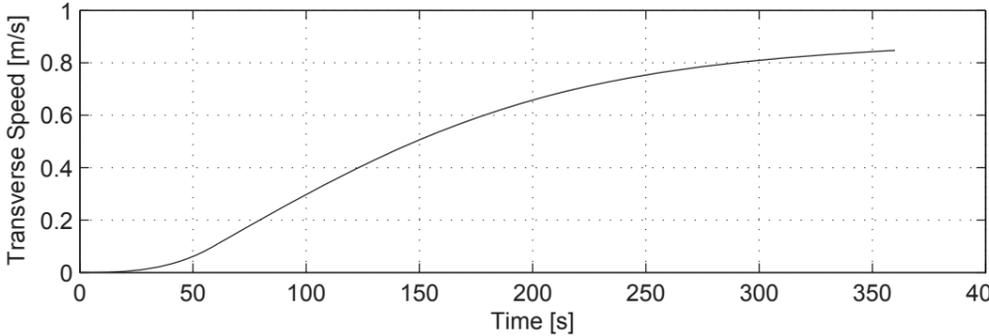
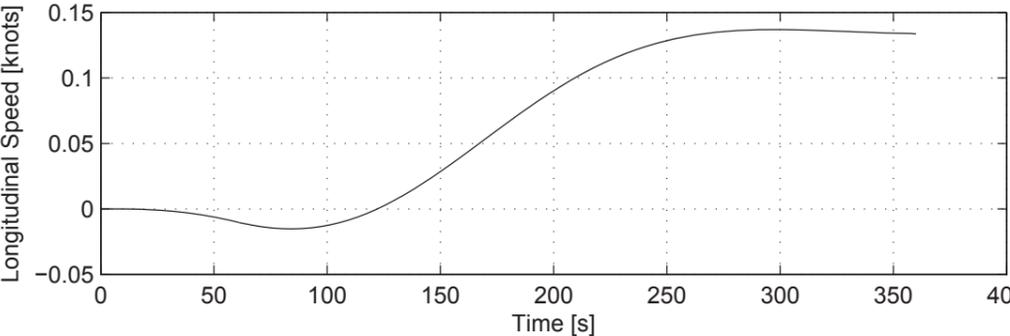
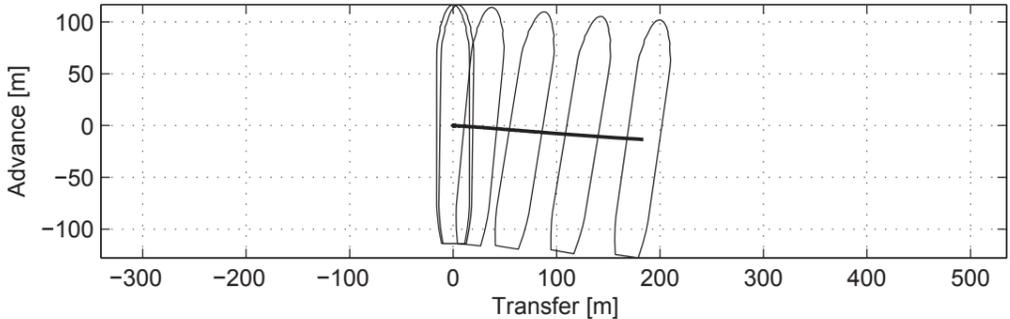
15. Drifting in Waves

Initial Conditions and Controls

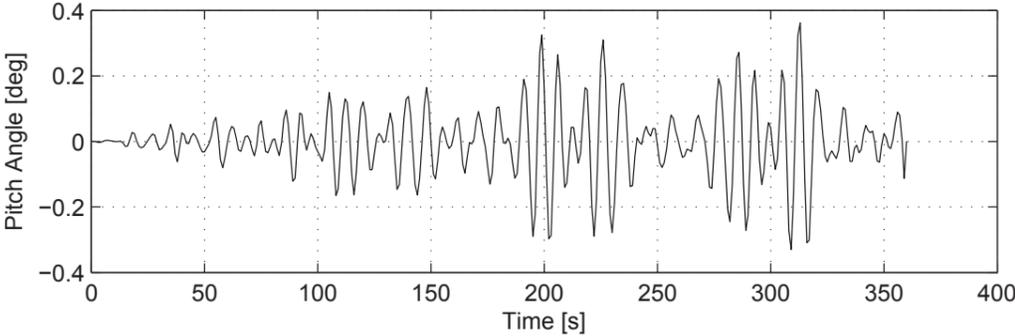
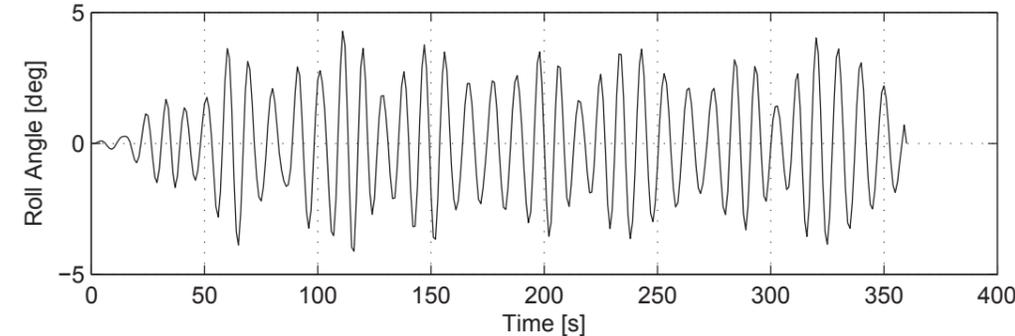
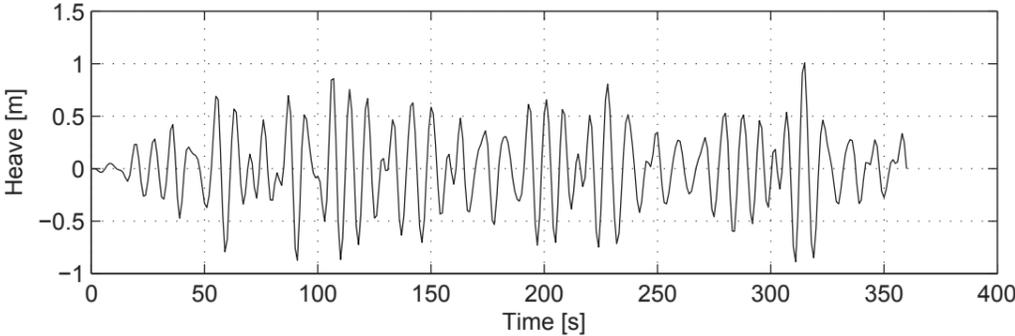
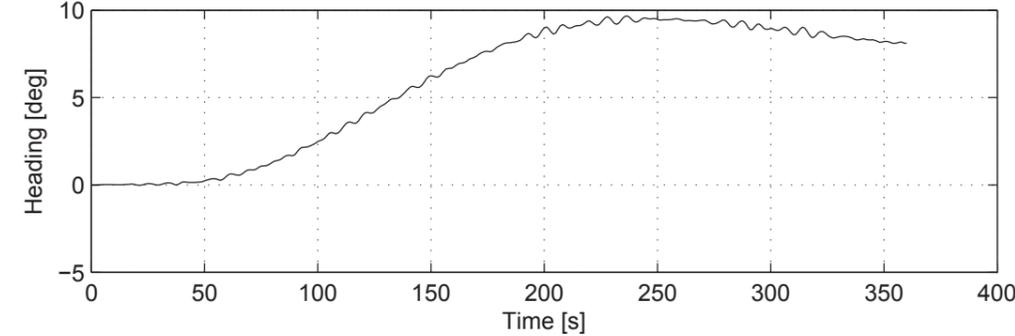
Water depth : $h/T = \infty$
 Wave height (Hs) : 3 m
 Wave period (Tp) : 9.1 s
 Wave direction : 90 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : 0.1 knots
 Transverse Speed : 0.8 m/s
 Maximum Roll Angle : 4.3 deg



15. Drifting in Waves



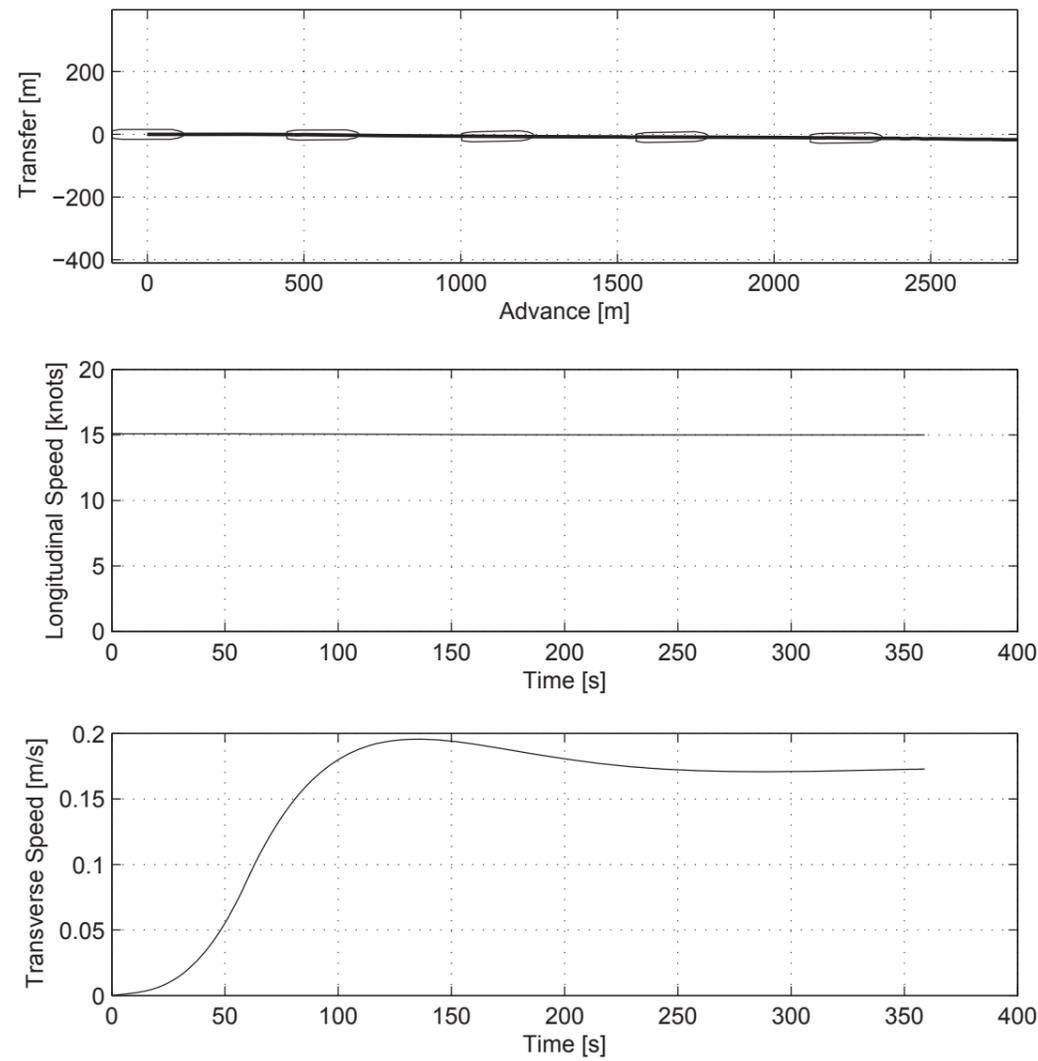
16. Sailing with Autopilot in Waves

Initial Conditions and Controls

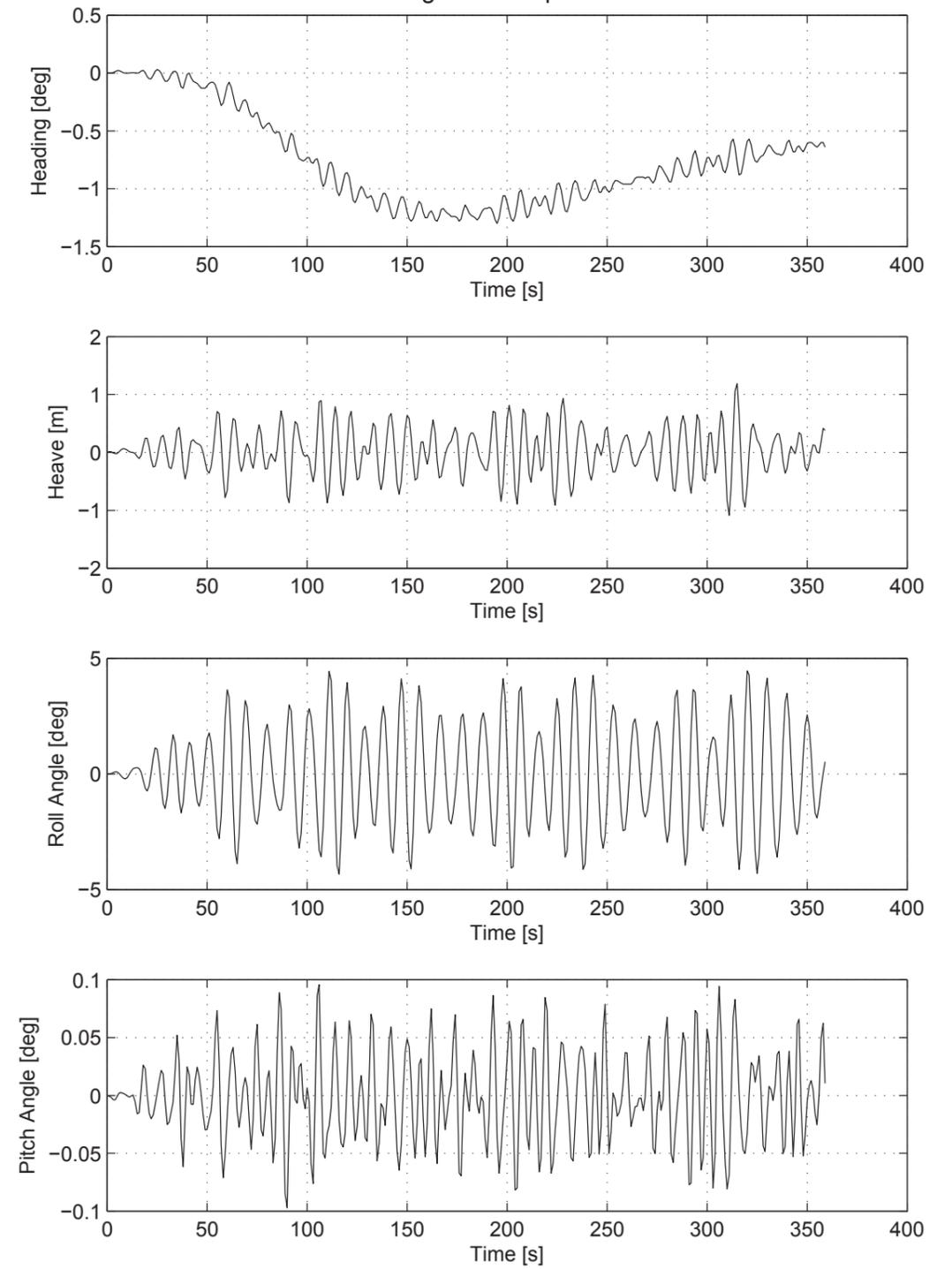
Water depth : $h/T = \infty$
 Wave height (H_s) : 3 m
 Wave period (T_p) : 9.1 s
 Wave direction : 90 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : 15.0 knots
 Transverse Speed : 0.2 m/s
 Maximum Roll Angle : 4.5 deg



16. Sailing with Autopilot in Waves





Mathematical Ship Model No. 3235

Enterprise

FORCE 109-32316 / 2012-01-20

<i>Title of report and Project No.:</i>					
Ship Description					
Ship 3235					
Bulk Carrier					
Loaded Condition					
Enterprise					
<i>Client:</i>			<i>Ref.:</i> 109-32316		
<i>Author(s):</i> Janne Flensburg Otzen			<i>Date:</i> 2012-01-20		
<i>Approved by:</i>					
<i>Revision</i>	<i>Description</i>	<i>By:</i>	<i>Checked:</i>	<i>Approved:</i>	<i>Date:</i>
3	Updated ship motion in waves	GEV	JFO		2012-01-23
2	Updated version	JFO	KA		2010-12-09
1	Original version	OT			2006-02-27
<i>Keywords:</i> Manoeuvring characteristics Ship characteristics Equilibrium speeds					<i>Classification:</i> Open Internal <input checked="" type="checkbox"/> 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 218.7 m long and 32.24 m wide bulk carrier in loaded condition i.e. with a draught of 13.1m (even keel). It is equipped with a spade rudder and a fixed pitch propeller driven by a diesel engine of 8.12 MW. The service speed at the design draught is 14.4 knots. The vessel has no bow or stern thrusters.

2 Basis for Mathematical Ship Model

The manoeuvring capabilities of the mathematical model of the ship are based on the model of an existing similar ship. 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 unstable, 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 fair with overshoot angles just fulfilling the IMO standards. The stopping ability is fair, just below the IMO limit of 15 ship lengths. The ship is seaworthy with a maximum roll amplitude of 1.1 deg in 3 m waves (significant wave height). The ship is seen to be quite stable when sailing in cross winds with a minor steady heel angle of about 0.5 deg in cross winds of 15 m/s.

The main manoeuvring characteristics of the ship model are listed in Table 3-1.

Parameter	Bulk Carrier	IMO limit
Turning circle, Advance	$3.27 \cdot L_{pp}$	$4.5 \cdot L_{pp}$
Turning circle, Tactical diameter	$2.86 \cdot L_{pp}$	$5.0 \cdot L_{pp}$
10/10 zig-zag, 1 st overshoot angle	9.9 deg	20.0 deg
10/10 zig-zag, 2 nd overshoot angle	24.5 deg	40.0 deg
20/20 zig-zag, 1 st overshoot angle	16.5 deg	25.0 deg
Crash stop, Track reach	$12.6 \cdot L_{pp}$	$15 \cdot L_{pp}$

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 Condition Ship No.		Bulk Carrier Loaded 3235
Length between Perpendiculars	m	218.7
Length overall	m	228.60
Breadth moulded	m	32.24
Depth moulded	m	21.6
Draught fore/aft	m	13.10 / 13.10
Displacement	m ³	77100
Wetted Surface	m ²	11025
Frontal wind Area	m ²	716
Lateral wind Area	m ²	2481
Block Coefficient based on L_{pp}	-	0.835
Trim by the Stern	%	0.0
Metacentric Height	m	3.86
LCB, % of L_{pp} forw. of $L_{pp}/2$	%	0.08
Radius of Inertia, % of L_{pp}	%	25
Type of Engine		Diesel
Number of Propellers		1
Type of Propellers		FP
Direction of Rotation		Clockwise
Number of Blades		4
Propeller Diameter	m	7.20
Pitch Ratio at 0.7-R		0.804
Area Ratio		0.460
Shaft Power (ahead) total	kW	8120
Number of Rudders		1
Type of Rudders		Spade
Position		In CL
Area of Rudder (movable part)	m ²	49.4
Total rudder Area/($L_{pp} \times T$)	%	1.51
Turning Velocity of Rudder (two Pumps)	deg/s	4.6
Max. rudder Angle	deg	35
Anchor Weight	kg	2 x 10853.5
Chain Weight	kg/m	165.7
Number of bow Thrusters		0
Nominal bow thruster Power	kW	-
Number of stern Thrusters		0
Nominal stern thruster Power	kW	-

Table 4-1: Ship Particulars

5 Equilibrium Speeds

Ship Engine Setting	Propeller		Speed, knots	
	RPM	Pitch	1000 m	15.72 m
1.0	80	0.804	14.4	-
0.8	73	0.804	13.1	10.1
0.5	56	0.804	10.0	8.5
0.25	47	0.804	8.3	6.7
0.125	33	0.804	4.7	2.9
-0.125	-33	0.804	-2.2	-1.5
-0.25	-47	0.804	-4.2	-2.2
-0.5	-56	0.804	-5.7	-3.0
-1.0	-67	0.804	-7.8	-4.1

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.

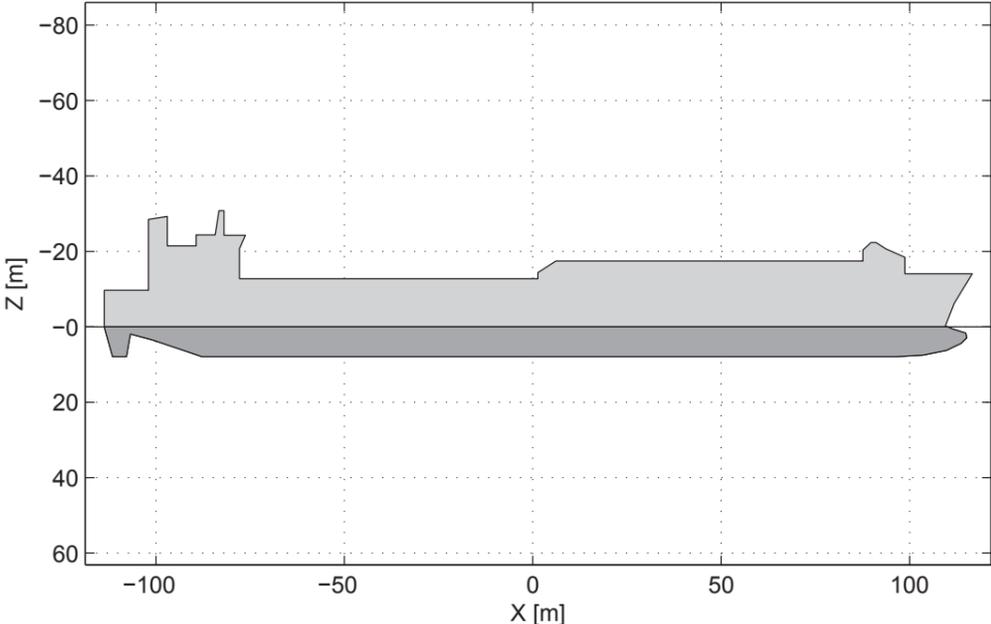
Mathematical Ship Model No. 3235
Enterprise

Plots of Standard and Check Manoeuvres

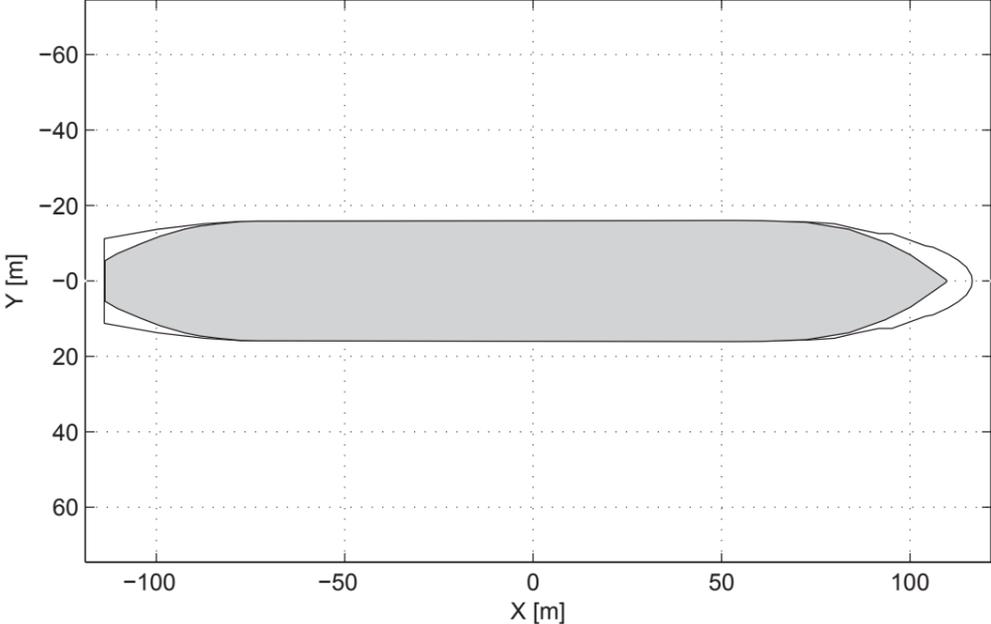
List of Contents

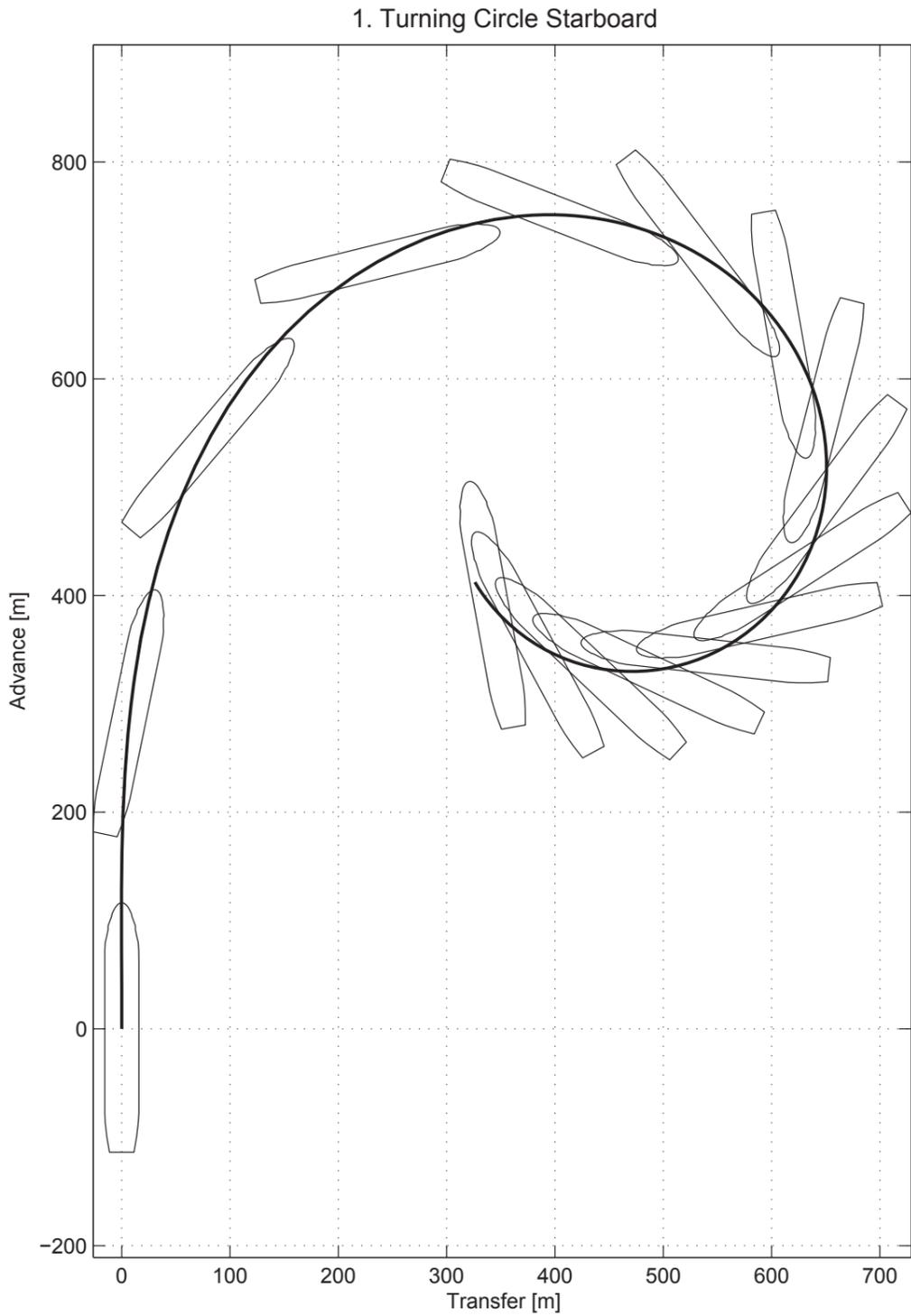
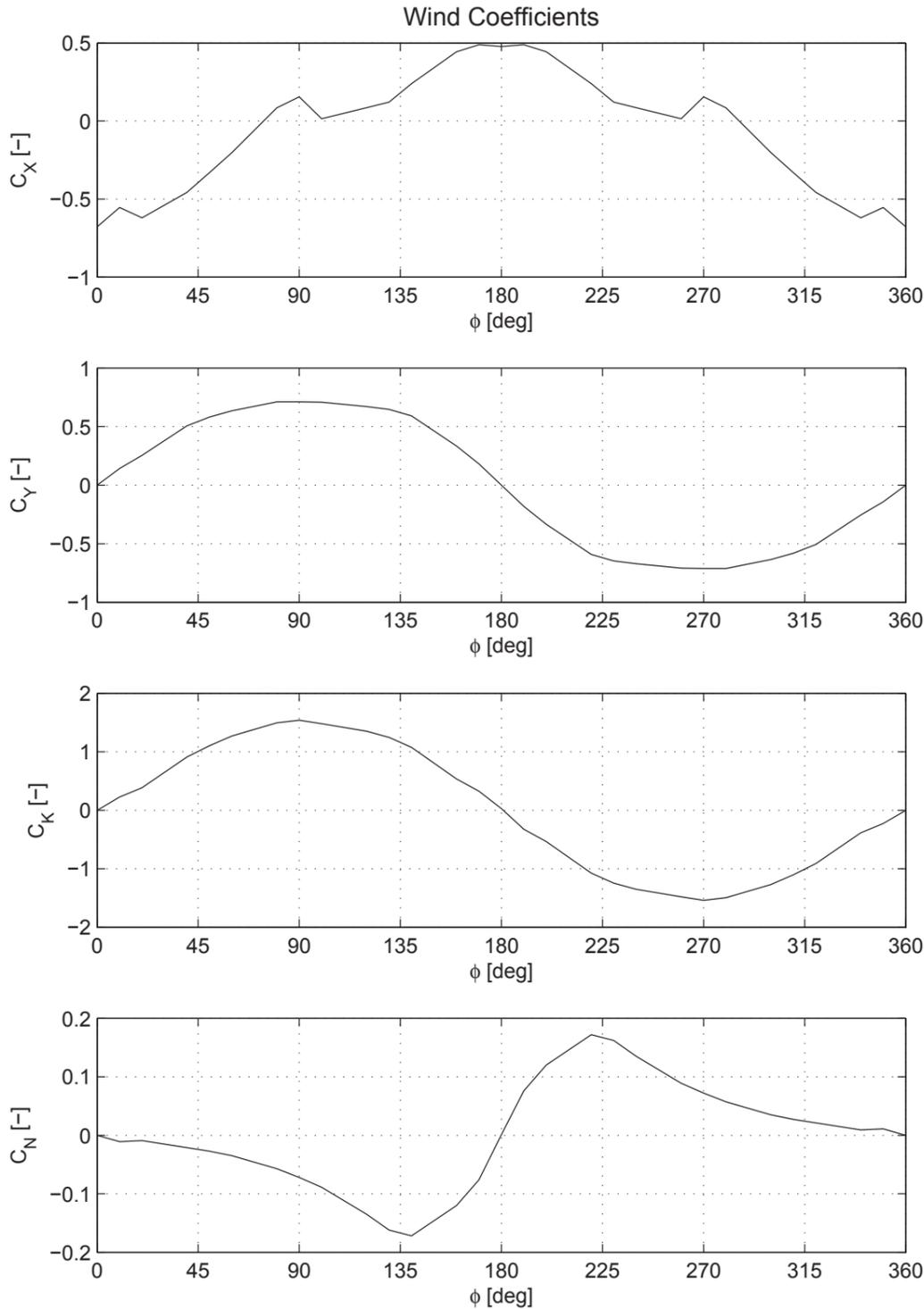
Side View and Birds Eye View	3
Wind Coefficients	4
1. Turning Circle Starboard	5
2. Turning Circle Port	7
3. Turning Circle Starboard, Shallow Water	9
4. Zig-zag 10/10	11
5. Zig-zag 20/20	12
6. Combined Dieudonne- and Reverse Spiral	13
7. Acceleration	14
8. Crash Stop	15
9. Coasting Stop	16
10. Going 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

Side View of Ship 3235



Birds Eye View - Maximum Outline and Waterline





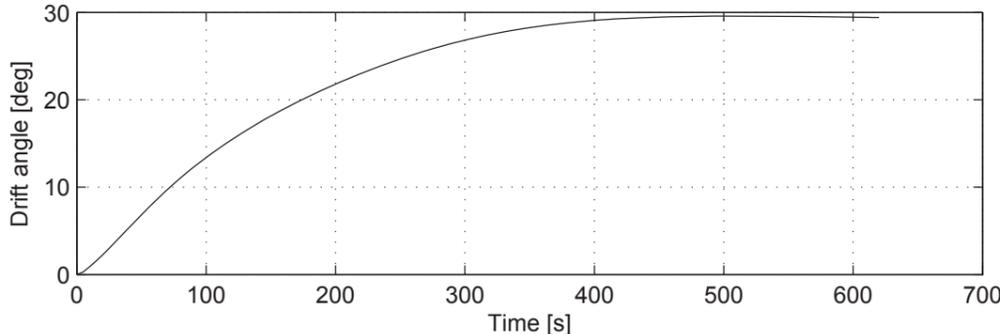
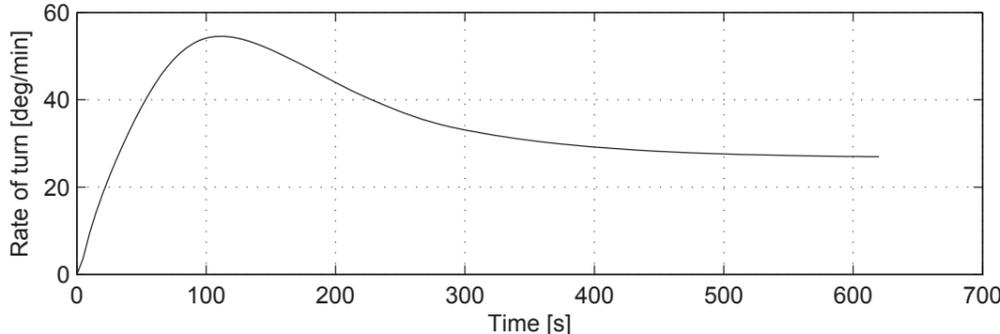
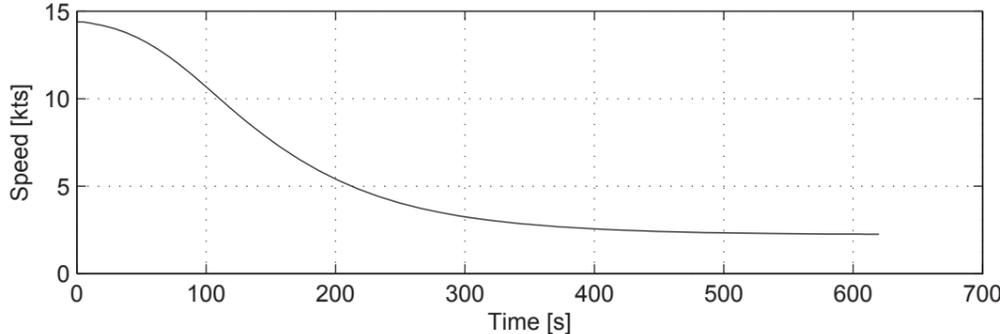
1. Turning Circle Starboard

Initial Conditions and Controls

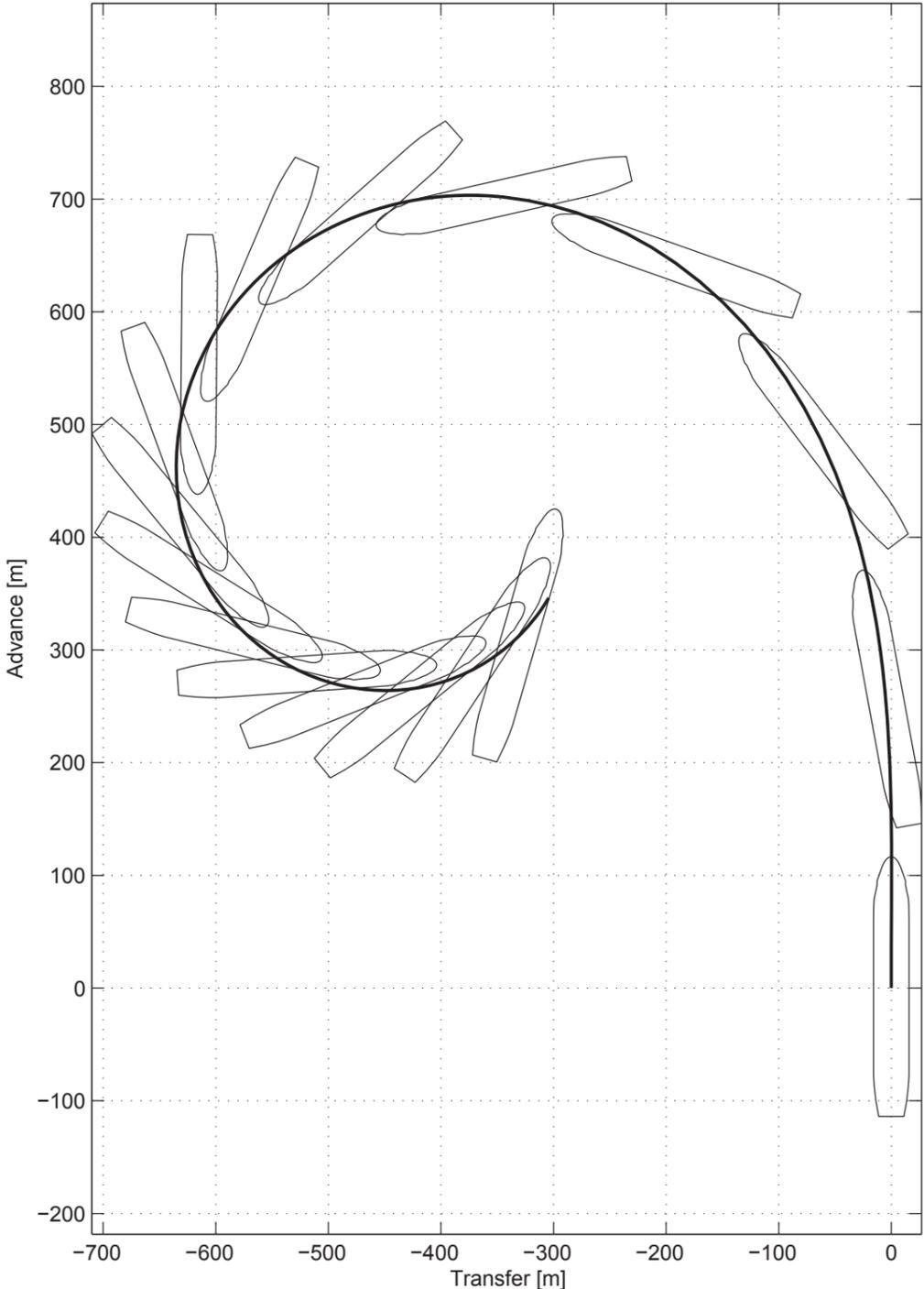
Approach speed : 14.4 knots
Rudder deflection : -35 deg
Water depth : h/T = ∞

Results and Equilibrium Values

Advance : 743 m
Transfer : 323 m
Tactical diameter : 634 m
Steady diameter : 325 m



2. Turning Circle Port



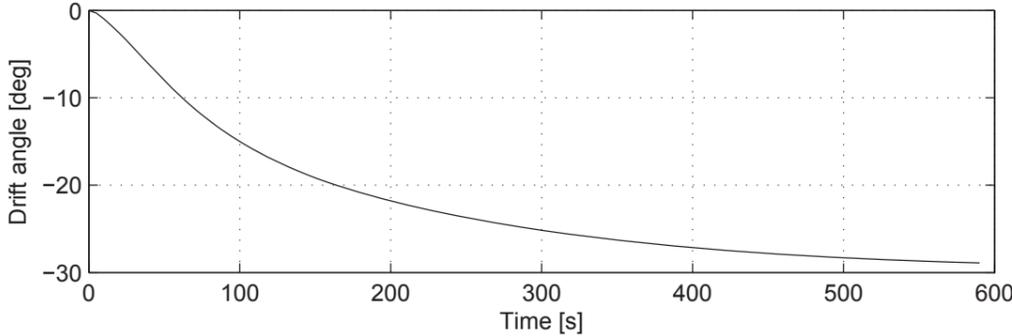
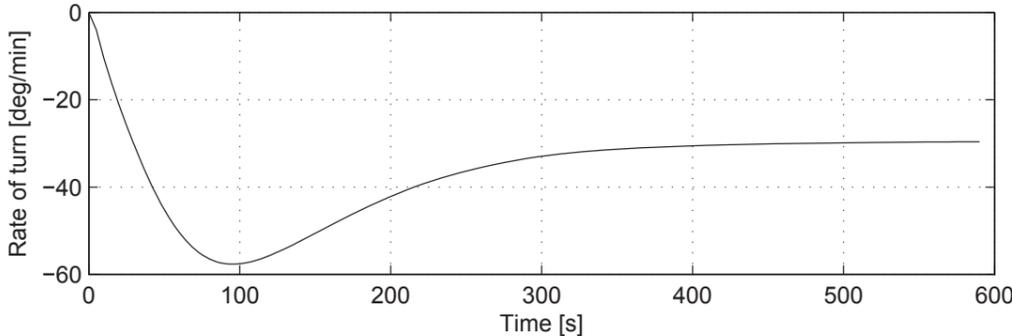
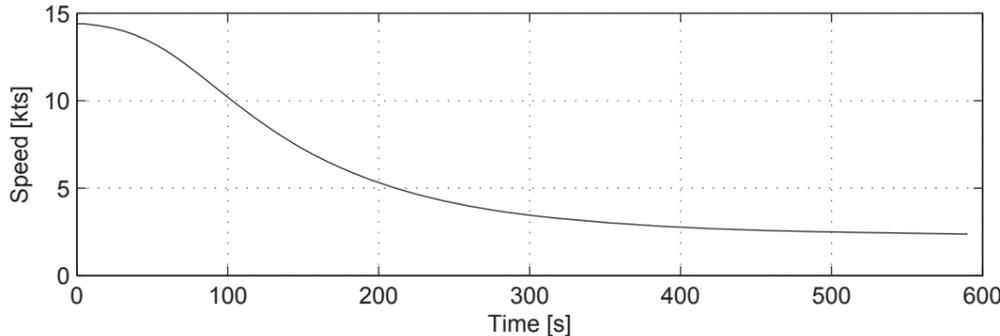
2. Turning Circle Port

Initial Conditions and Controls

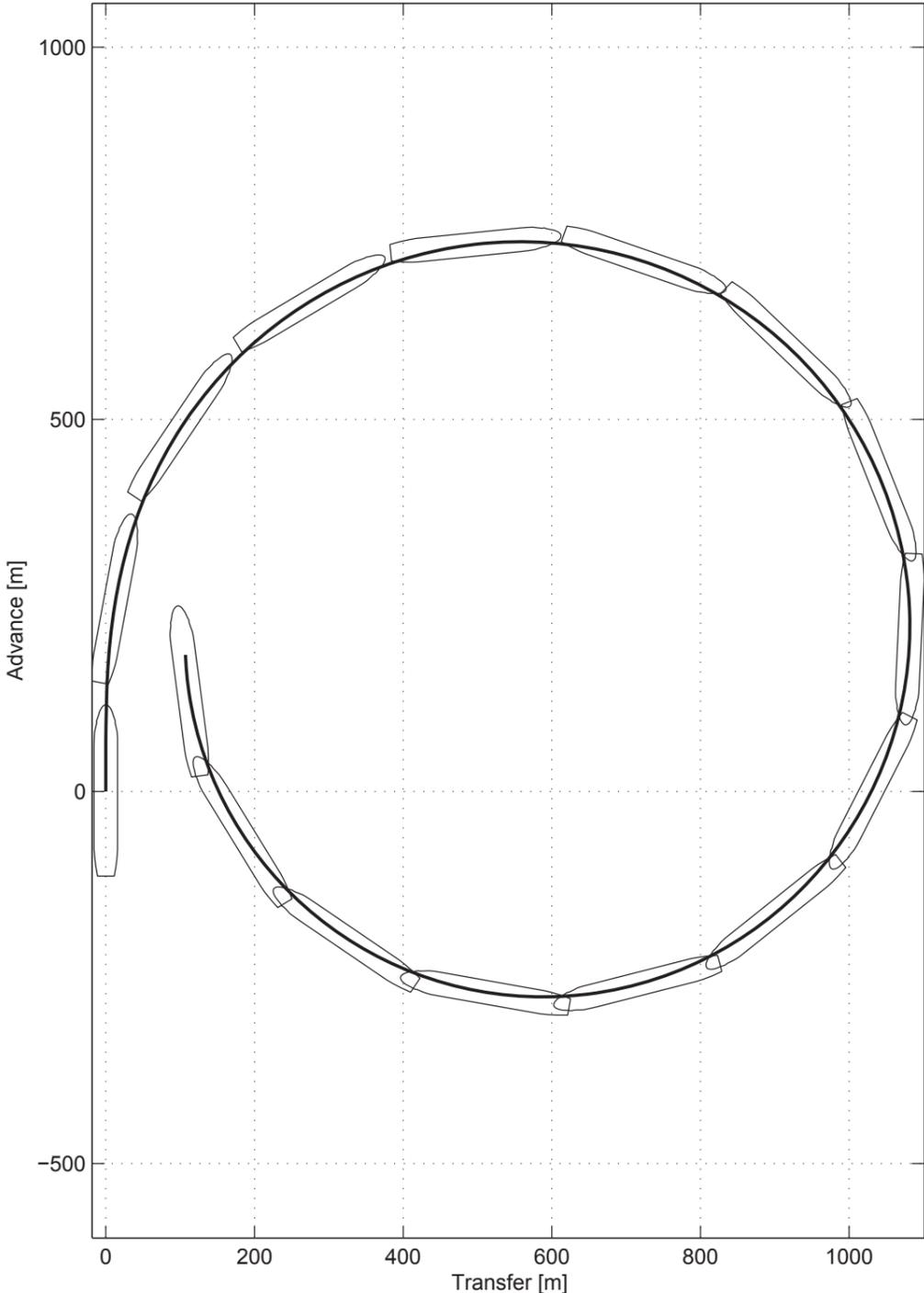
Approach speed : 14.4 knots
 Rudder deflection : 35 deg
 Water depth : $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : 688 m
 Transfer : 279 m
 Tactical diameter : 615 m
 Steady diameter : 327 m



3. Turning Circle Starboard, Shallow Water



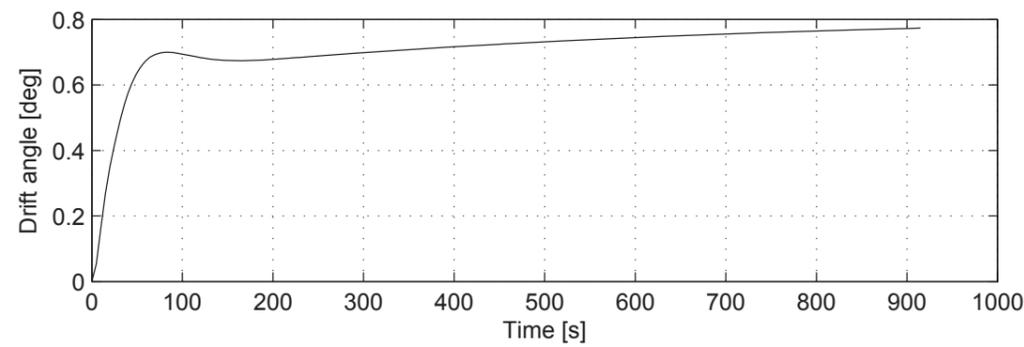
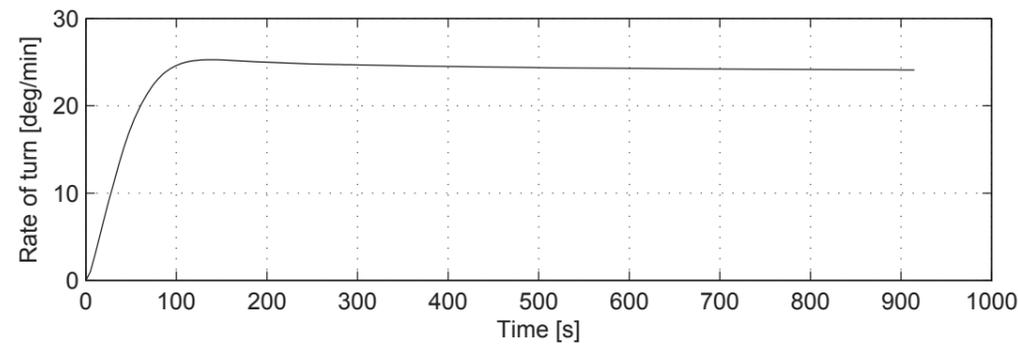
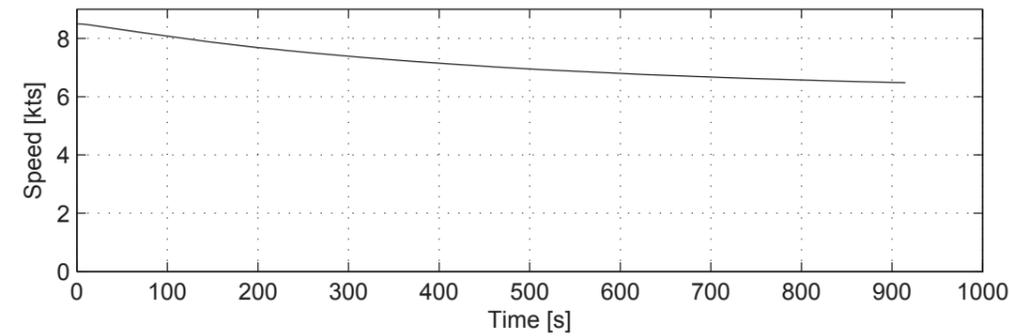
3. Turning Circle Starboard, Shallow Water

Initial Conditions and Controls

Approach speed : 8.5 knots
 Rudder deflection : -35 deg
 Water depth : h/T = 1.2

Results and Equilibrium Values

Advance : 739 m
 Transfer : 555 m
 Tactical diameter : 1082 m
 Steady diameter : 975 m



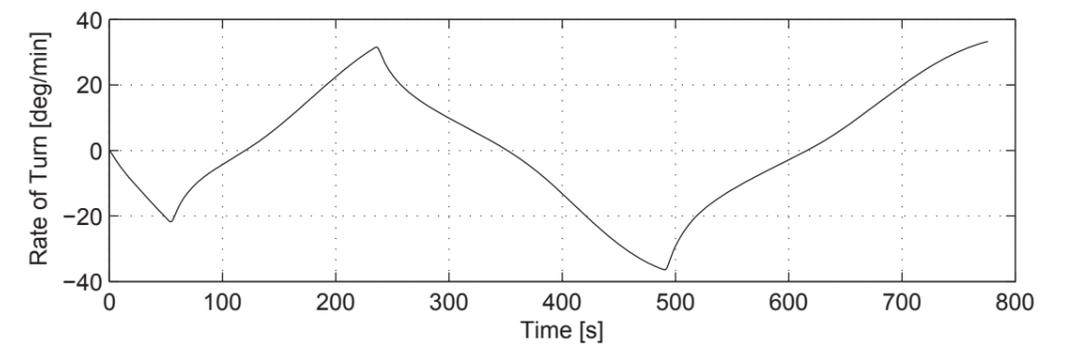
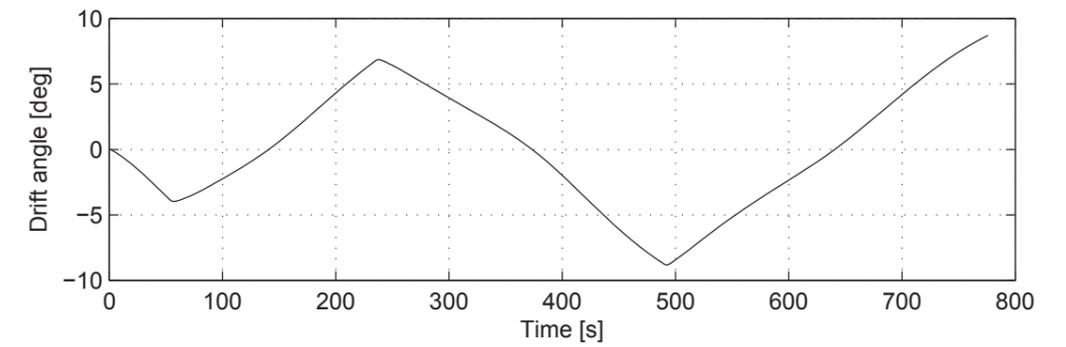
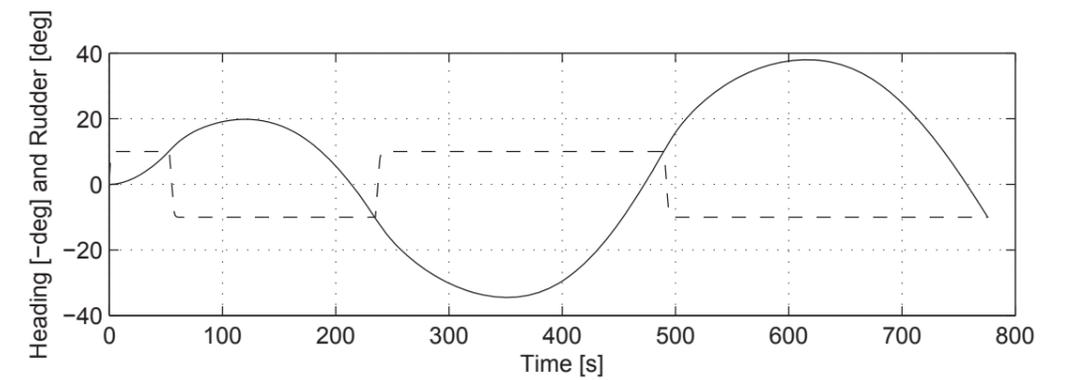
4. Zig-zag 10/10

Initial Conditions and Controls

Approach speed : 14.4 knots
 Rudder/heaving deflection : 10/10 deg

Results and Equilibrium Values

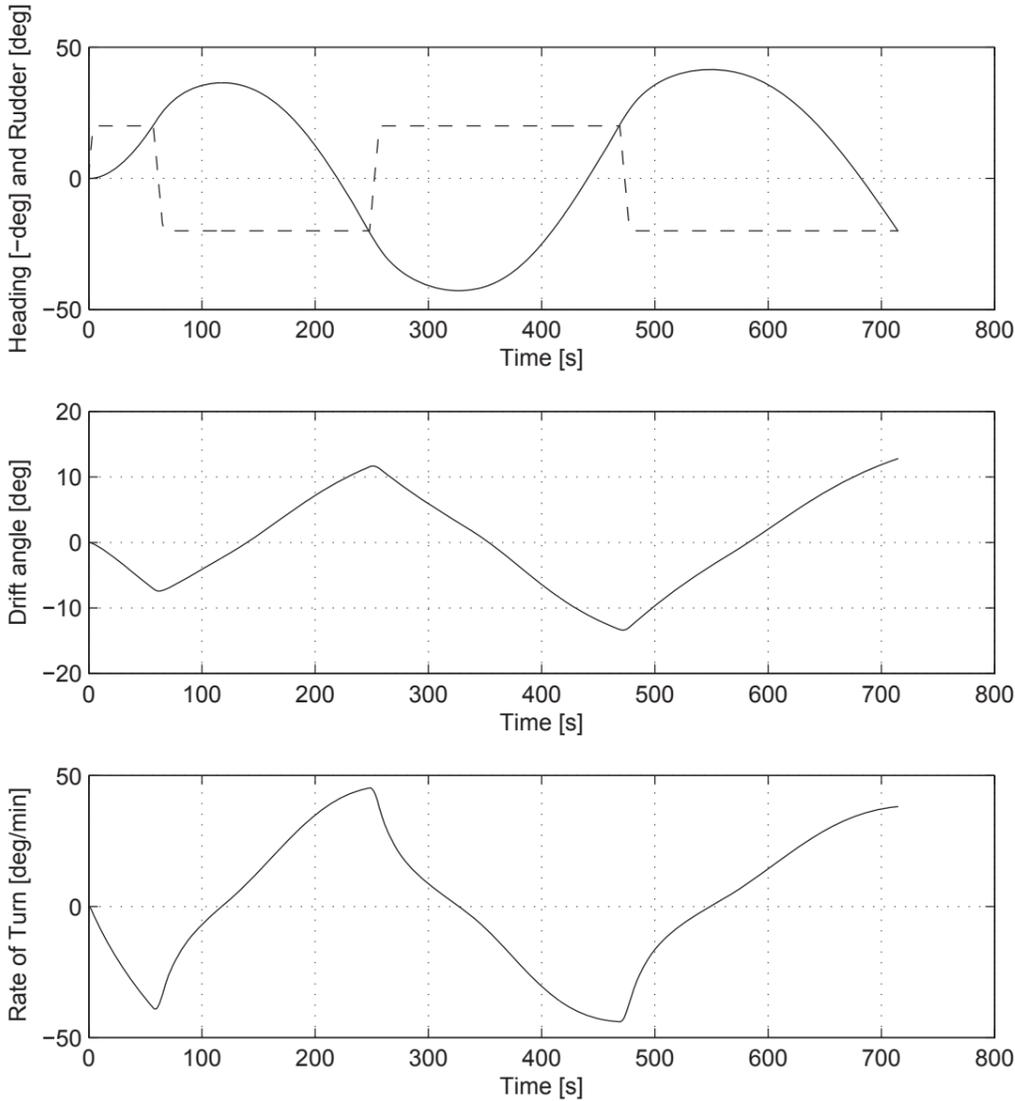
1st Overshoot Angle : 9.8 deg
 2nd Overshoot Angle : 24.5 deg
 Initial turning ability : 384 m



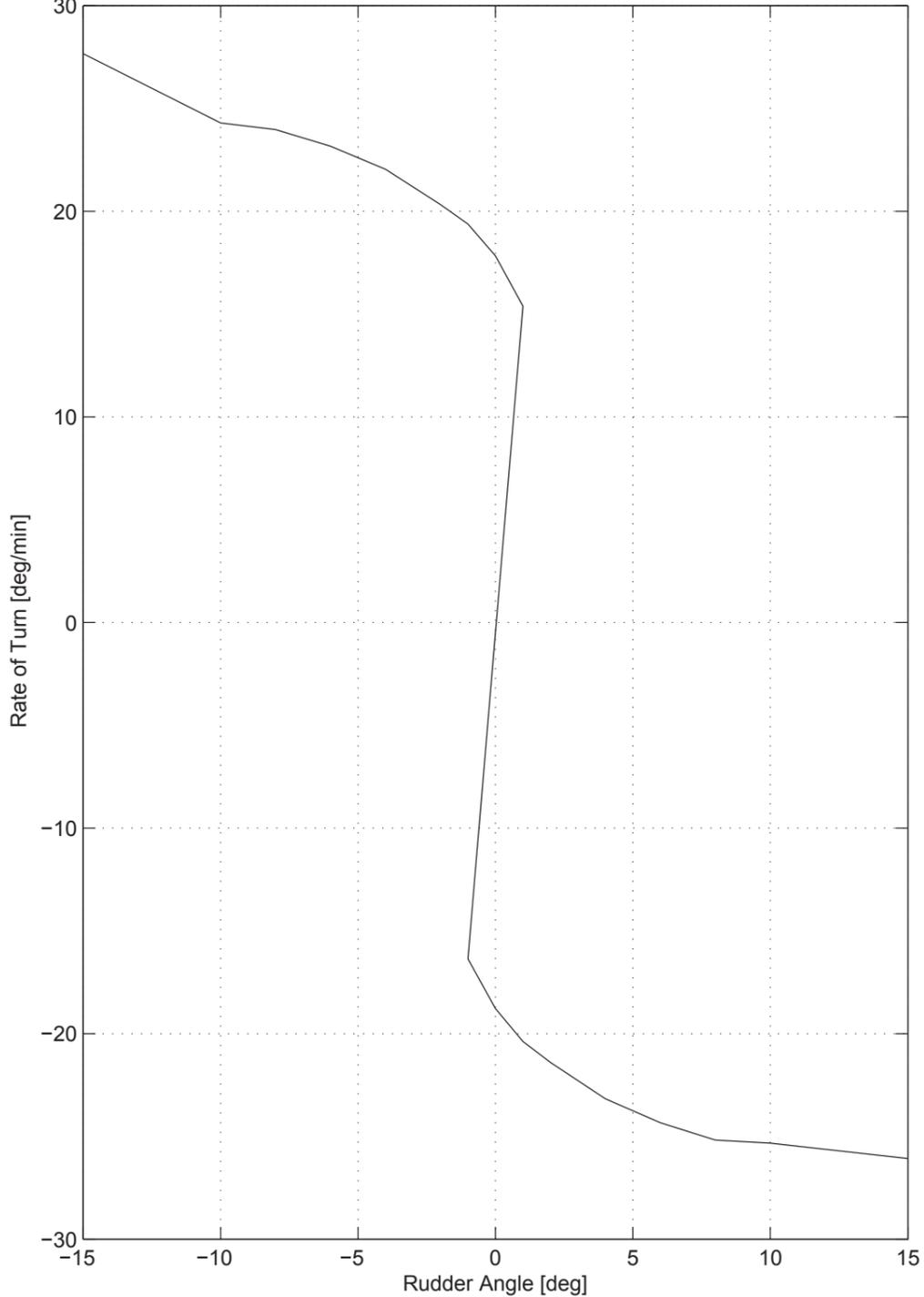
5. Zig-zag 20/20

Initial Conditions and Controls
 Approach speed : 14.4 knots
 Rudder/heading deflection : 20/20 deg

Results and Equilibrium Values
 1st Overshoot Angle : 16.4 deg
 2nd Overshoot Angle : 22.8 deg
 Initial turning ability : 408 m



6. Combined Dieudonne- and Reversed Spiral



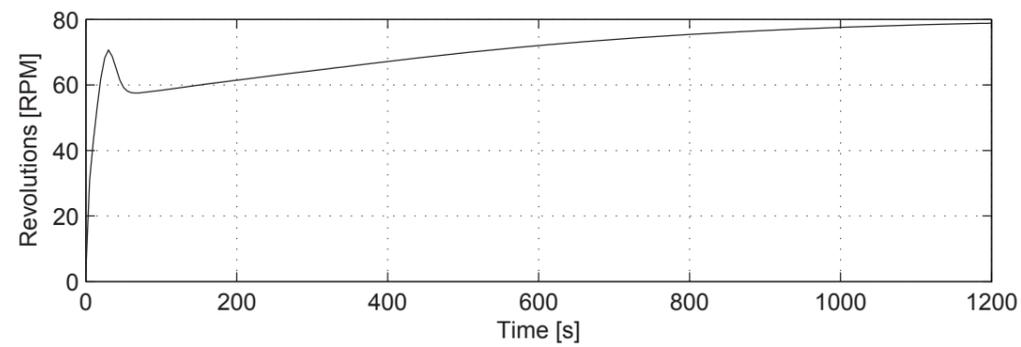
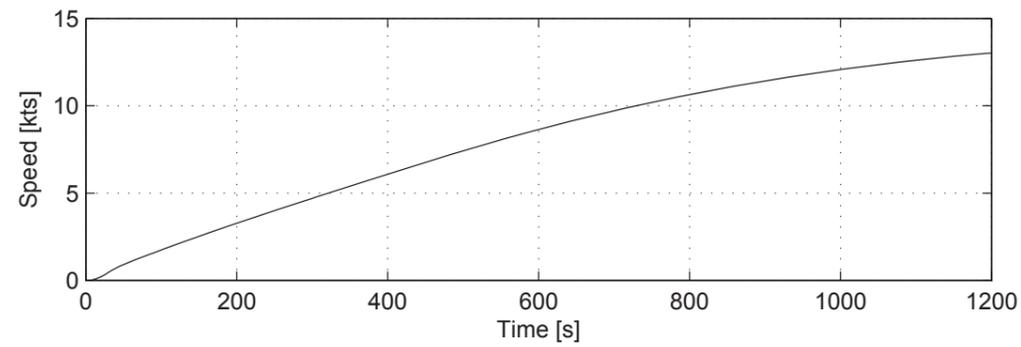
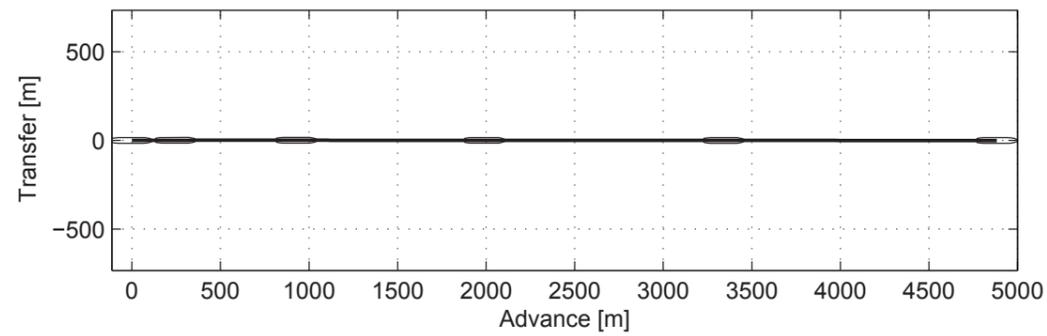
7. Acceleration

Initial Conditions and Controls

Initial speed : 0.0 knots
 Water depth : h/T = ∞

Results and Equilibrium Values

Advance : 4884 m
 Speed : 13.0 knots
 Revolutions : 78.9 RPM
 Time : 1200 s



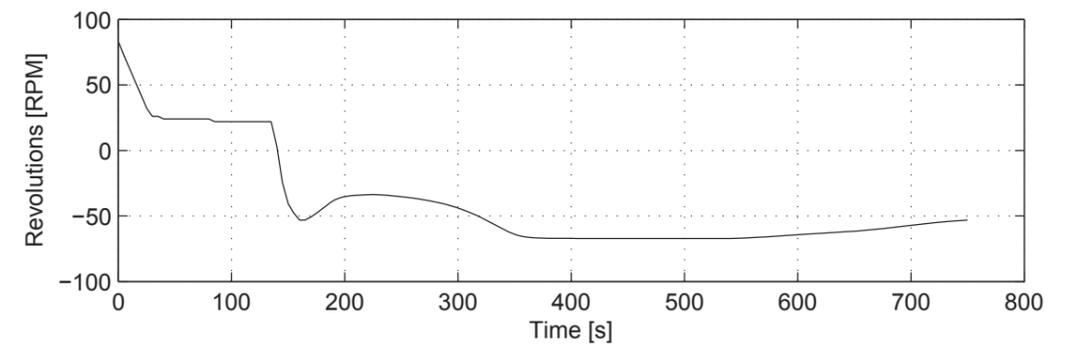
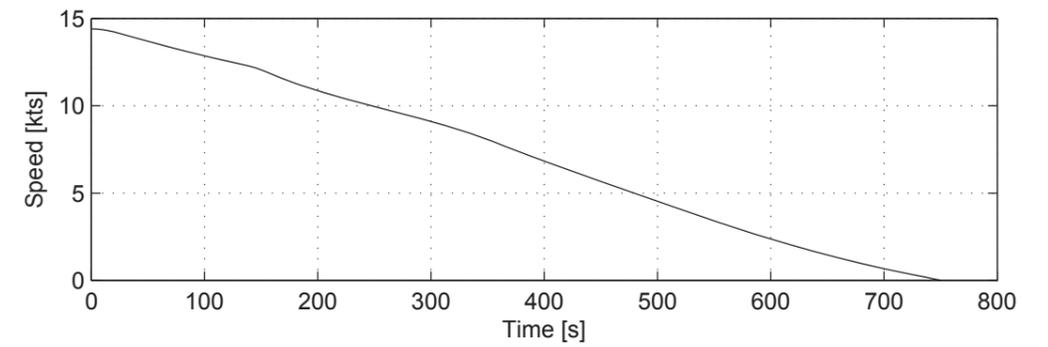
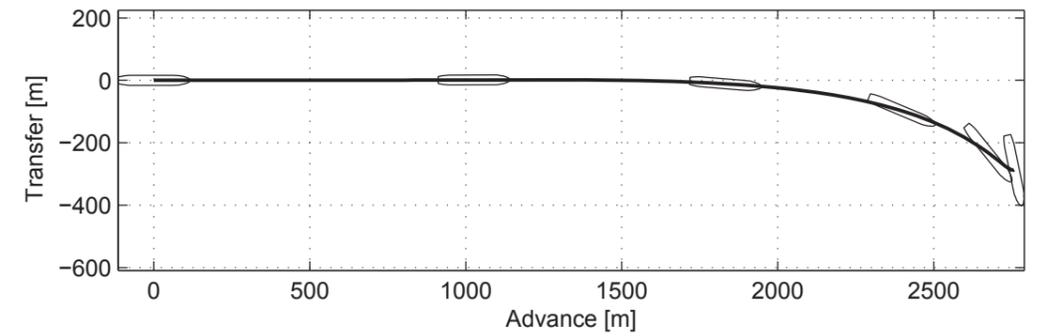
8. Crash Stop

Initial Conditions and Controls

Initial speed : 14.4 knots
 Water depth : h/T = ∞

Results and Equilibrium Values

Advance : 2759 m
 Speed : 0.0 knots
 Revolutions : -53.2 RPM
 Time : 750 s



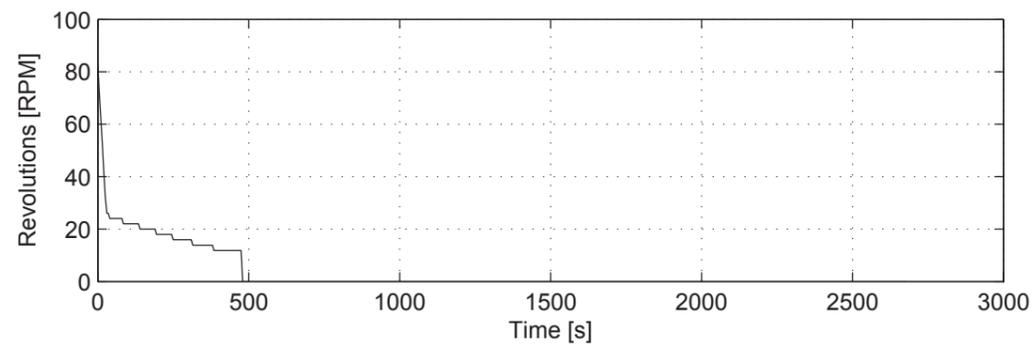
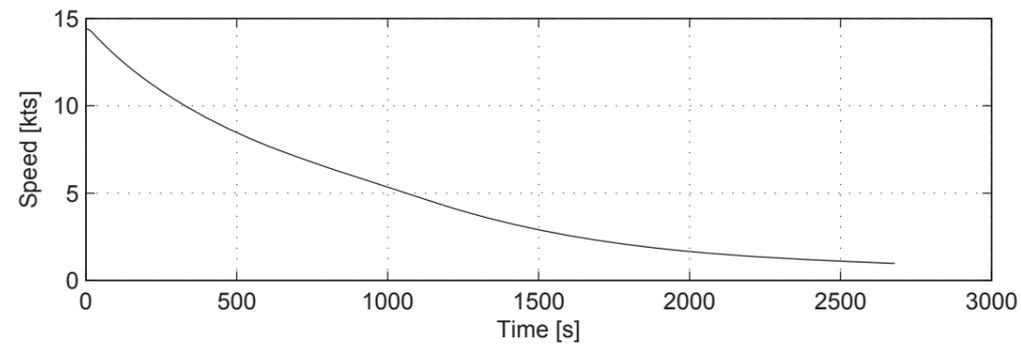
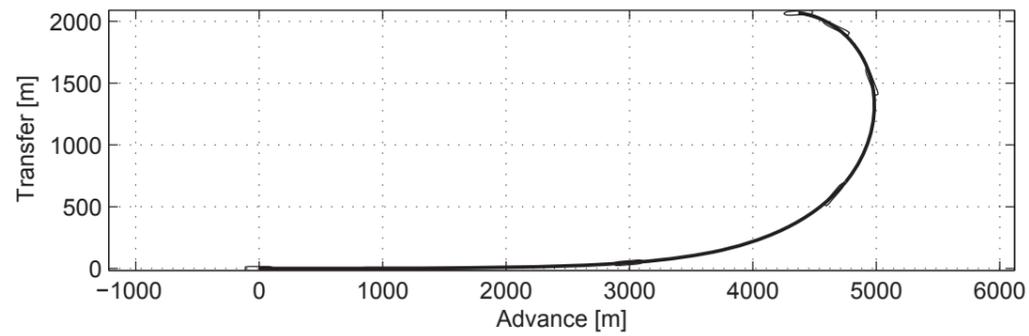
9. Coasting Stop

Initial Conditions and Controls

Initial speed : 14.4 knots
 Water depth : $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : 4366 m
 Speed : 1.0 knots
 Revolutions : 0.0 RPM
 Time : 2680 s



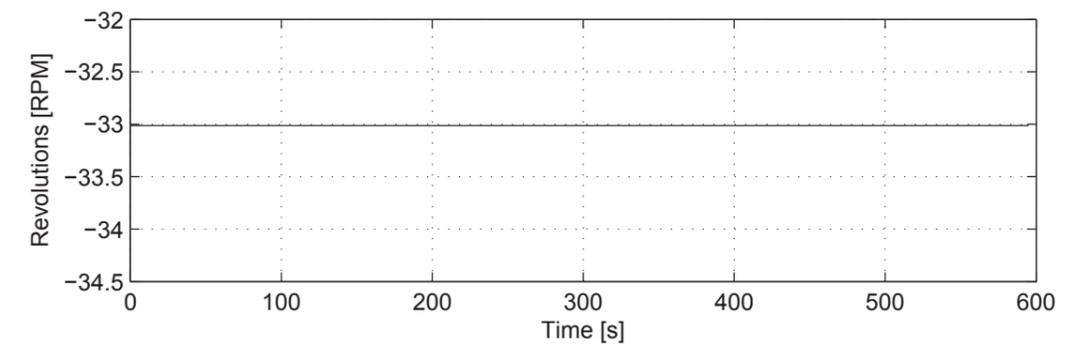
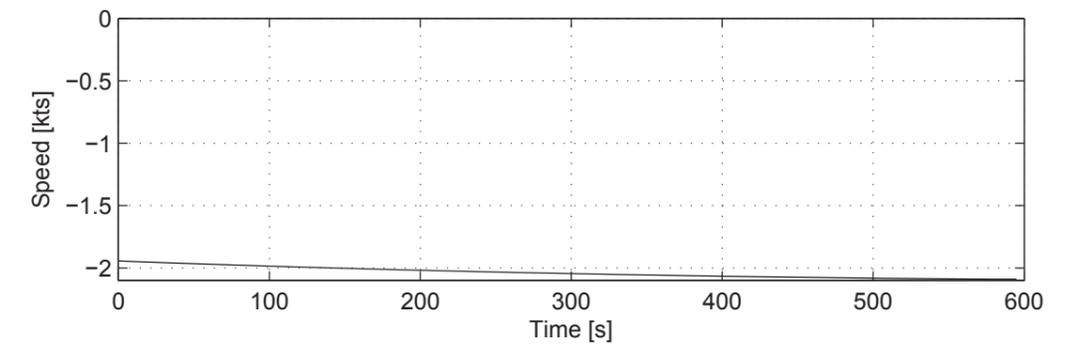
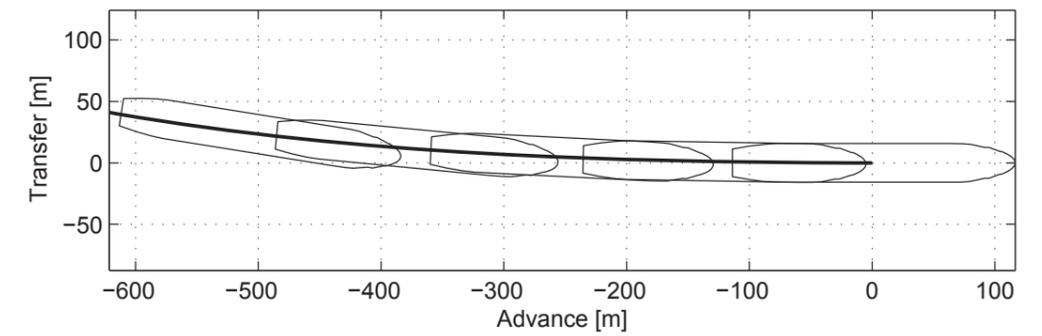
10. Going Astern

Initial Conditions and Controls

Initial speed : -1.9 knots
 Water depth : $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : -621 m
 Speed : -2.1 knots
 Revolutions : -33.0 RPM
 Time : 595 s



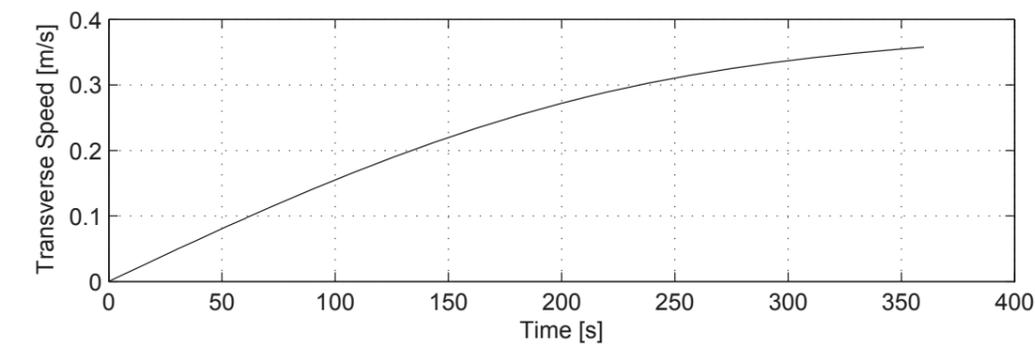
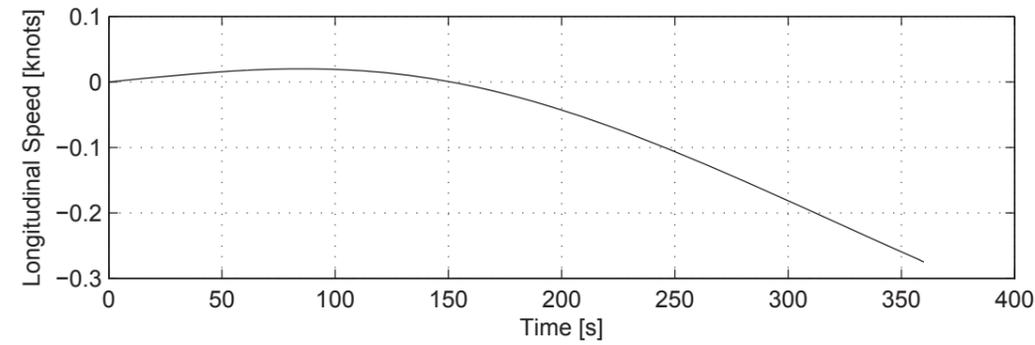
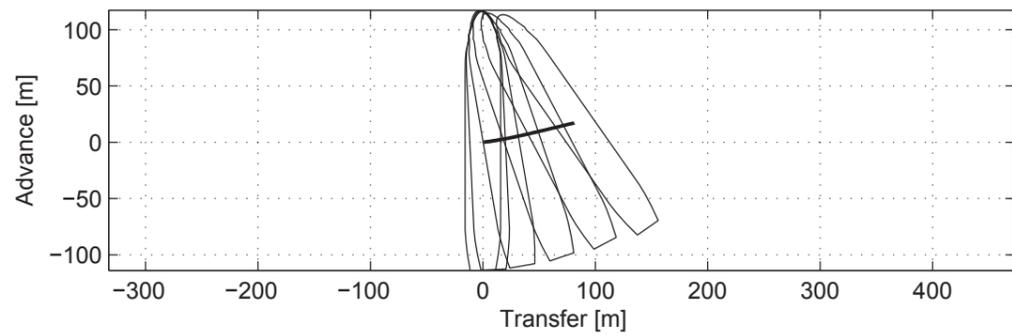
11. Drifting in Wind

Initial Conditions and Controls

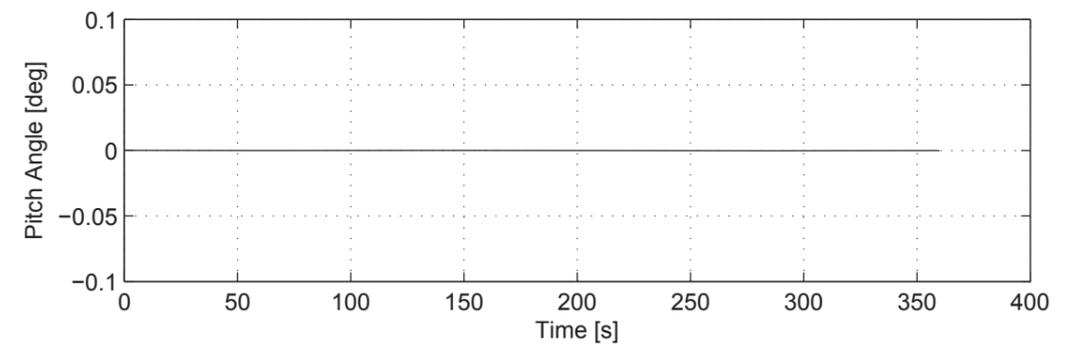
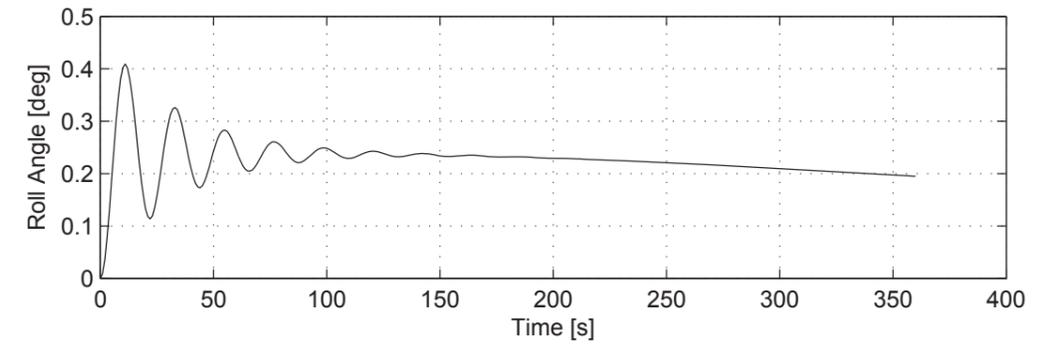
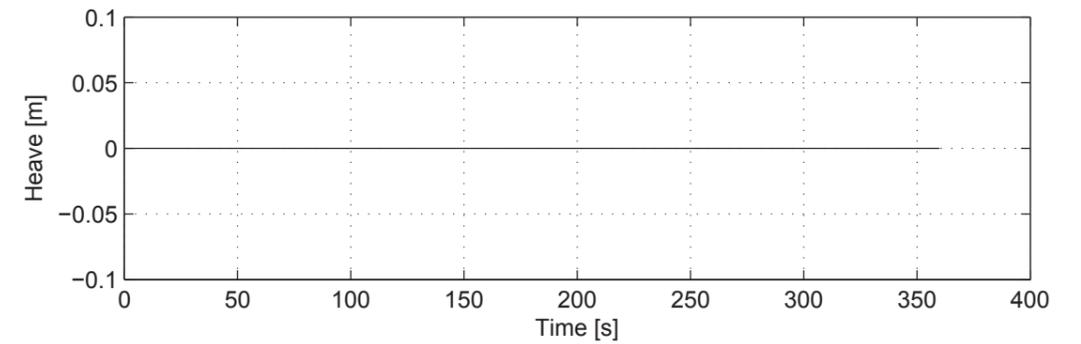
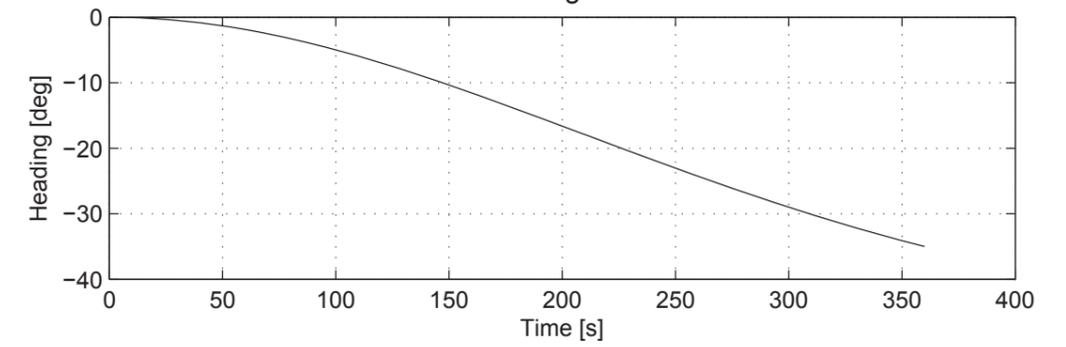
Water depth : $h/T = \infty$
 Wind speed : 15 m/s
 Wind direction : 270 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : -0.3 knots
 Transverse Speed : 0.4 m/s
 Roll Angle : 0.2 deg



11. Drifting in Wind



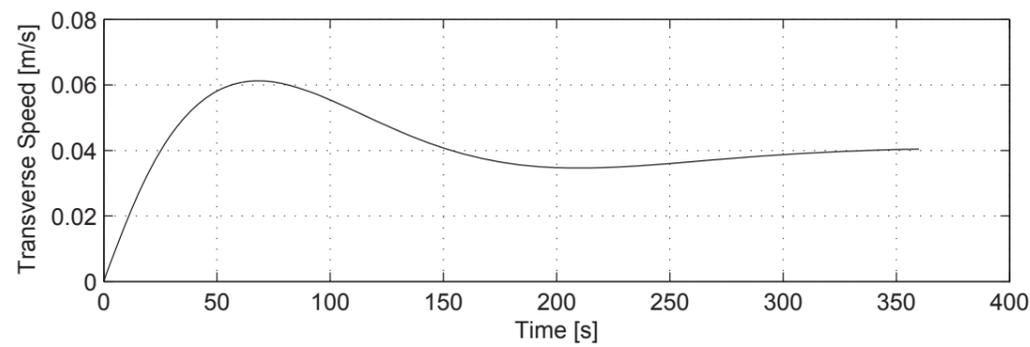
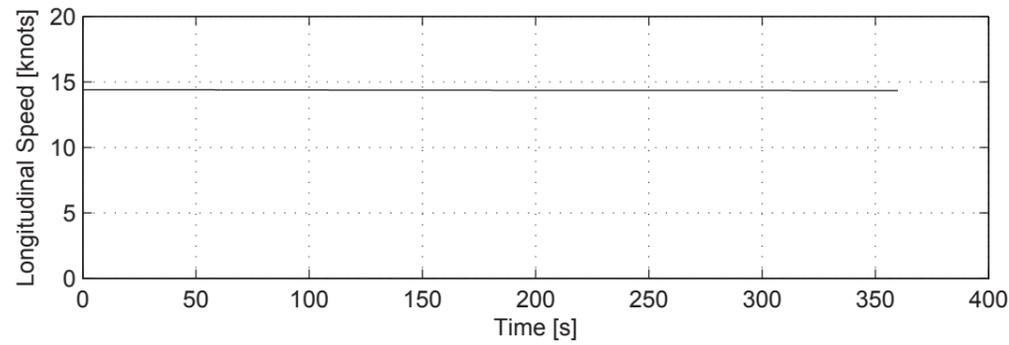
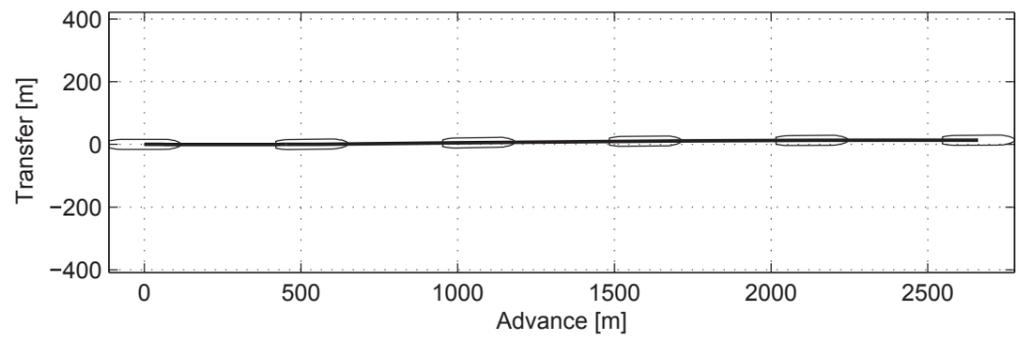
12. Sailing with Autopilot in Wind

Initial Conditions and Controls

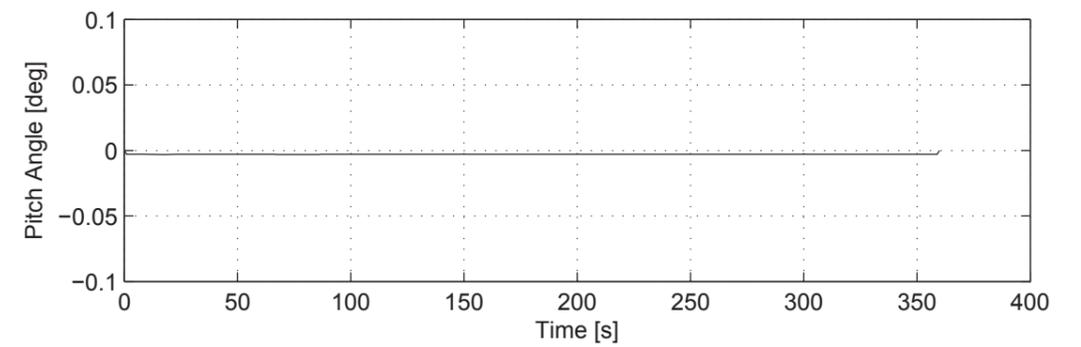
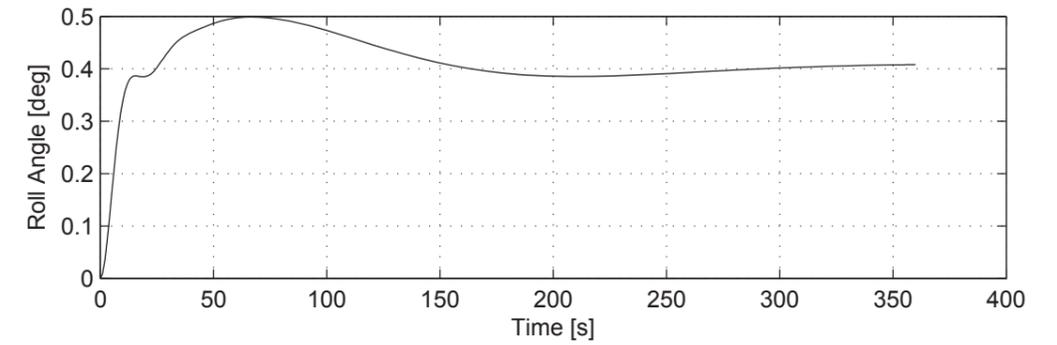
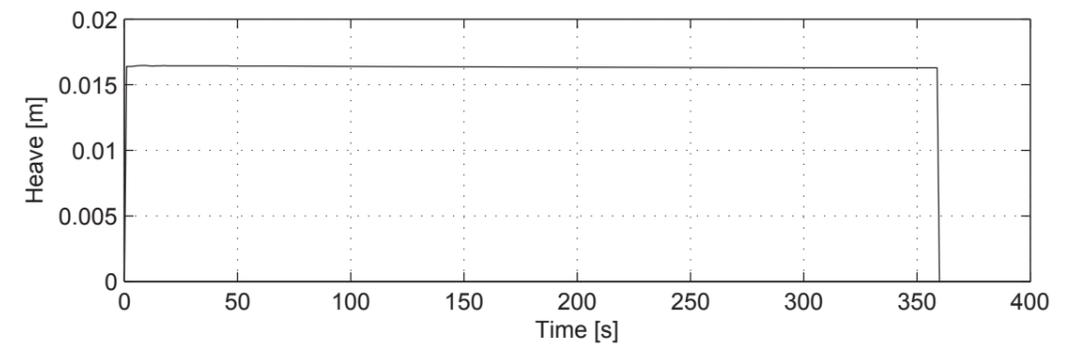
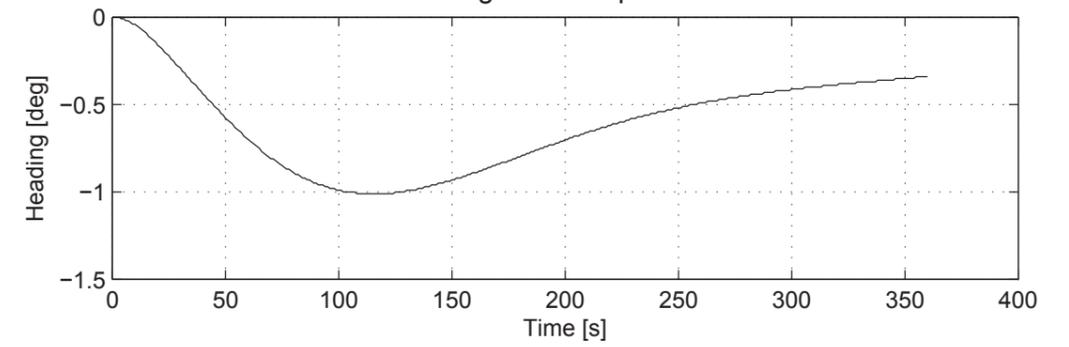
Water depth : $h/T = \infty$
 Wind speed : 15 m/s
 Wind direction : 270 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : 14.3 knots
 Transverse Speed : 0.0 m/s
 Roll Angle : 0.4 deg



12. Sailing with Autopilot in Wind



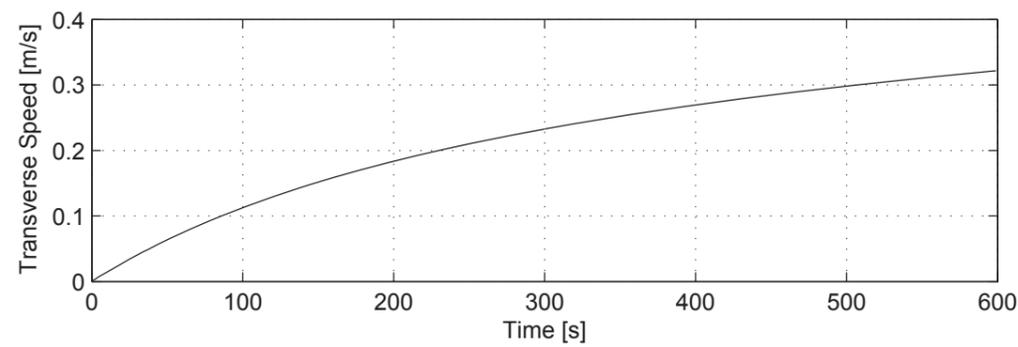
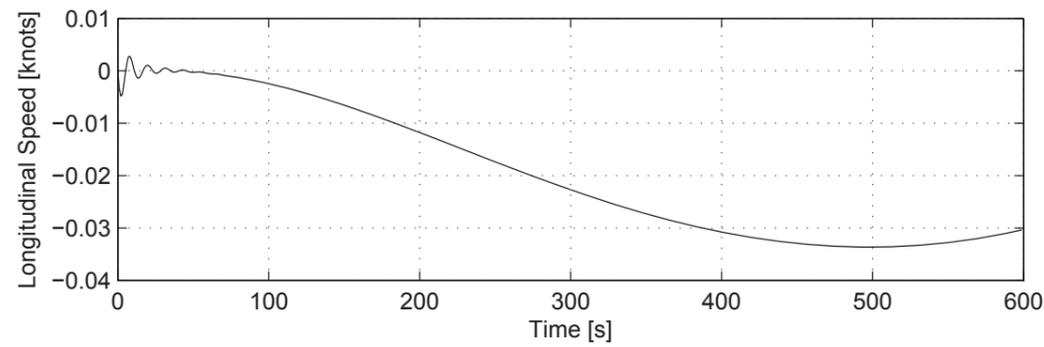
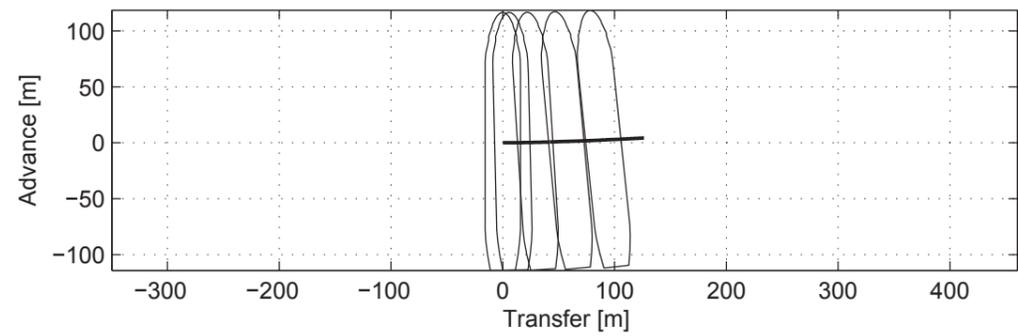
13. Drifting in Current

Initial Conditions and Controls

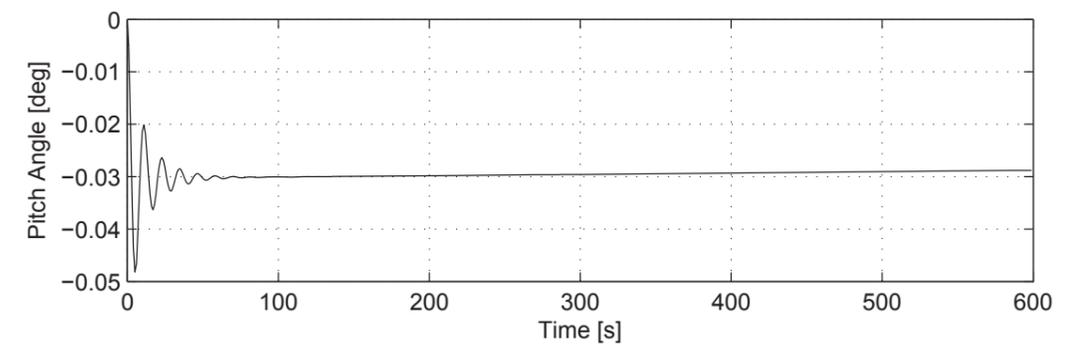
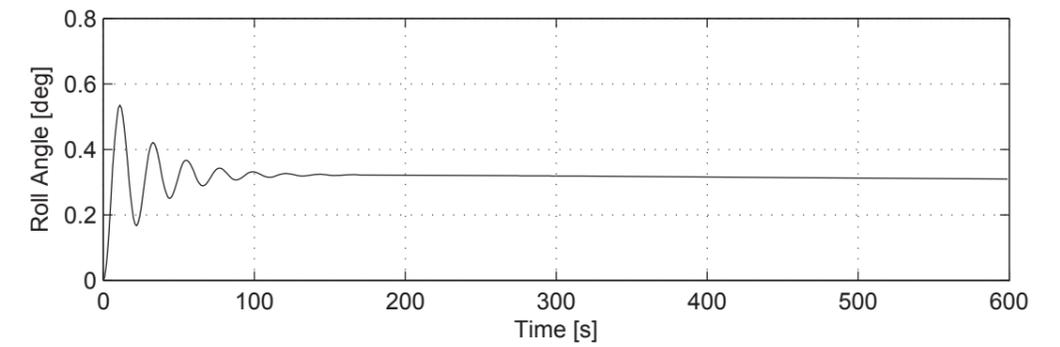
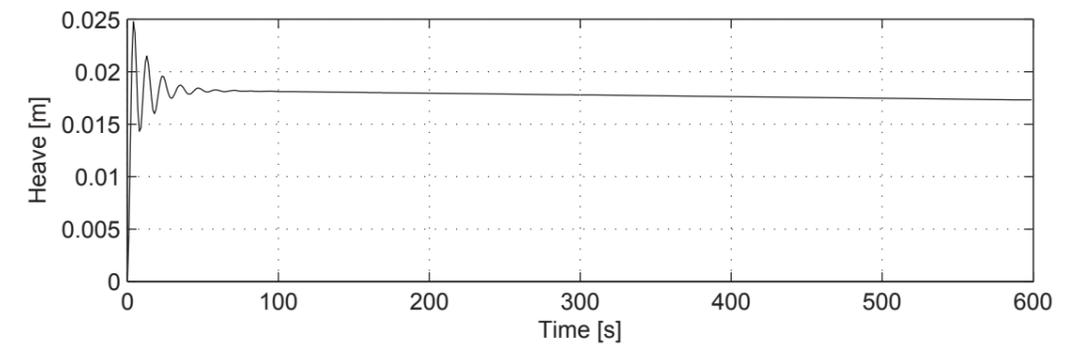
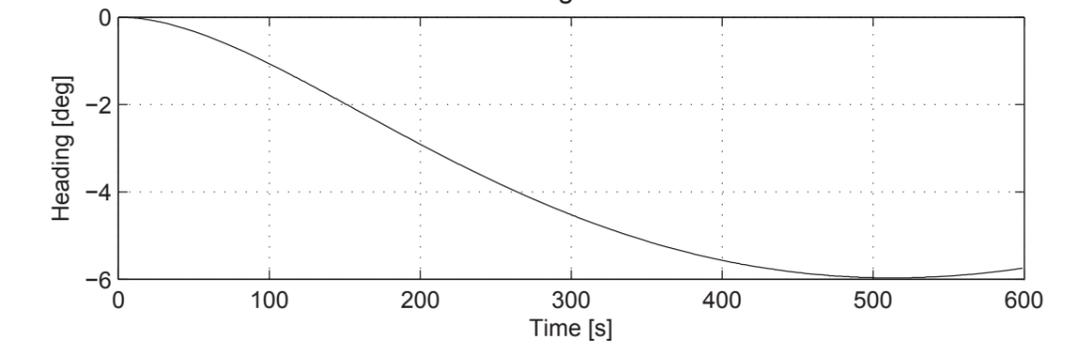
Water depth : $h/T = \infty$
 Current speed : 2 knots
 Current direction : 90 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : -0.0 knots
 Transverse Speed : 0.3 m/s
 Roll Angle : 0.3 deg



13. Drifting in Current



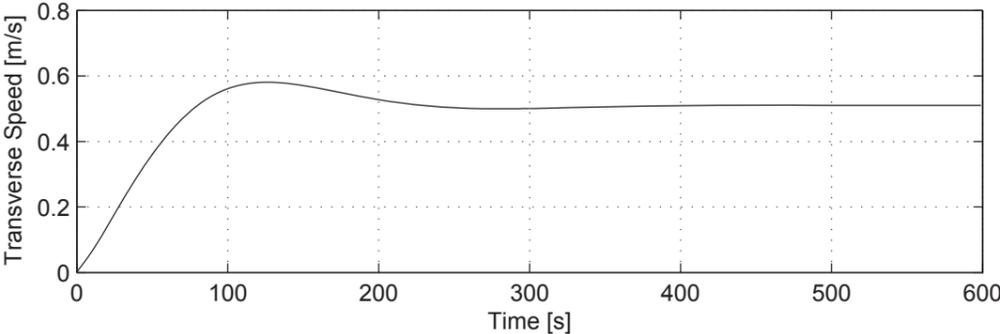
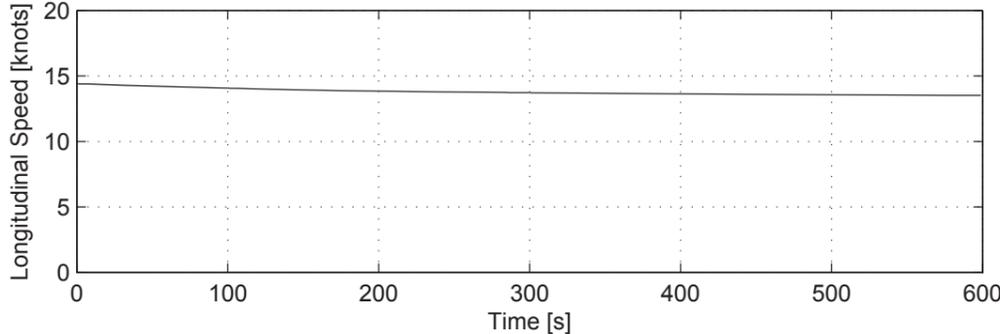
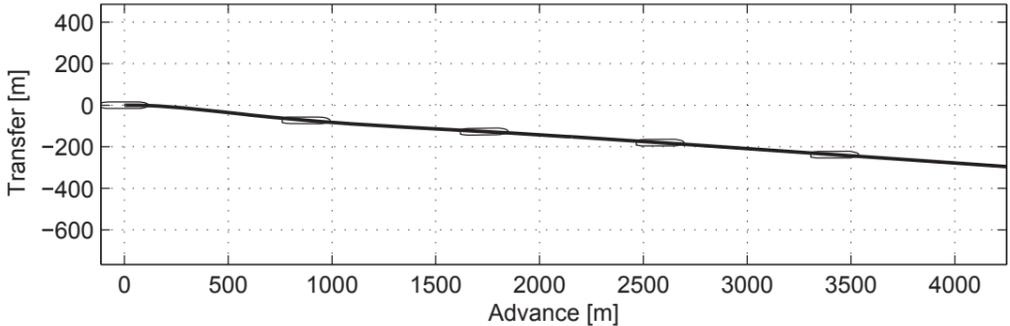
14. Sailing with Autopilot in Current

Initial Conditions and Controls

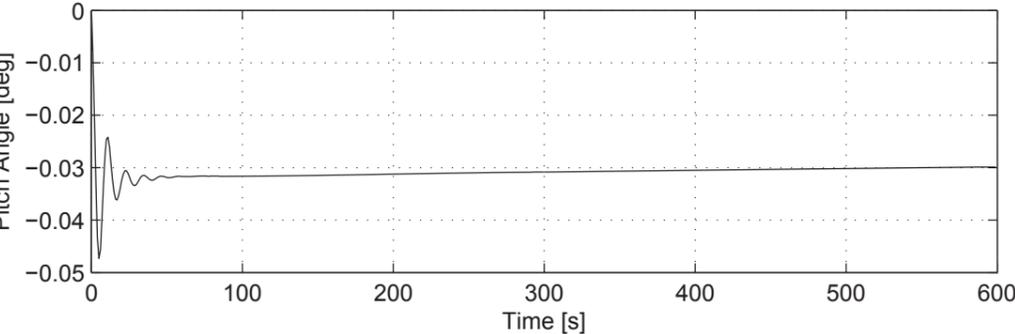
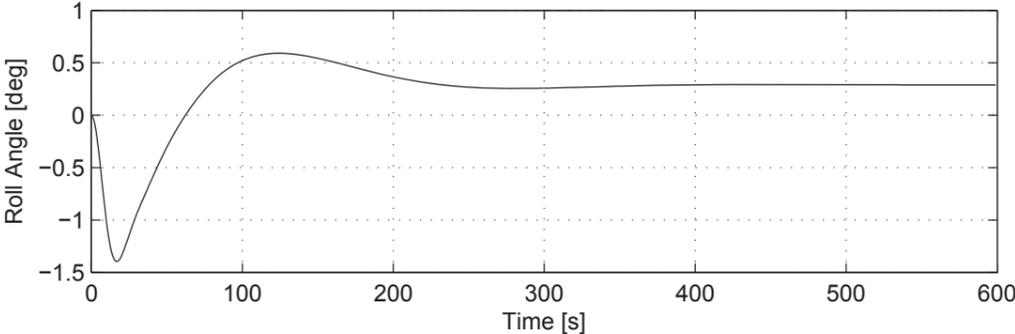
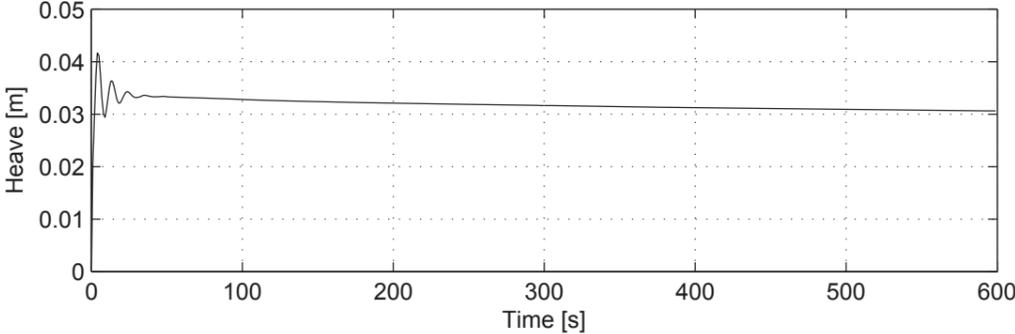
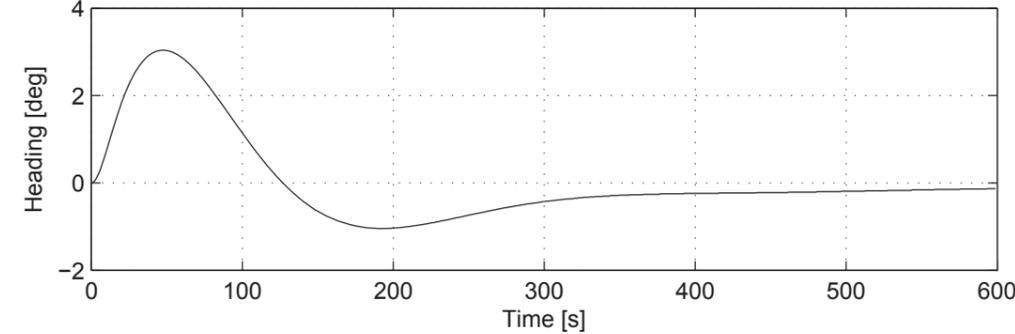
Water depth : h/T = ∞
Current speed : 2 knots
Current direction : 90 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : 13.5 knots
Transverse Speed : 0.5 m/s
Roll Angle : 0.3 deg



14. Sailing with Autopilot in Current



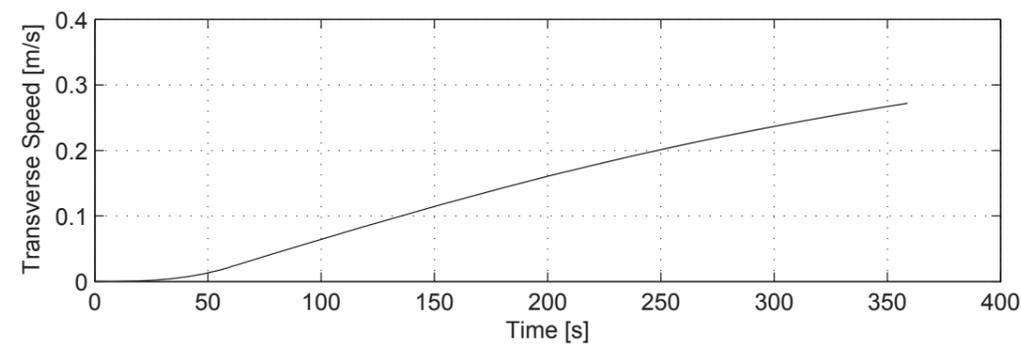
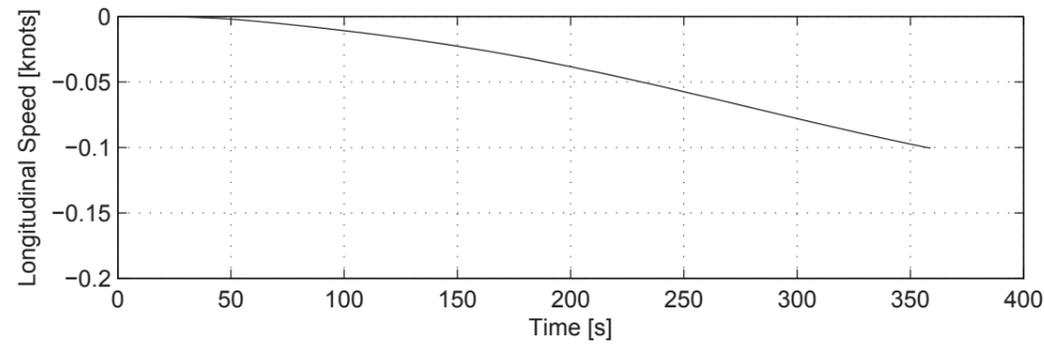
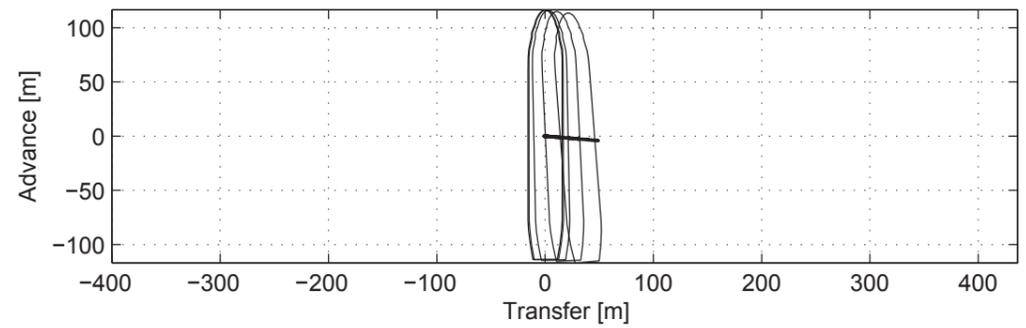
15. Drifting in Waves

Initial Conditions and Controls

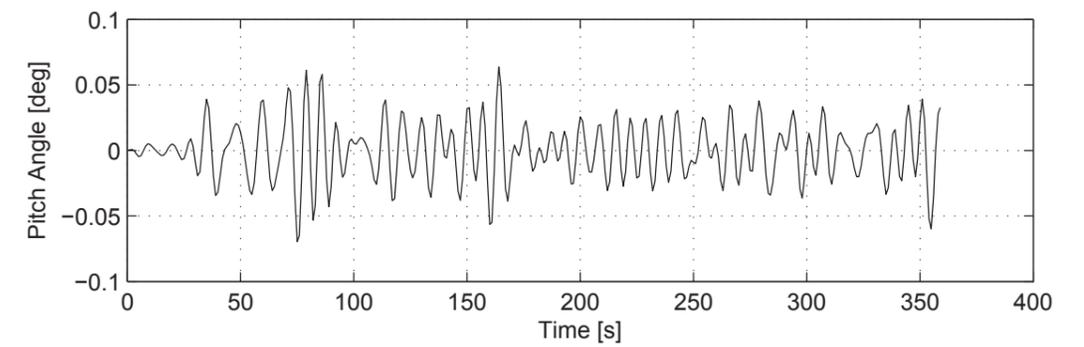
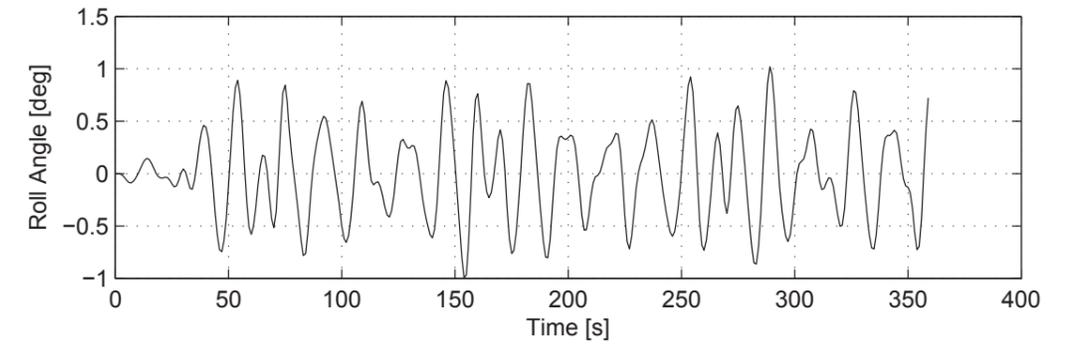
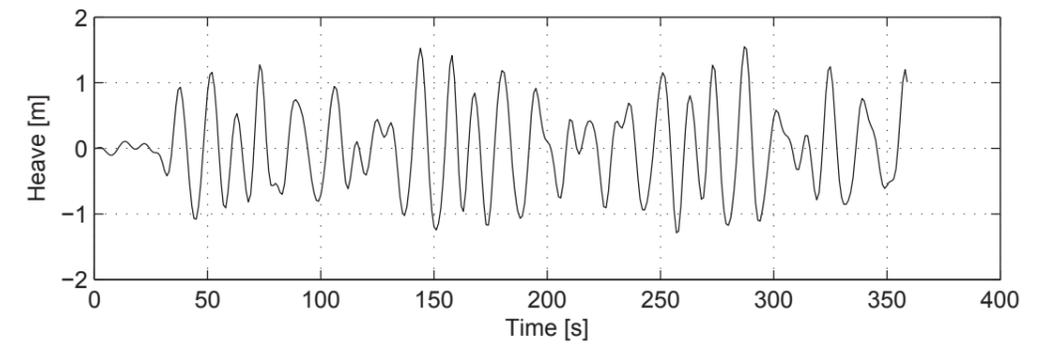
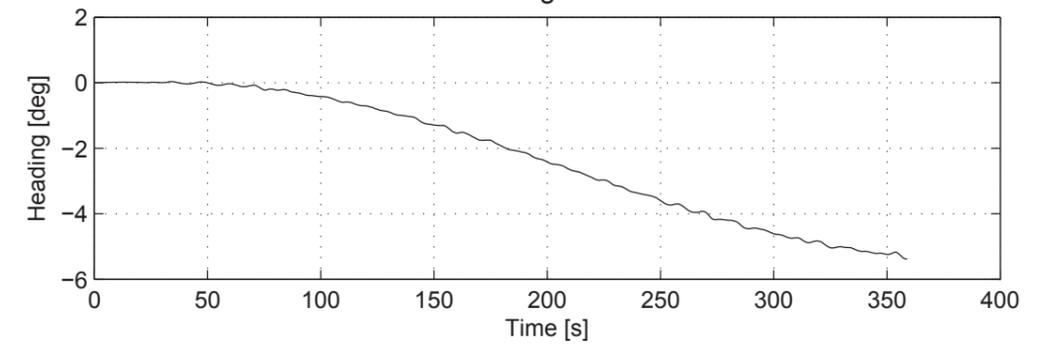
Water depth : $h/T = \infty$
 Wave height (Hs) : 3 m
 Wave period (Tp) : 9.1 s
 Wave direction : 90 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : -0.1 knots
 Transverse Speed : 0.3 m/s
 Maximum Roll Angle : 1.0 deg



15. Drifting in Waves



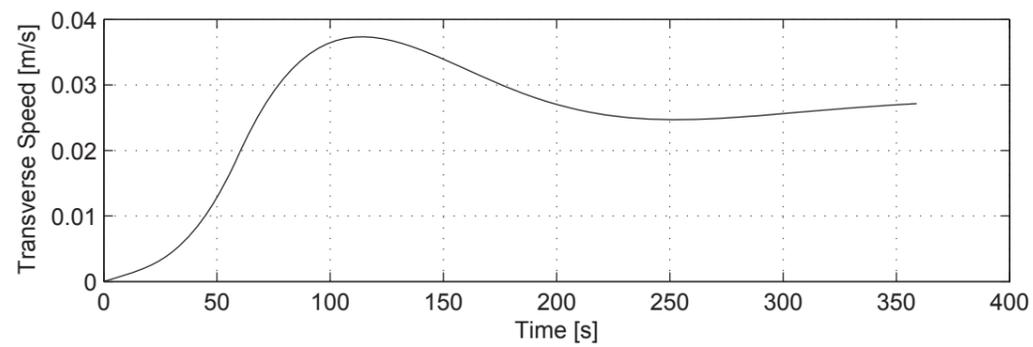
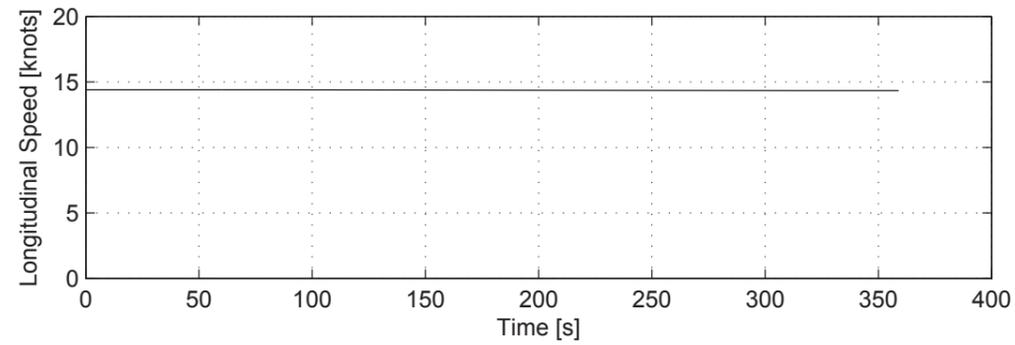
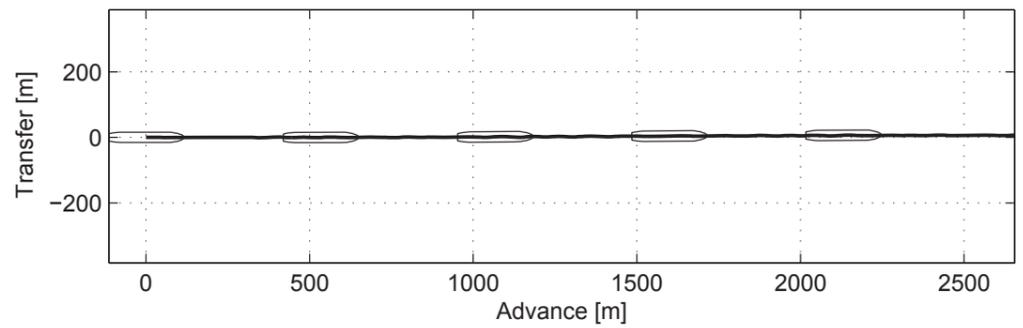
16. Sailing with Autopilot in Waves

Initial Conditions and Controls

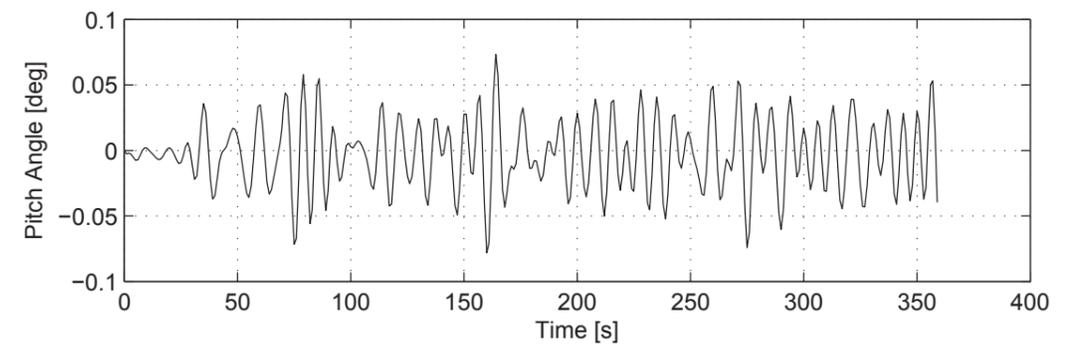
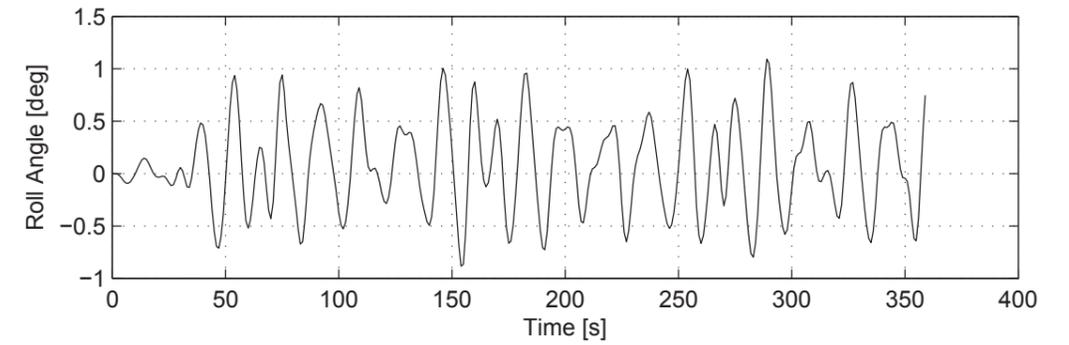
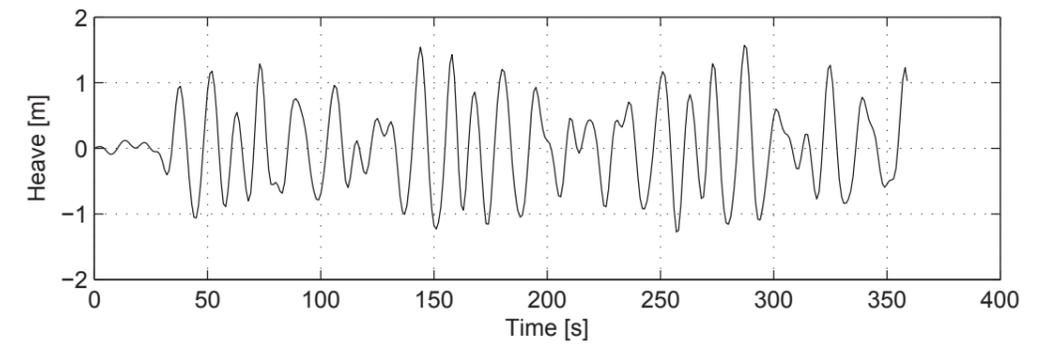
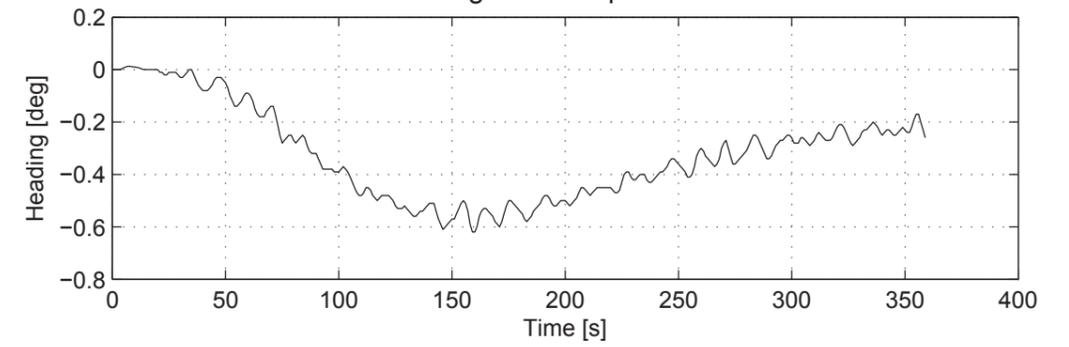
Water depth : $h/T = \infty$
 Wave height (Hs) : 3 m
 Wave period (Tp) : 9.1 s
 Wave direction : 90 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : 14.3 knots
 Transverse Speed : 0.0 m/s
 Maximum Roll Angle : 1.1 deg



16. Sailing with Autopilot in Waves





Mathematical Ship Model No. 3291

Nord Cecilie

FORCE 110-29380 / 2011-01-27

<i>Title of report and Project No.:</i>					
Ship Description					
Ship 3291					
Bulkers					
Deep Load Condition					
Nord Cecilie					
<i>Client:</i>			<i>Ref.:</i> 110-29380		
<i>Author(s):</i> Georgij Vasilev			<i>Date:</i> 2011-01-27		
<i>Approved by:</i>					
<i>Revision</i>	<i>Description</i>	<i>By:</i>	<i>Checked:</i>	<i>Approved:</i>	<i>Date:</i>
2	Platform 4.0 version	GEV			2011-01-27
1	First version	OT			2007-08-20
<i>Keywords:</i> Manoeuvring characteristics Ship characteristics Equilibrium speeds					<i>Classification:</i> Open Internal <input checked="" type="checkbox"/> 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 190 m long and 32.3 m wide bulker with a capacity of 50900 DWT. This ship is modelled in a deep load condition. It is driven by diesel engine of 9.5 MW and has a fixed pitch propeller. The service speed at this draught is 15.0 knots. The vessel is equipped with a semi-spade rudder and has no bow or stern thruster.

2 Basis for Mathematical Ship Model

The mathematical model of the ship is based on the model of an existing similar ship. The shallow water effect on the hull forces have been calculated using a database tool. The seakeeping properties of the ship have been scaled from a similar ship 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 turning ability as seen from the turning circle is normal, as is the manoeuvring ability as seen from the zig-zag tests. The ship is slightly course unstable with a loop width of abt. 2.4 deg. as seen from the spiral manoeuvre, which still gives a ship that steers reasonably well. It is seaworthy and rolls only moderately.

Due to engine control the stopping distance (22.6 Loa) is longer than recommended by IMO. In real life these limitations can be overridden, but only at a serious cost in engine wear and tear.

The main manoeuvring characteristics of the ship model are listed in Table 3-1.

Parameter	Bulker	IMO limit
Turning circle, Advance	$3.7 \cdot L_{pp}$	$4.5 \cdot L_{pp}$
Turning circle, Tactical diameter	$3.4 \cdot L_{pp}$	$5.0 \cdot L_{pp}$
10/10 zig-zag, 1 st overshoot angle	9.0 deg	16.8 deg
10/10 zig-zag, 2 nd overshoot angle	17.5 deg	35.2 deg
20/20 zig-zag, 1 st overshoot angle	14.5 deg	25.0 deg
Crash stop, Track reach	$22.6 \cdot L_{pp}$	$15 \cdot L_{pp}$

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 Condition Ship No.		Bulker Deep Load 3291
Length between Perpendiculars	m	182.0
Length overall	m	190.0
Breadth moulded	m	32.26
Depth moulded	m	16.67
Draught fore/aft	m	11.92/11.92
Displacement	m ³	57520
Wetted Surface	m ²	8300
Frontal wind Area	m ²	450
Lateral wind Area	m ²	2050
Block Coefficient based on Lpp	-	0.822
Trim by the Stern	%	0.0
Metacentric Height	m	2.66
LCB, % of LPP forw. of LPP/2	%	3.55
Radius of Inertia, % of LPP	%	25.0
Type of Engine		Diesel
Number of Propellers		1
Type of Propellers		FP
Direction of Rotation		Right Hand
Number of Blades		4
Propeller Diameter	m	5.8
Pitch Ratio at 0.7R		0.702
Area Ratio		0.56
Shaft Power (ahead) total	kW	9466
Number of Rudders		1
Type of Rudders		Semi-Spade
Position		in CL
Area of Rudder	m ²	34.44
100 x total rudder Area/LBP x T		1.59
Turning Velocity of Rudder (two Pumps)	deg/s	4.6
Max. rudder Angle	deg	35
Anchor Weight	kg	8682
Chain Weight	kg/m	125
Number of bow Thrusters		0
Nominal bow thruster Power	kW	-
Number of stern Thrusters		0

Table 4-1: Ship Particulars

5 Equilibrium Speeds

Ship Engine Setting	Propeller		Speed, knots	
	RPM	Pitch	1000 m	14.3 m
1.0	127	0.702	15.0	12.1
0.8	88	"	10.9	9.4
0.5	68	"	8.3	7.2
0.25	47	"	5.0	4.4
0.125	34	"	3.1	2.7
-0.125	-34	"	-2.0	-1.4
-0.25	-47	"	-3.0	-2.3
-0.5	-68	"	-4.9	-3.6
-1.0	-80	"	-6.2	-4.7

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.

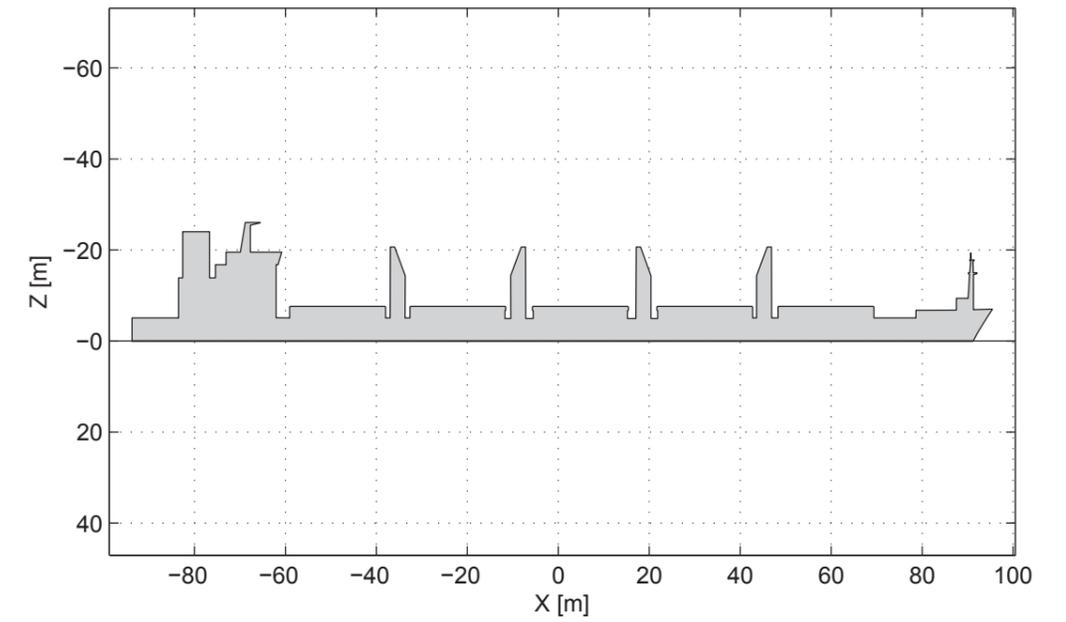
Mathematical Ship Model No. 3291
Nord Cecilie

Plots of Standard and Check Manoeuvres

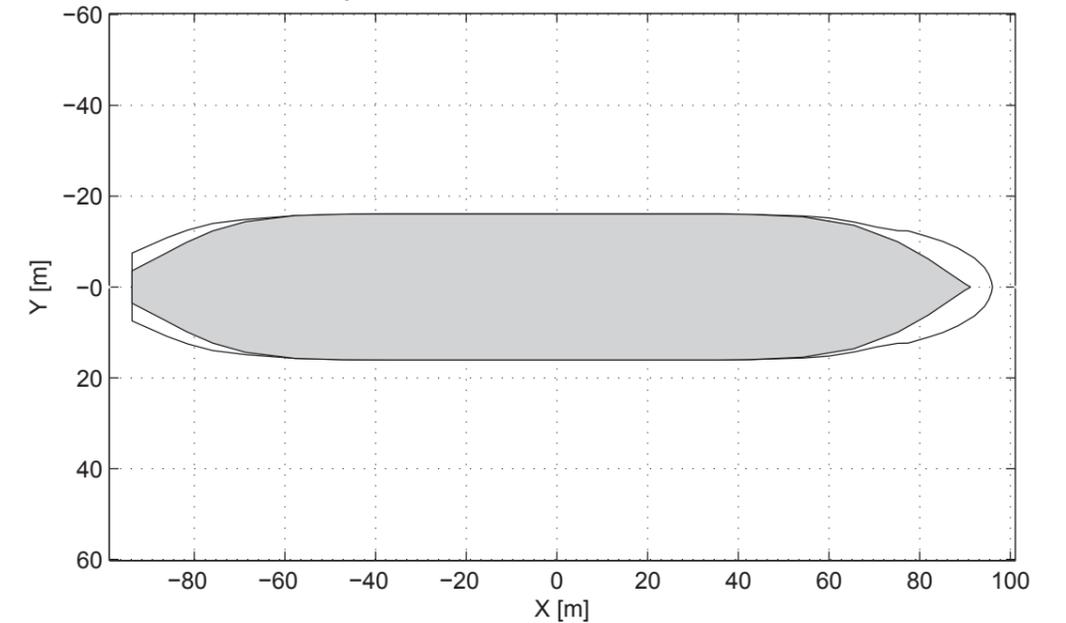
List of Contents

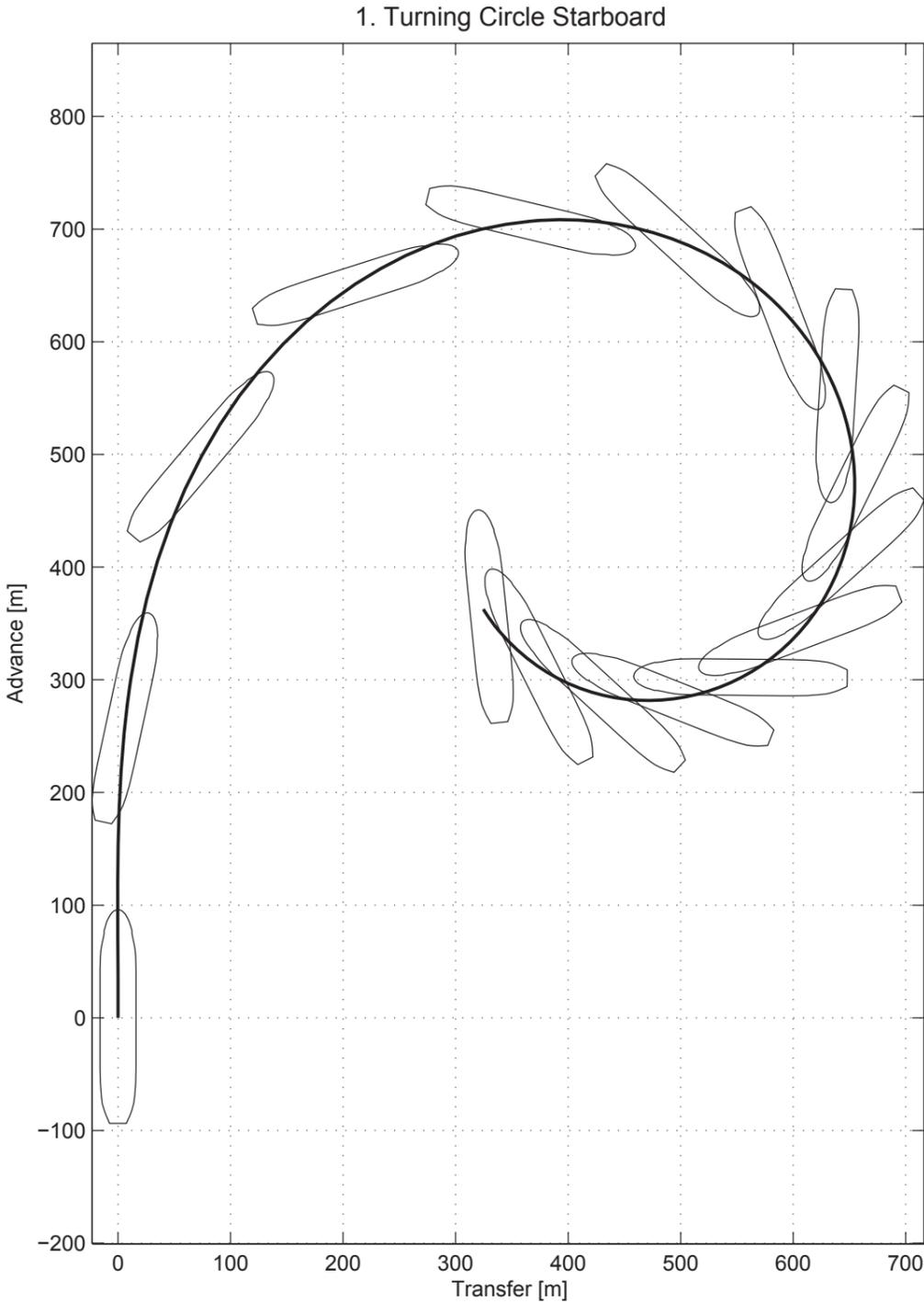
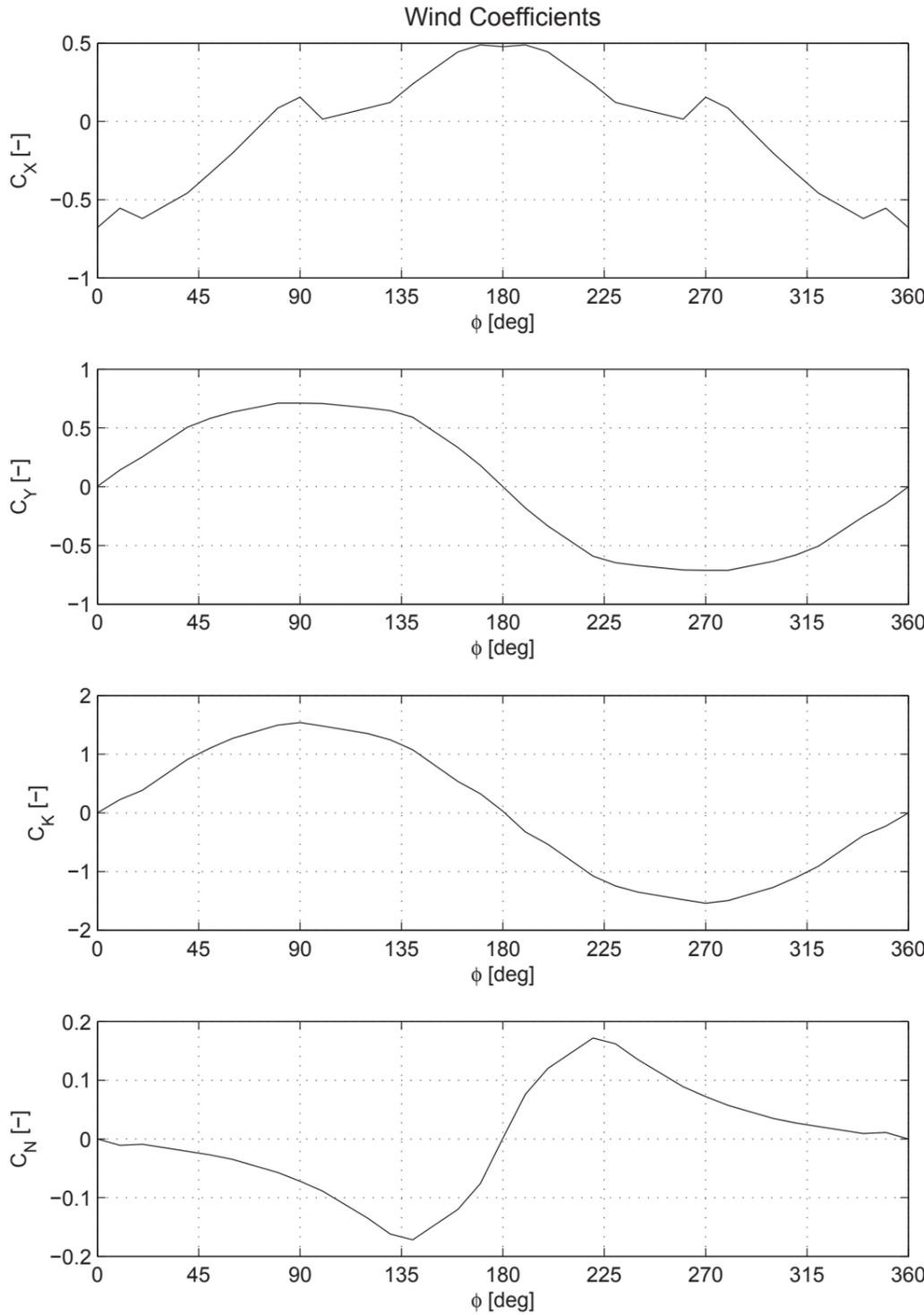
Side View and Birds Eye View	3
Wind Coefficients	4
1. Turning Circle Starboard	5
2. Turning Circle Port	7
3. Turning Circle Starboard, Shallow Water	9
4. Zig-zag 10/10	11
5. Zig-zag 20/20	12
6. Combined Dieudonne- and Reverse Spiral	13
7. Acceleration	14
8. Crash Stop	15
9. Coasting Stop	16
10. Going 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

Side View of Ship 3291



Birds Eye View – Maximum Outline and Waterline





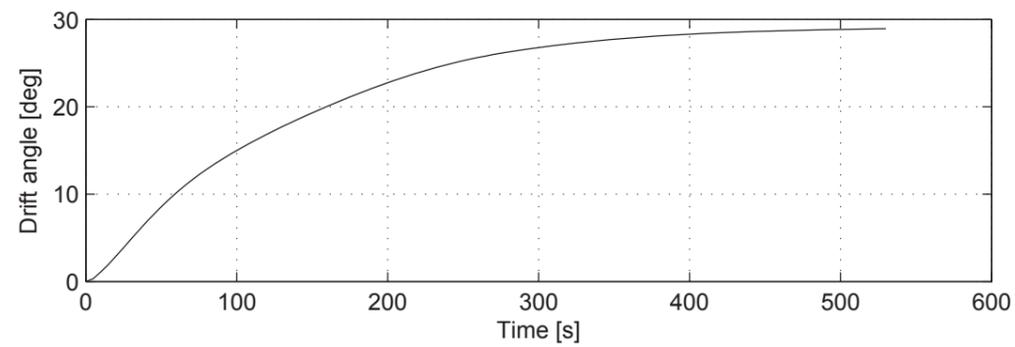
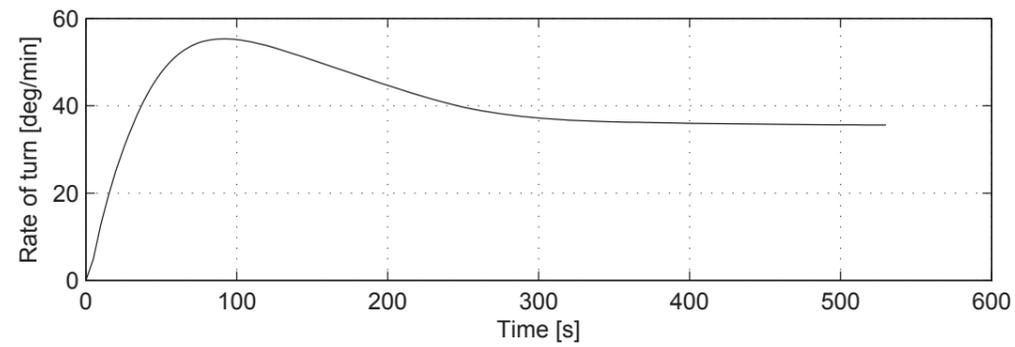
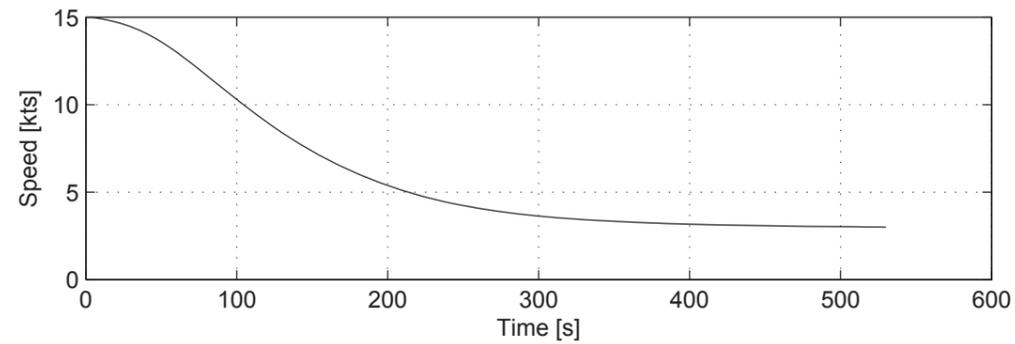
1. Turning Circle Starboard

Initial Conditions and Controls

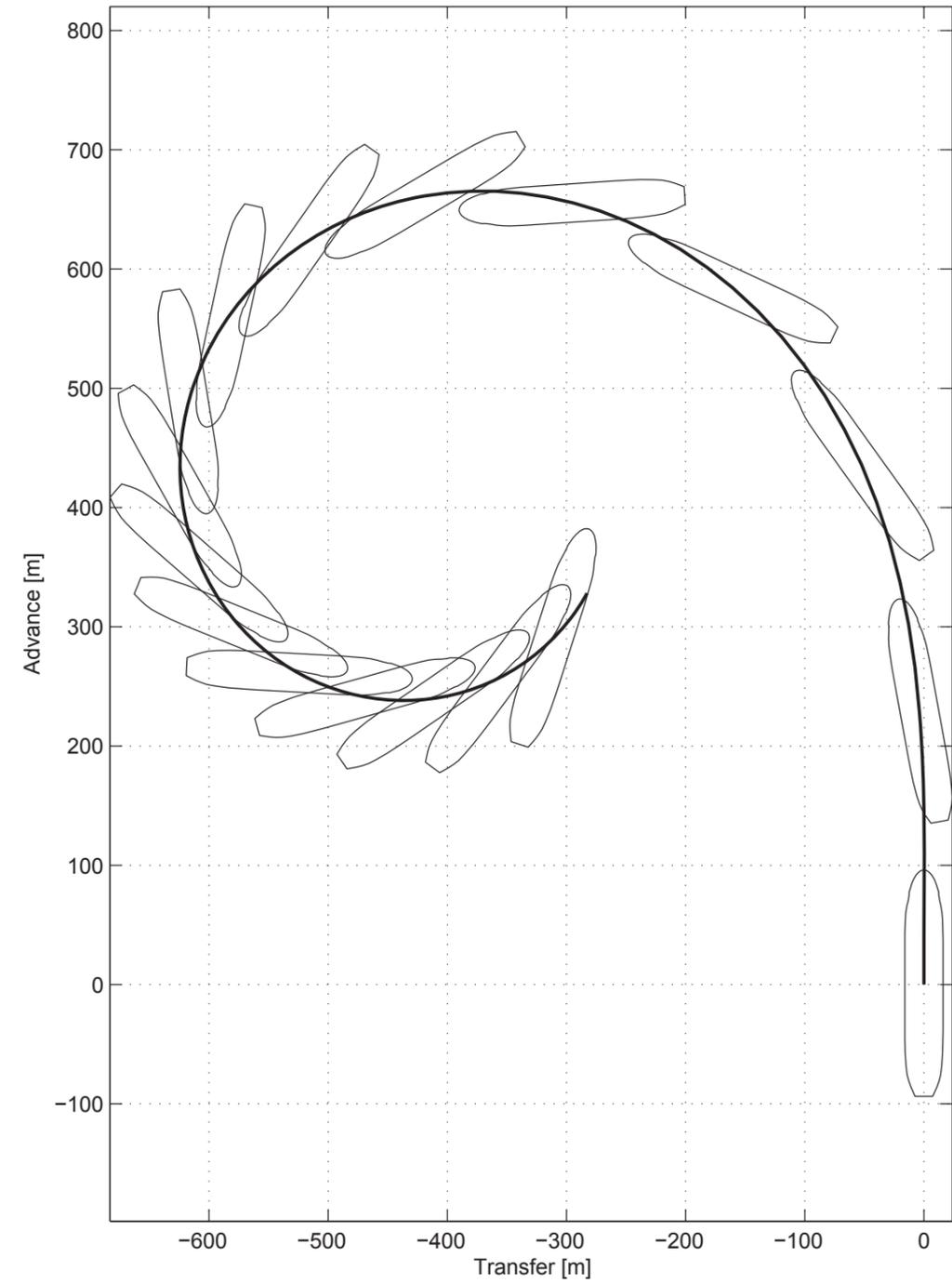
Approach speed : 15.0 knots
 Rudder deflection : -35 deg
 Water depth : $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : 694 m
 Transfer : 301 m
 Tactical diameter : 634 m
 Steady diameter : 330 m



2. Turning Circle Port



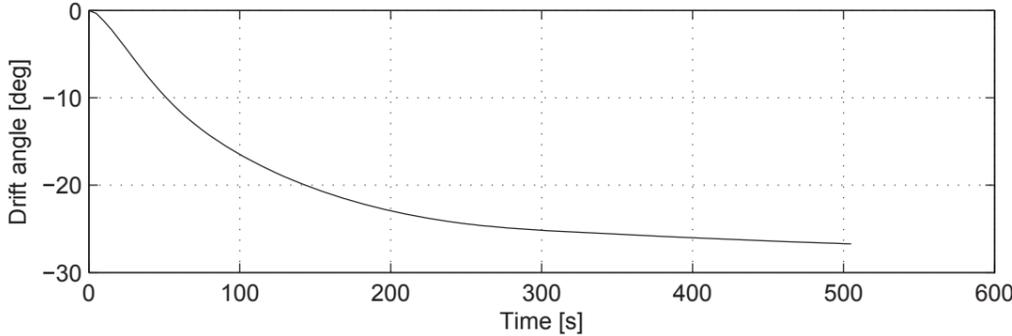
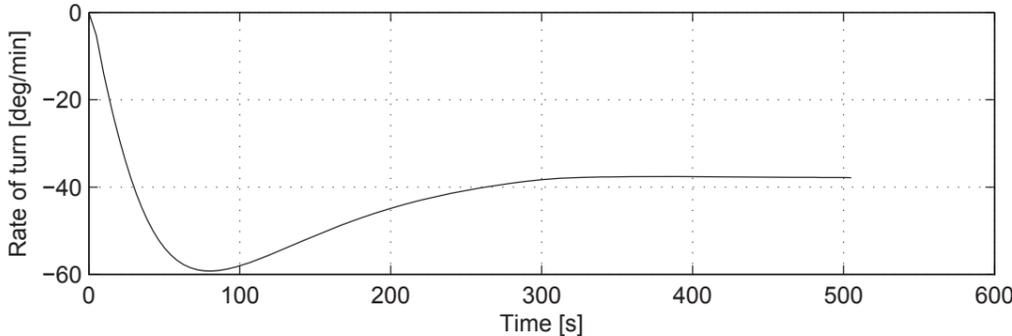
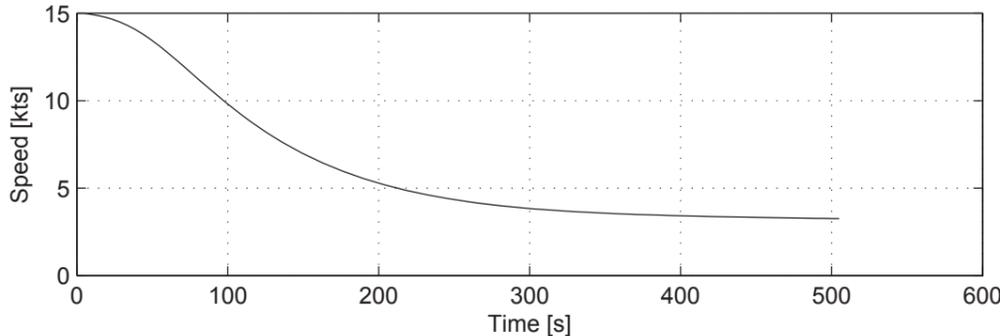
2. Turning Circle Port

Initial Conditions and Controls

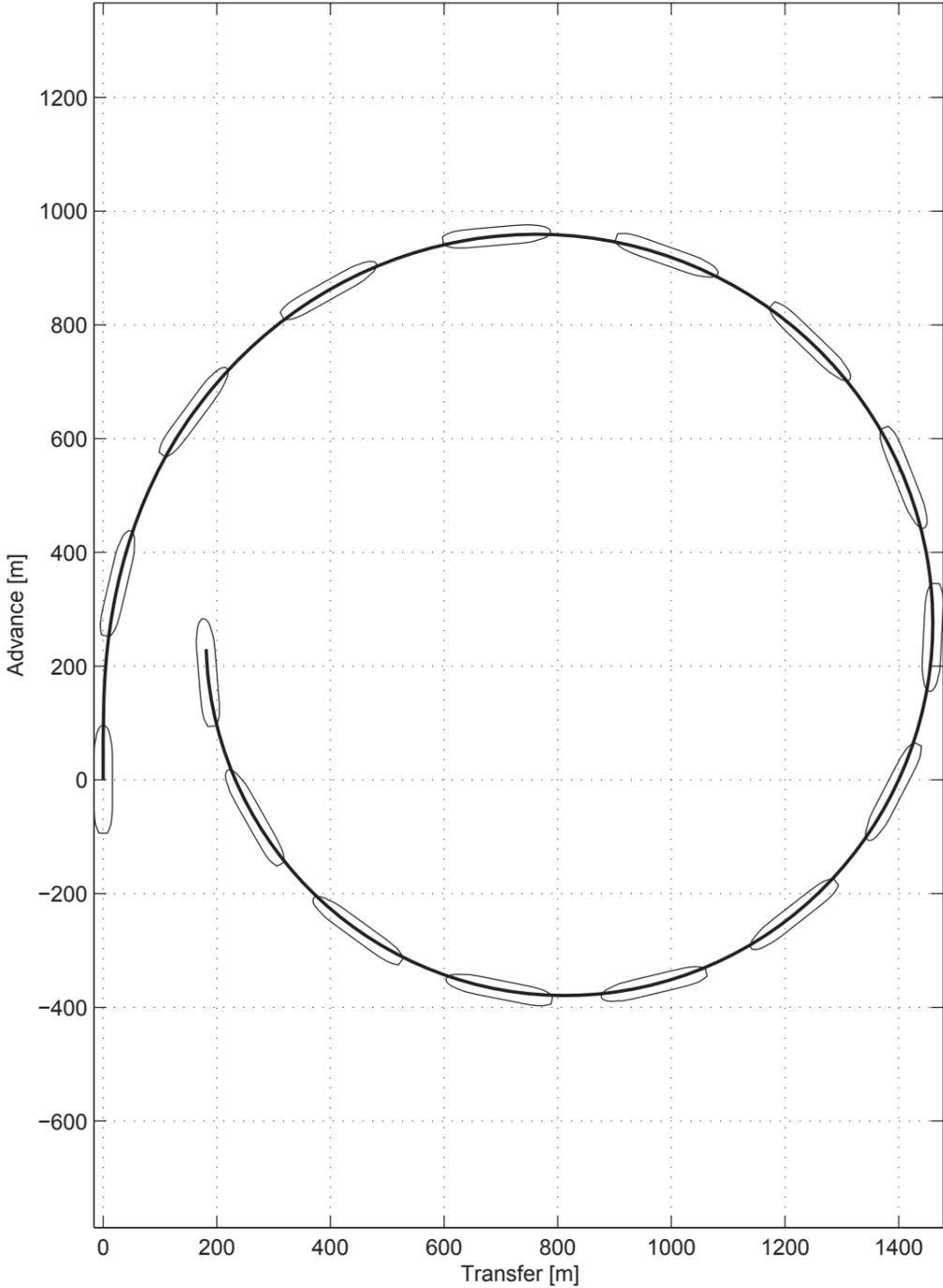
Approach speed : 15.0 knots
 Rudder deflection : 35 deg
 Water depth : $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : 649 m
 Transfer : 272 m
 Tactical diameter : 603 m
 Steady diameter : 337 m



3. Turning Circle Starboard, Shallow Water



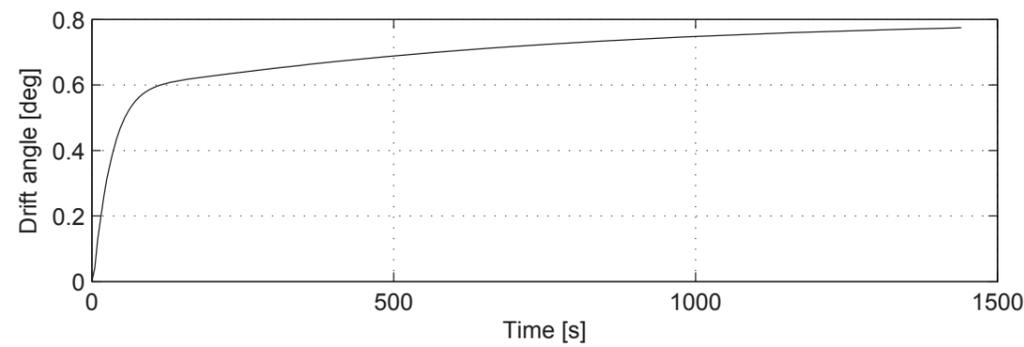
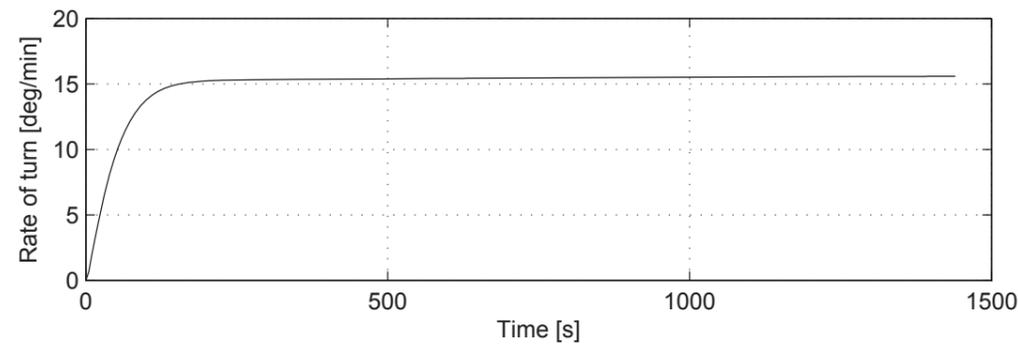
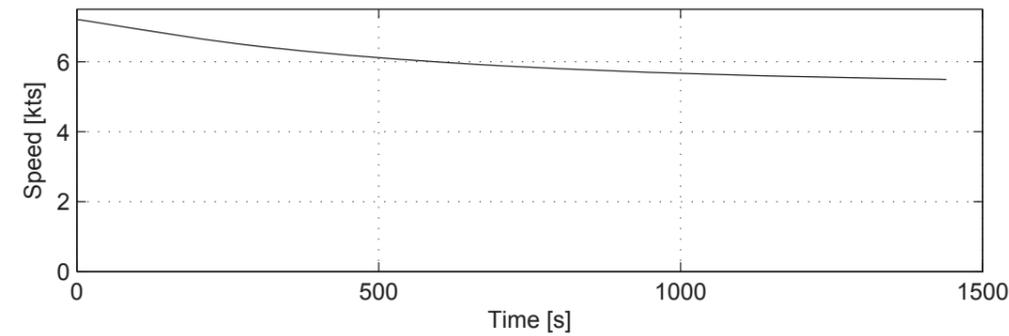
3. Turning Circle Starboard, Shallow Water

Initial Conditions and Controls

Approach speed : 7.2 knots
 Rudder deflection : -35 deg
 Water depth : $h/T = 1.2$

Results and Equilibrium Values

Advance : 959 m
 Transfer : 756 m
 Tactical diameter : 1460 m
 Steady diameter : 1279 m



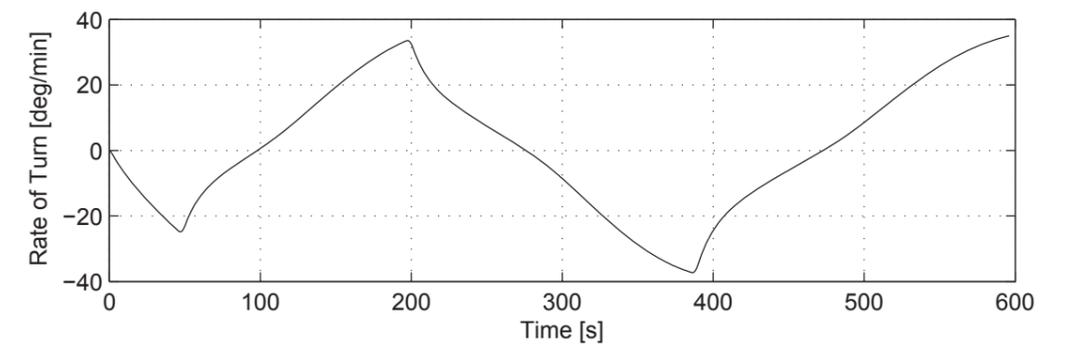
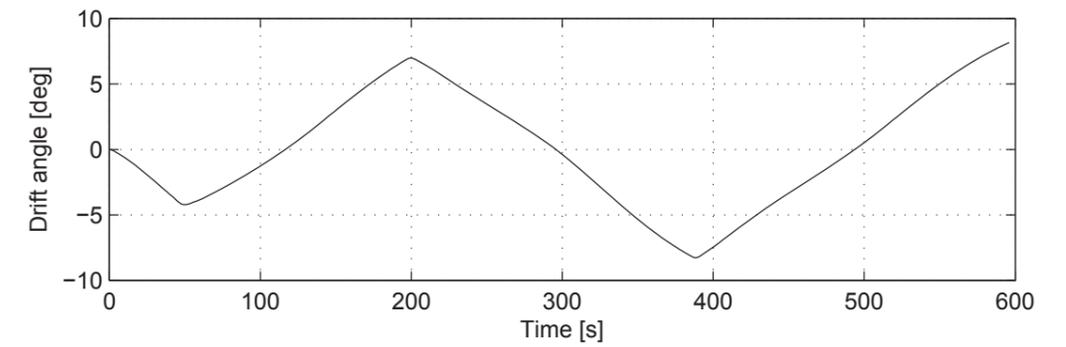
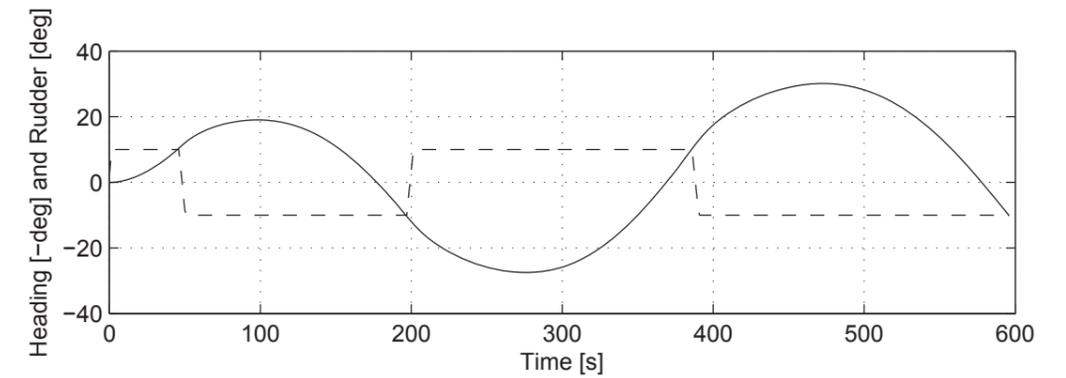
4. Zig-zag 10/10

Initial Conditions and Controls

Approach speed : 15.0 knots
 Rudder/heading deflection : 10/10 deg

Results and Equilibrium Values

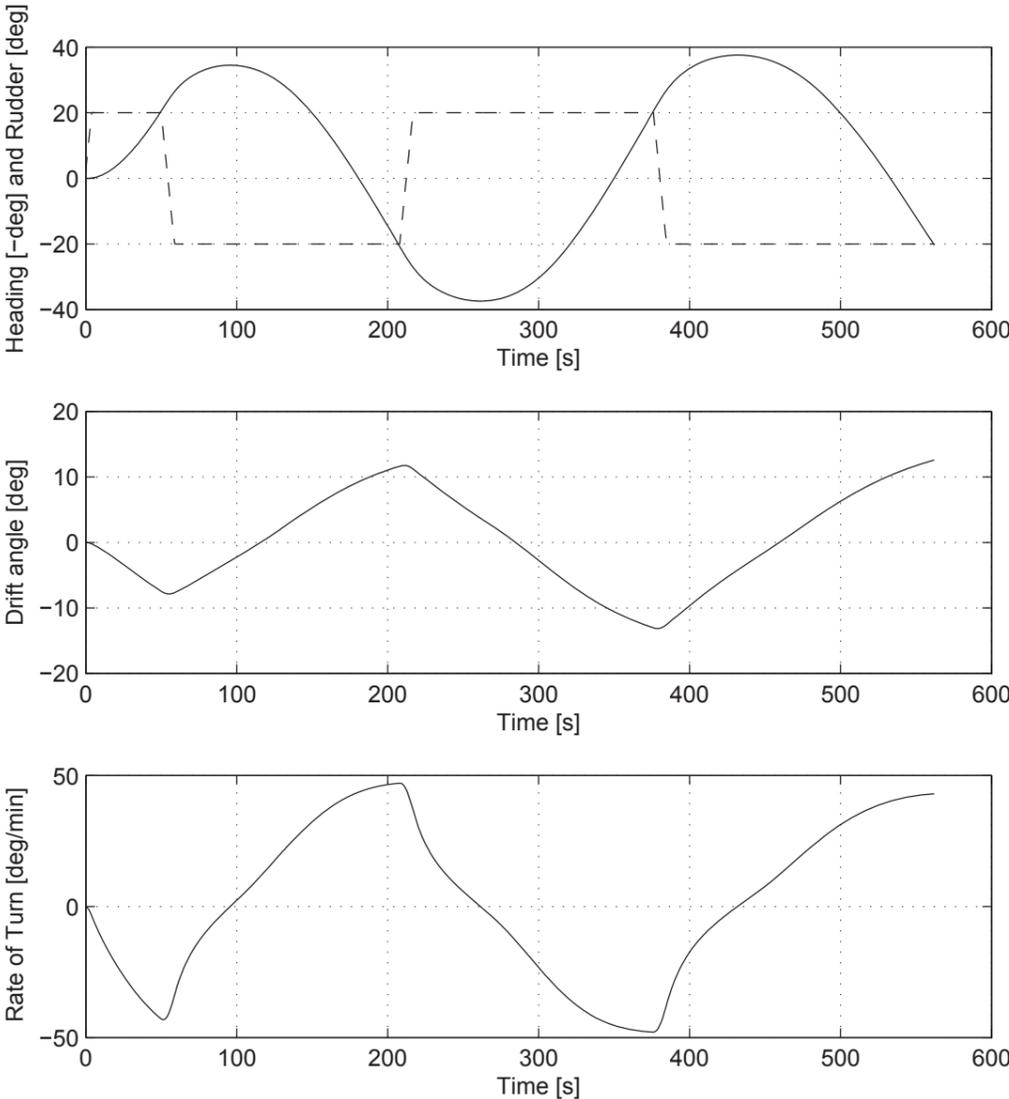
1st Overshoot Angle : 9.0 deg
 2nd Overshoot Angle : 17.5 deg
 Initial turning ability : 346 m



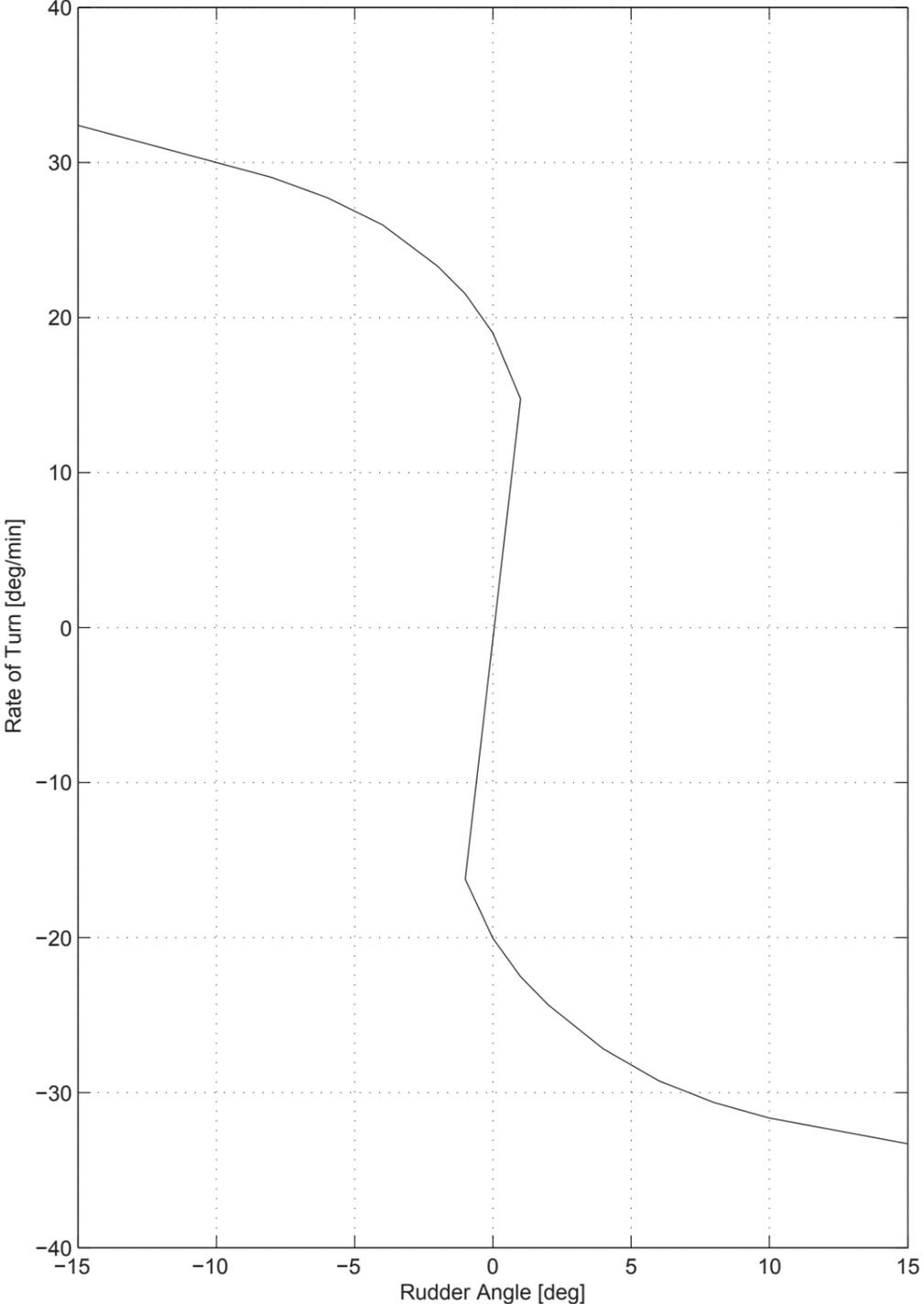
5. Zig-zag 20/20

Initial Conditions and Controls
 Approach speed : 15.0 knots
 Rudder/heading deflection : 20/20 deg

Results and Equilibrium Values
 1st Overshoot Angle : 14.5 deg
 2nd Overshoot Angle : 17.4 deg
 Initial turning ability : 372 m



6. Combined Dieudonne- and Reversed Spiral



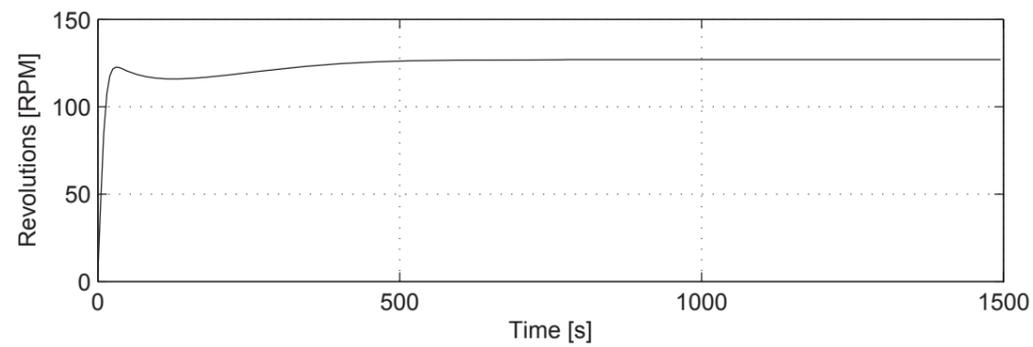
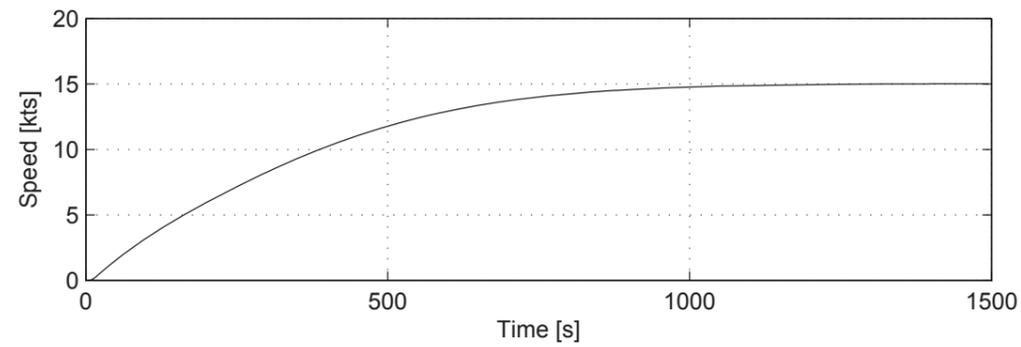
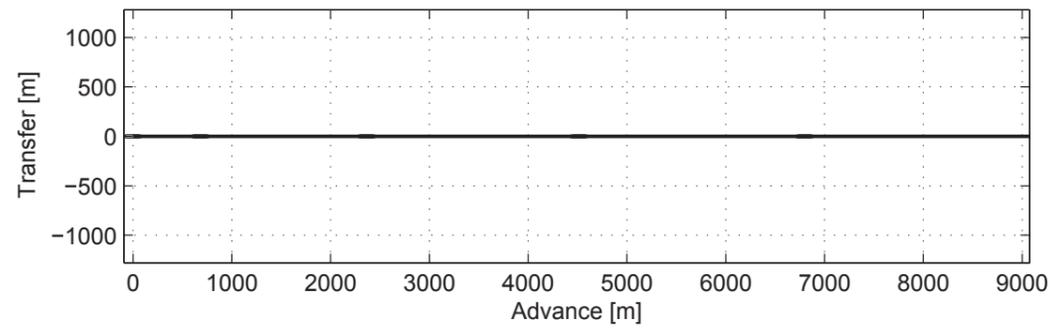
7. Acceleration

Initial Conditions and Controls

Initial speed : 0.0 knots
 Water depth : h/T = ∞

Results and Equilibrium Values

Advance : 9075 m
 Speed : 15.0 knots
 Revolutions : 127.0 RPM
 Time : 1495 s



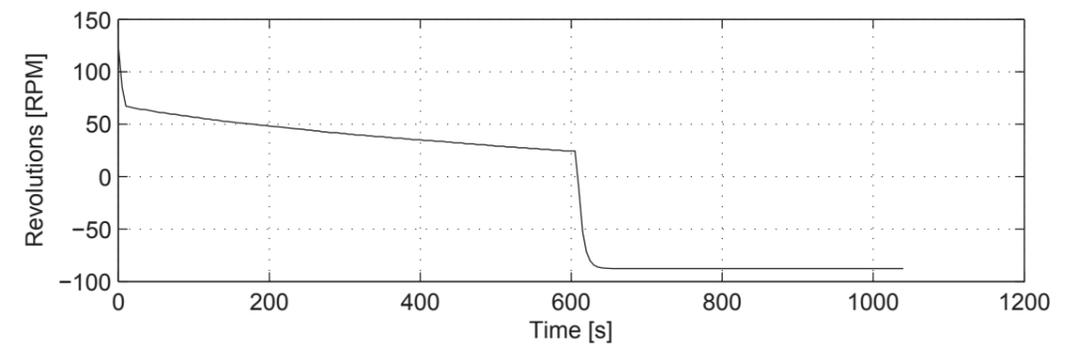
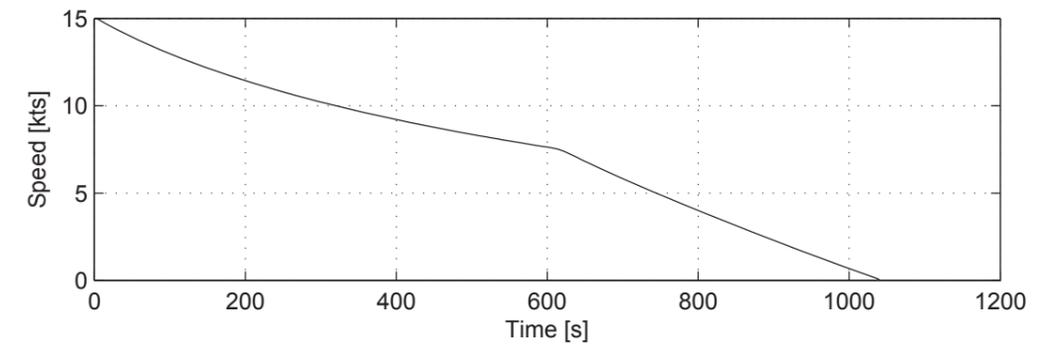
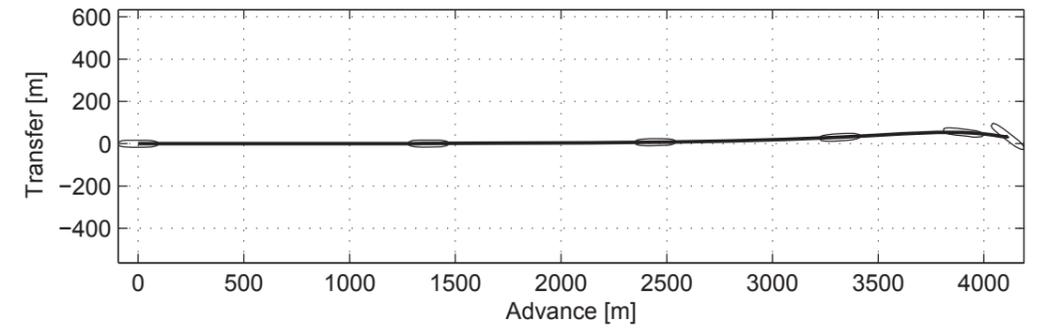
8. Crash Stop

Initial Conditions and Controls

Initial speed : 15.0 knots
 Water depth : h/T = ∞

Results and Equilibrium Values

Advance : 4116 m
 Speed : 0.1 knots
 Revolutions : -87.7 RPM
 Time : 1040 s



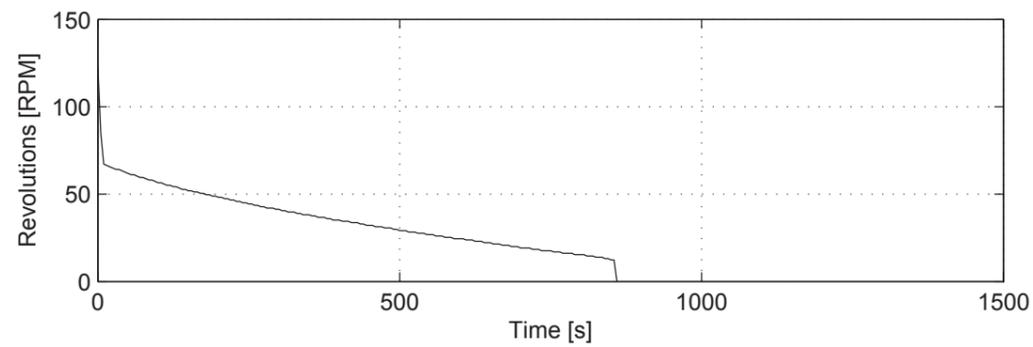
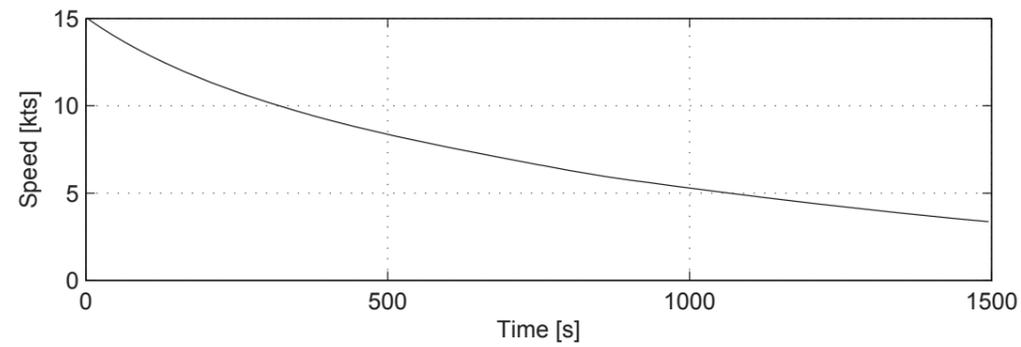
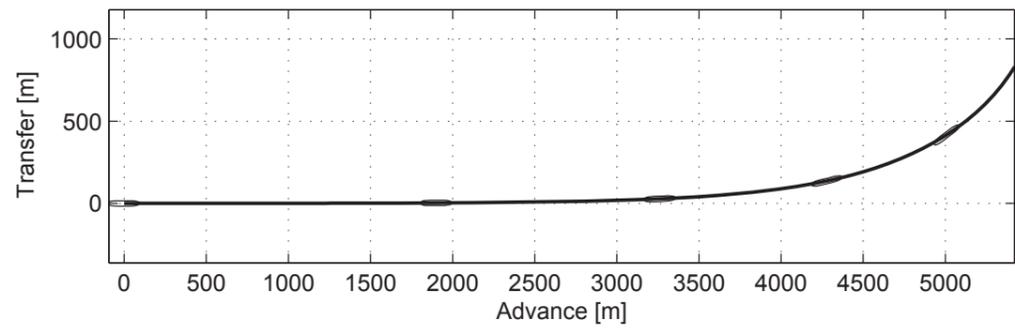
9. Coasting Stop

Initial Conditions and Controls

Initial speed : 15.0 knots
 Water depth : $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : 5421 m
 Speed : 3.4 knots
 Revolutions : 0.0 RPM
 Time : 1495 s



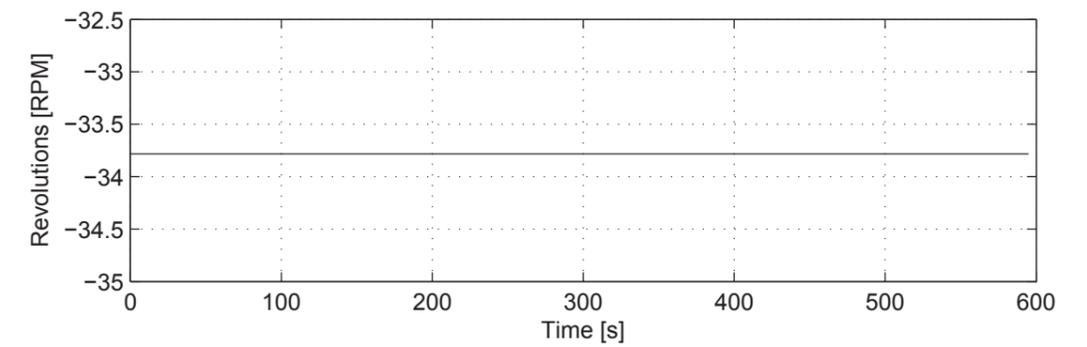
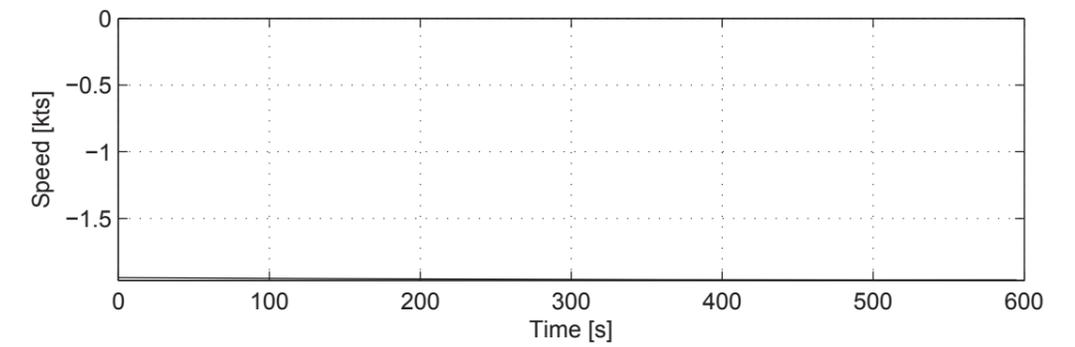
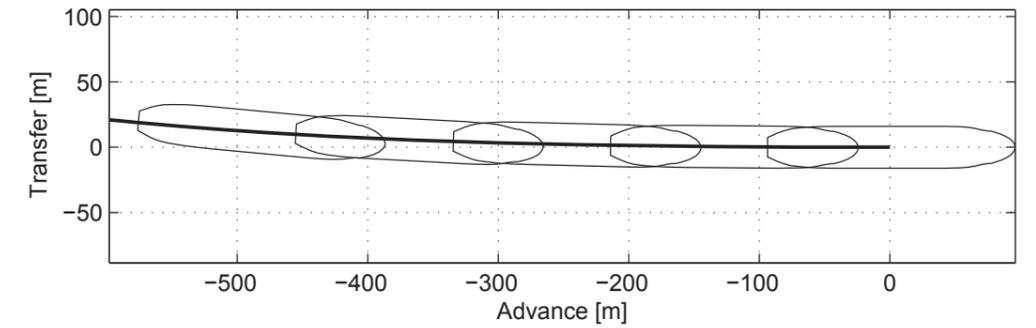
10. Going Astern

Initial Conditions and Controls

Initial speed : -1.9 knots
 Water depth : $h/T = \infty$

Results and Equilibrium Values

Advance : -598 m
 Speed : -2.0 knots
 Revolutions : -33.8 RPM
 Time : 595 s



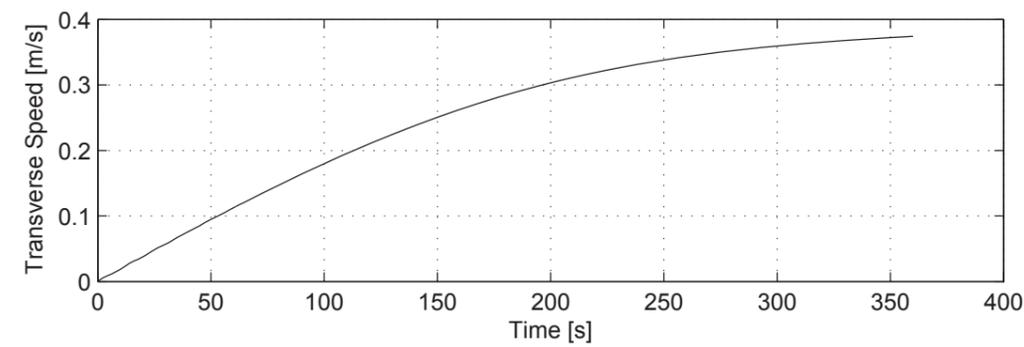
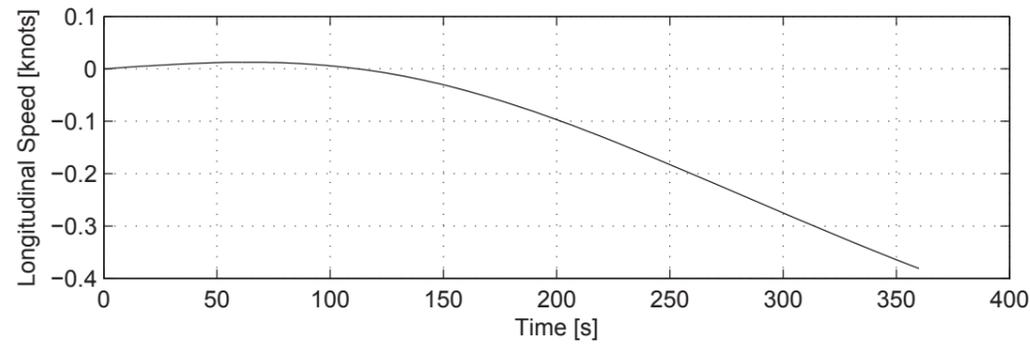
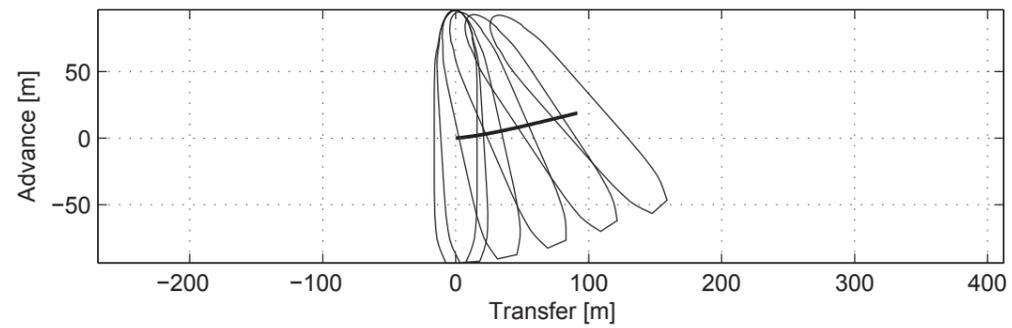
11. Drifting in Wind

Initial Conditions and Controls

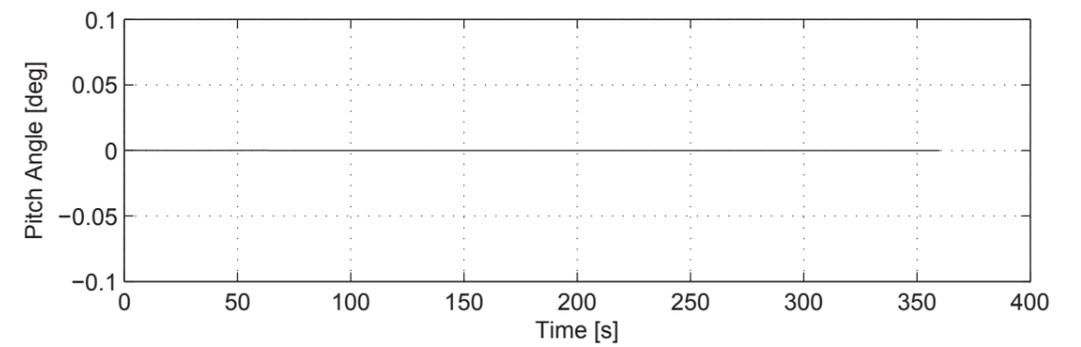
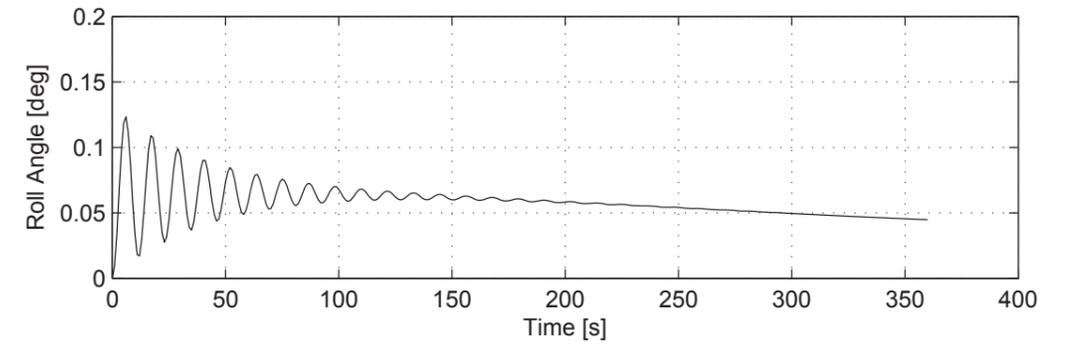
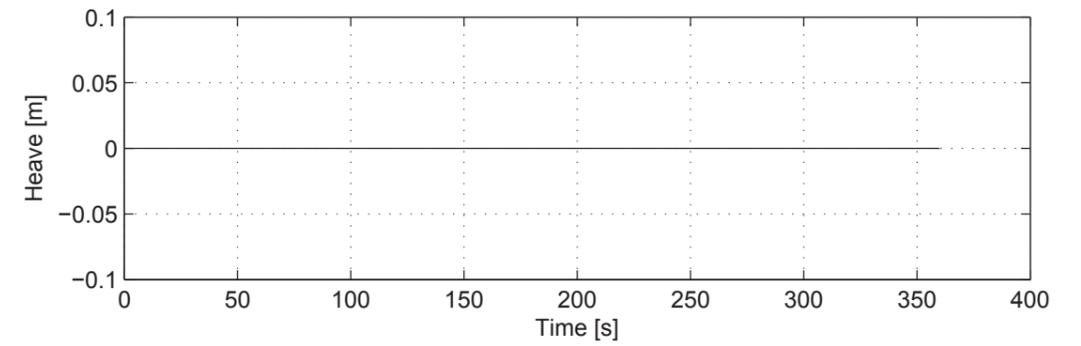
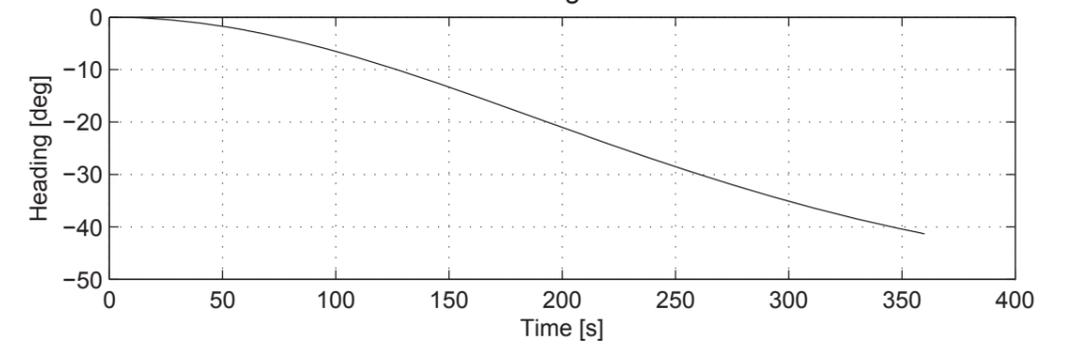
Water depth : $h/T = \infty$
 Wind speed : 15 m/s
 Wind direction : 270 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : -0.4 knots
 Transverse Speed : 0.4 m/s
 Roll Angle : 0.0 deg



11. Drifting in Wind



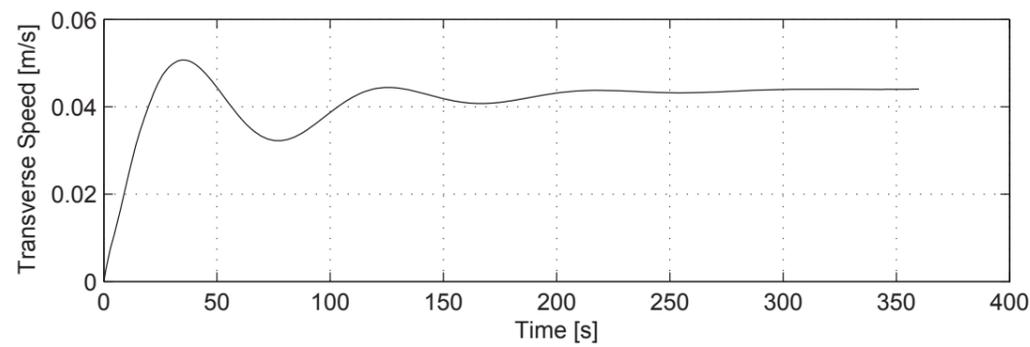
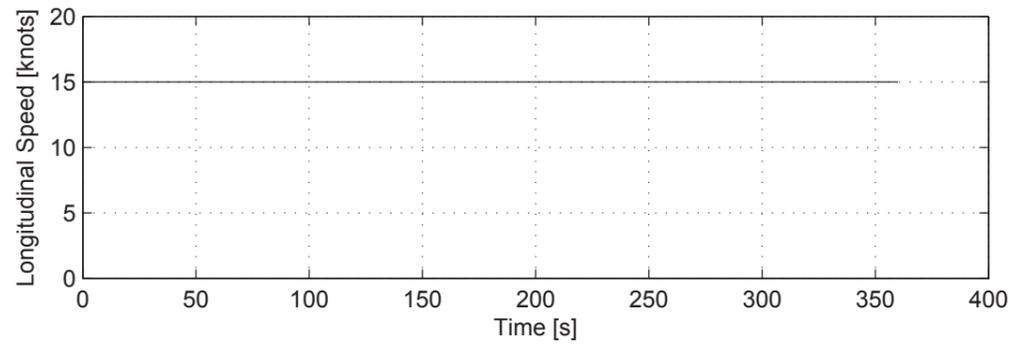
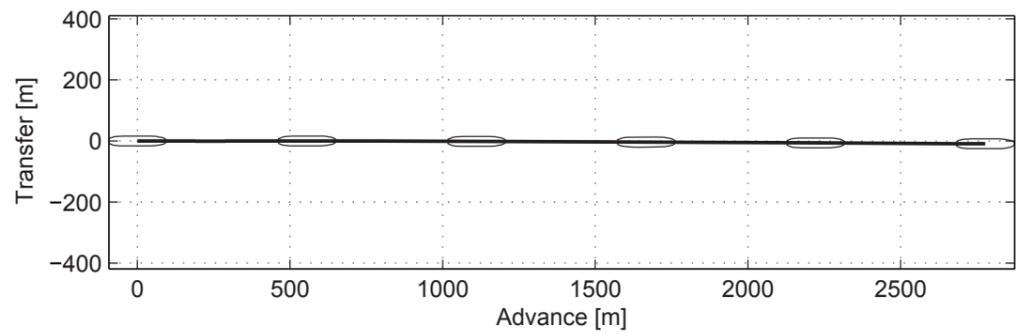
12. Sailing with Autopilot in Wind

Initial Conditions and Controls

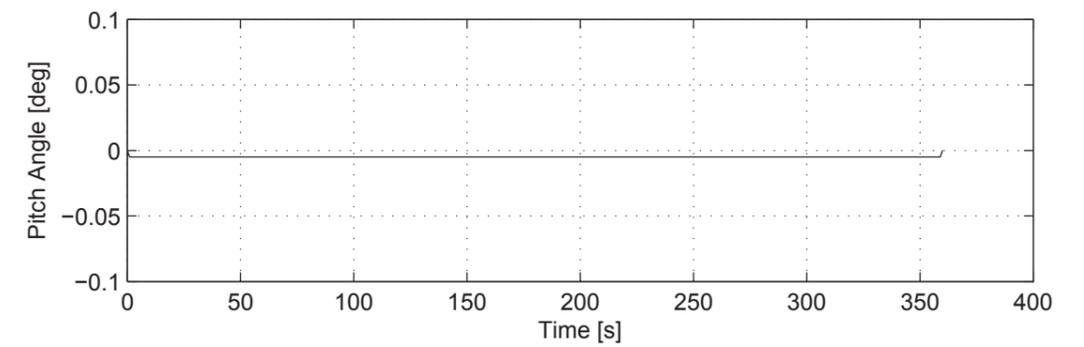
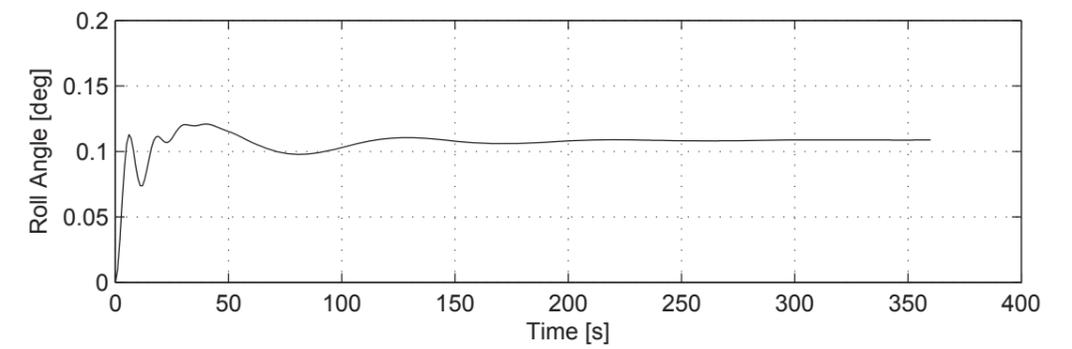
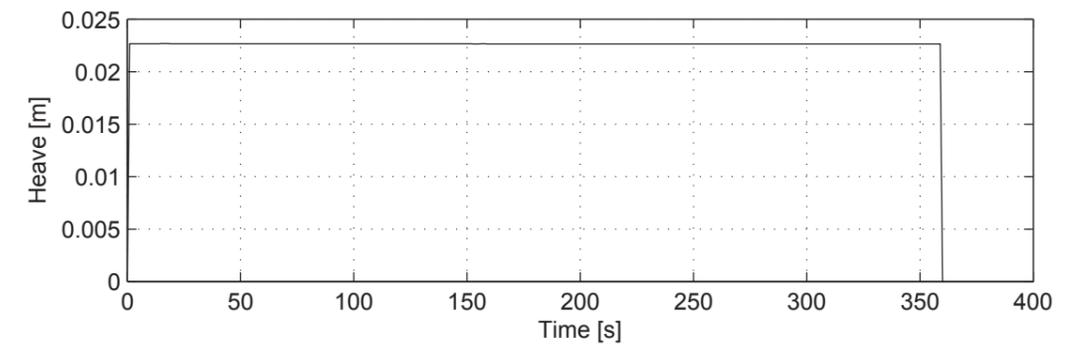
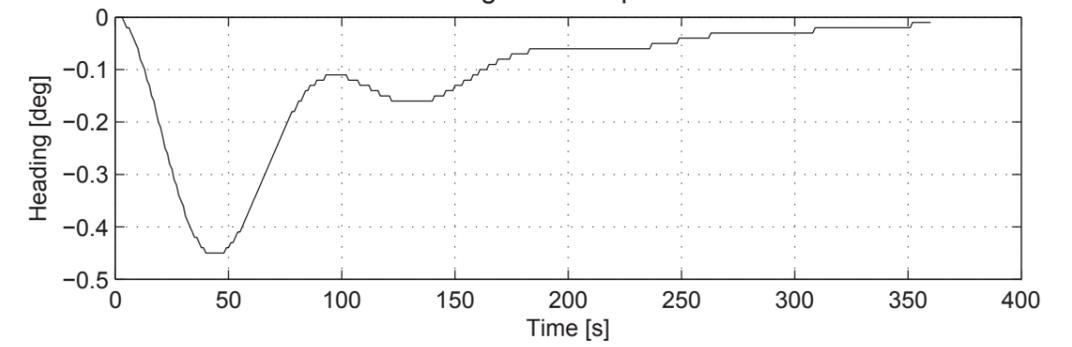
Water depth : $h/T = \infty$
 Wind speed : 15 m/s
 Wind direction : 270 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : 15.0 knots
 Transverse Speed : 0.0 m/s
 Roll Angle : 0.1 deg



12. Sailing with Autopilot in Wind



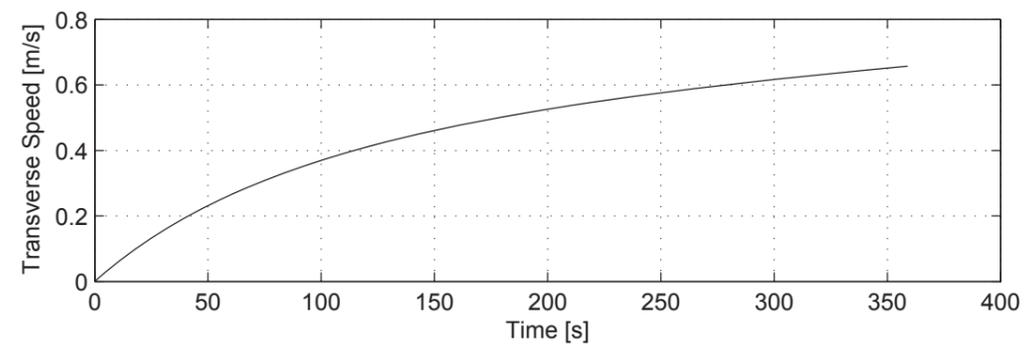
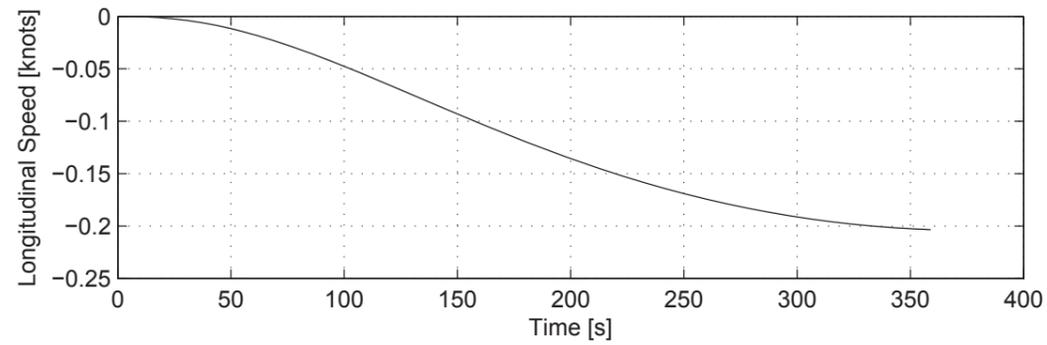
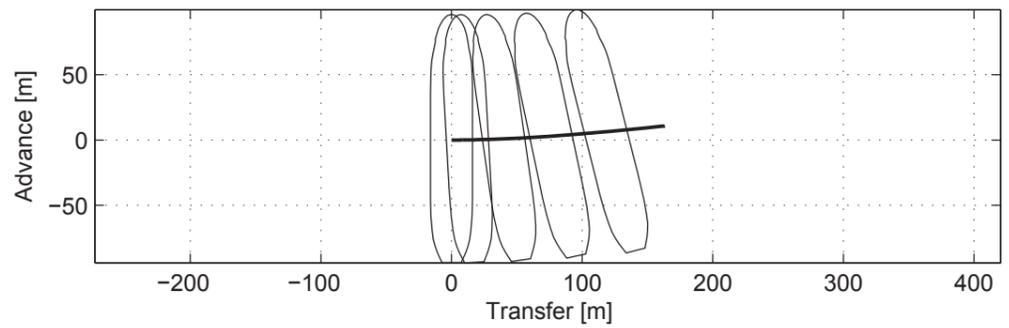
13. Drifting in Current

Initial Conditions and Controls

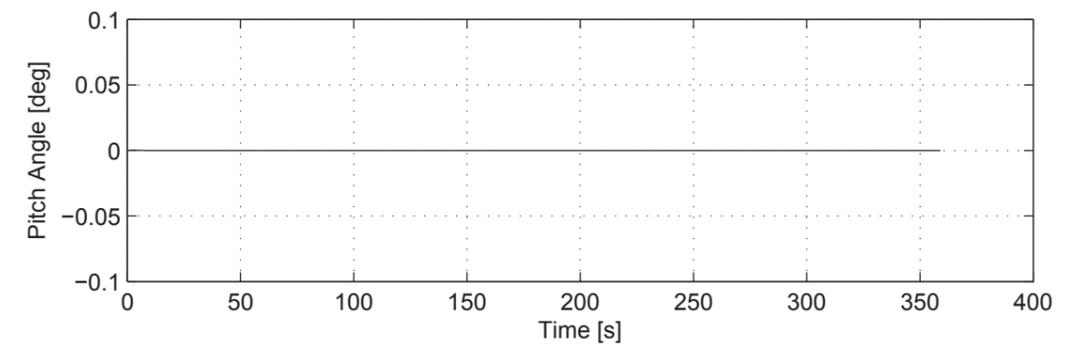
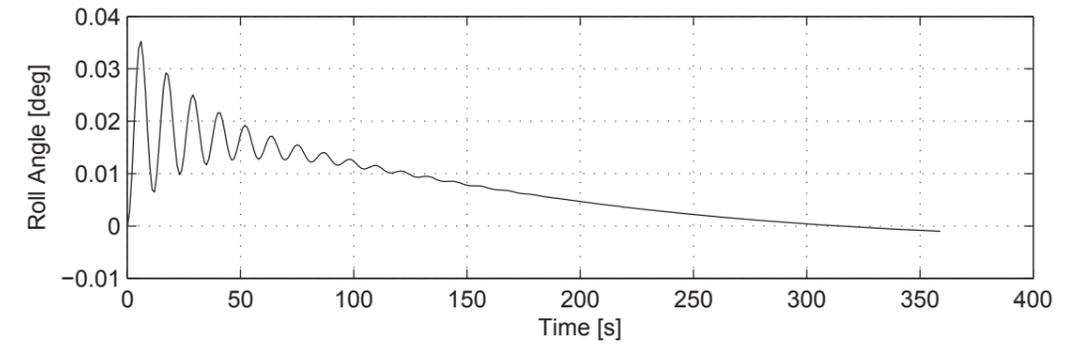
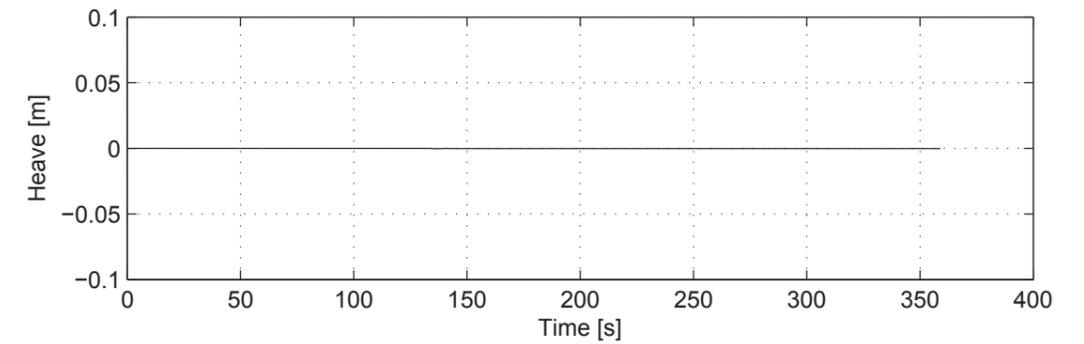
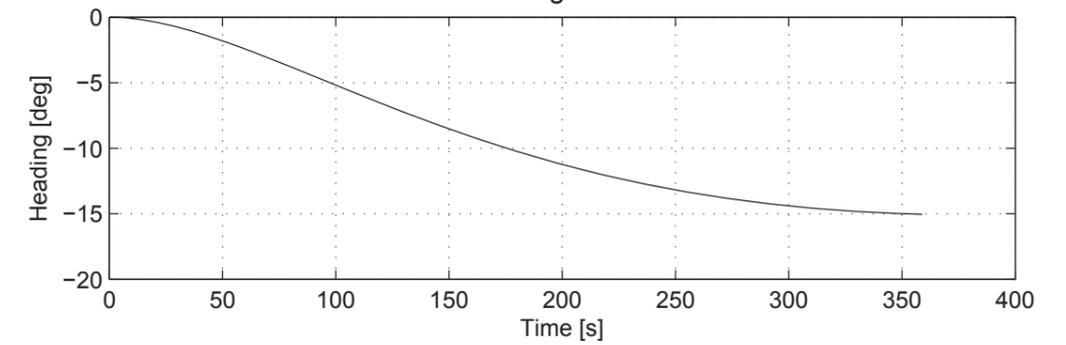
Water depth : $h/T = \infty$
 Current speed : 2 knots
 Current direction : 90 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : -0.2 knots
 Transverse Speed : 0.7 m/s
 Roll Angle : -0.0 deg



13. Drifting in Current



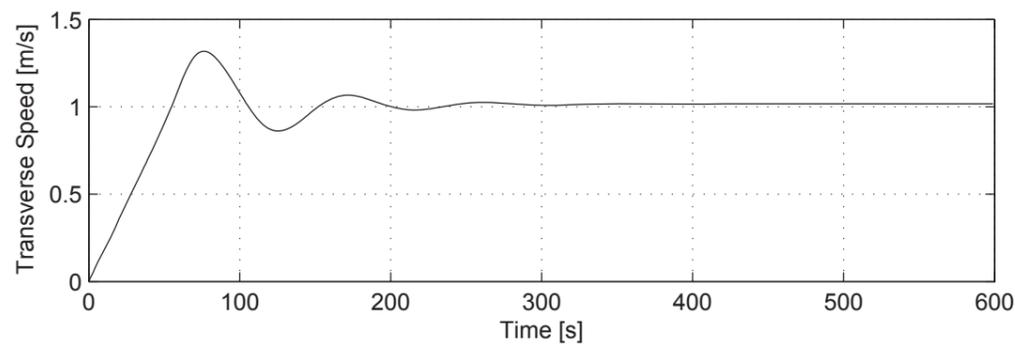
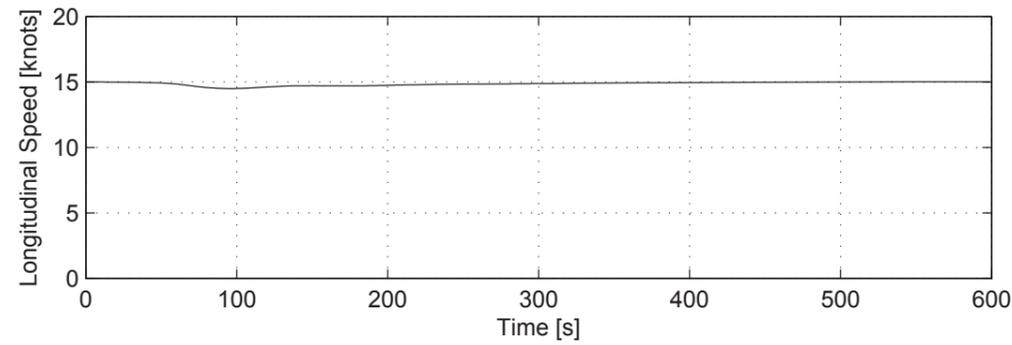
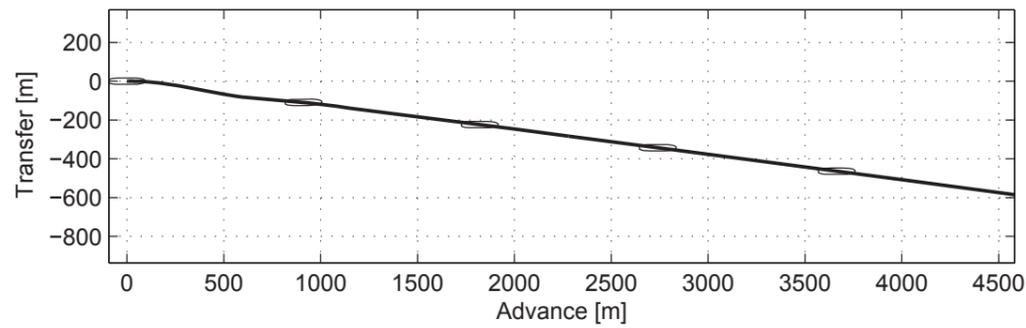
14. Sailing with Autopilot in Current

Initial Conditions and Controls

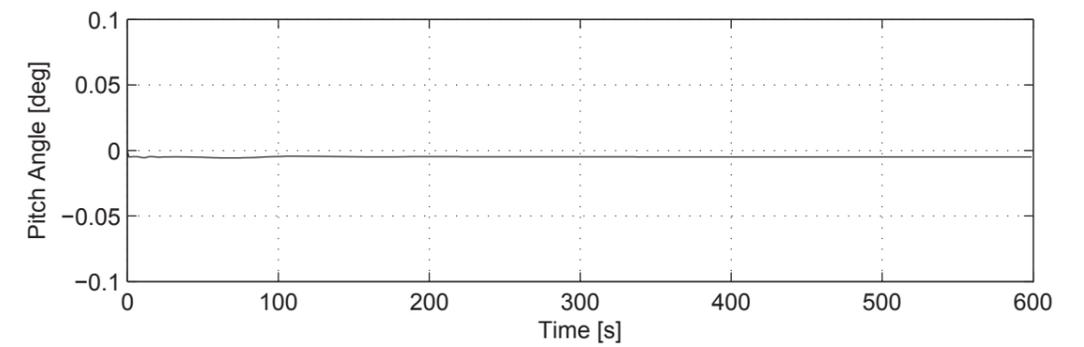
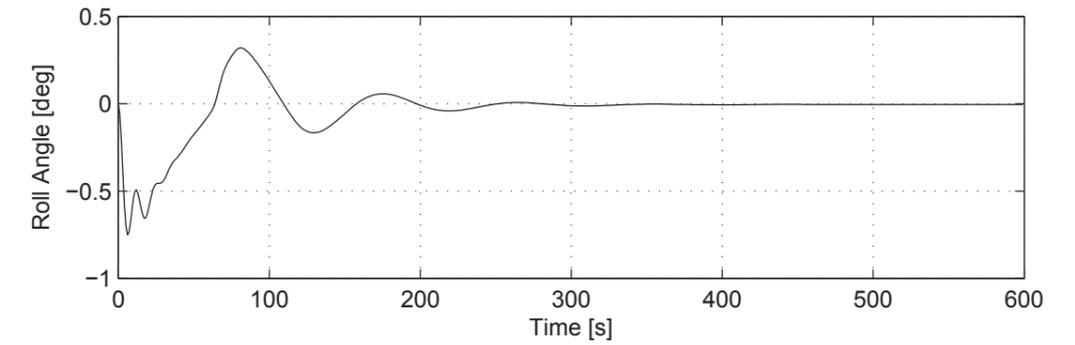
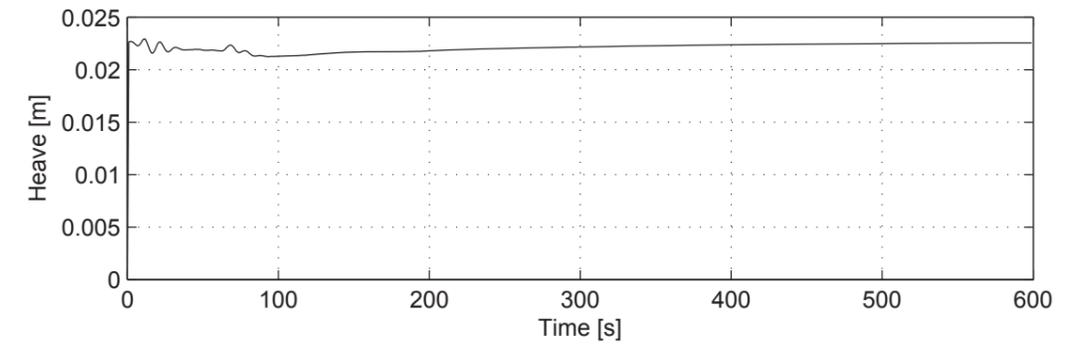
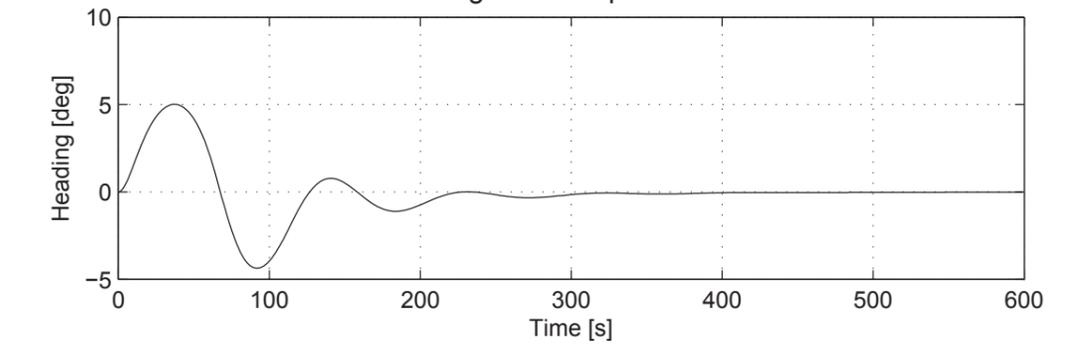
Water depth : $h/T = \infty$
 Current speed : 2 knots
 Current direction : 90 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : 15.0 knots
 Transverse Speed : 1.0 m/s
 Roll Angle : -0.0 deg



14. Sailing with Autopilot in Current



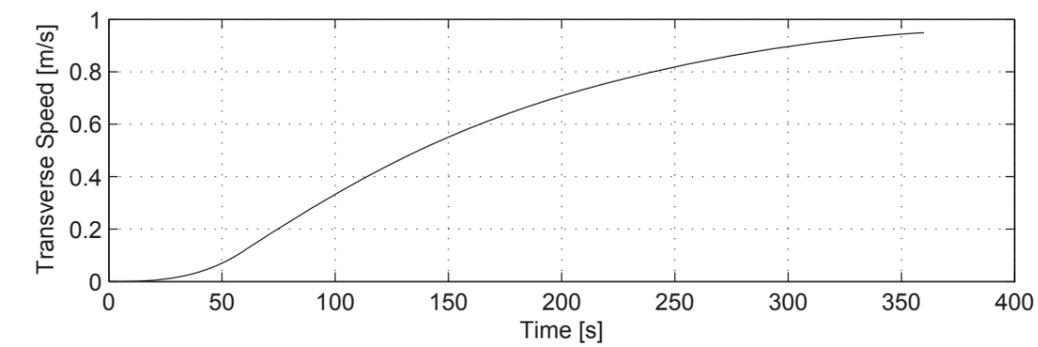
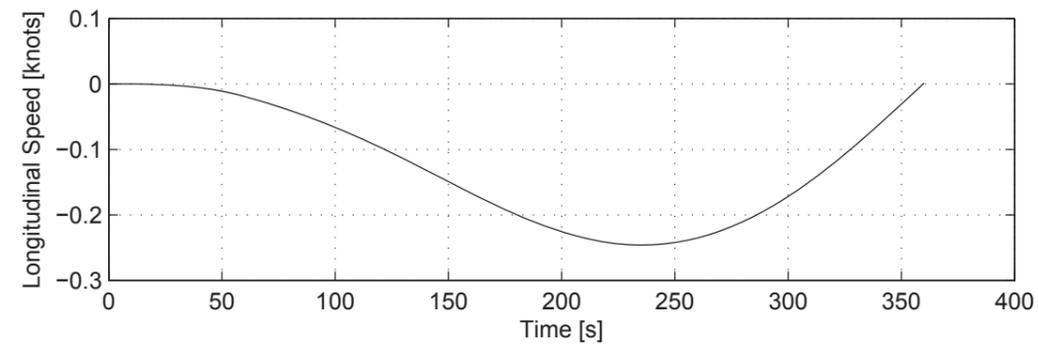
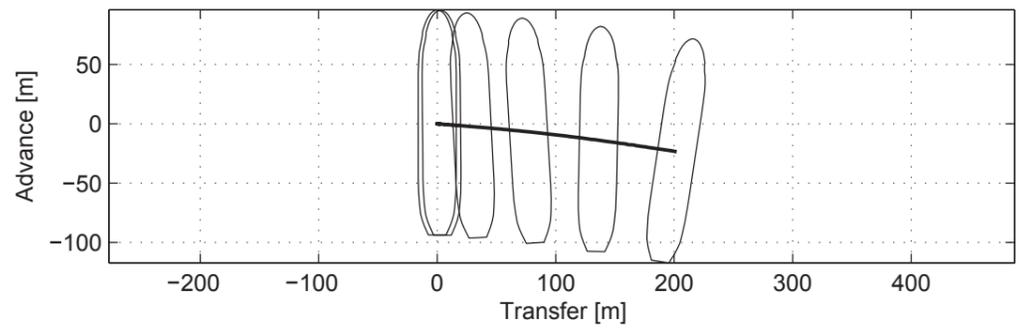
15. Drifting in Waves

Initial Conditions and Controls

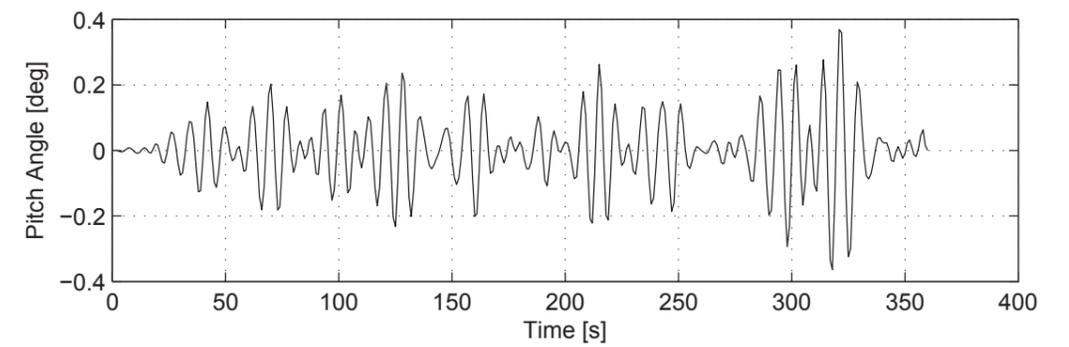
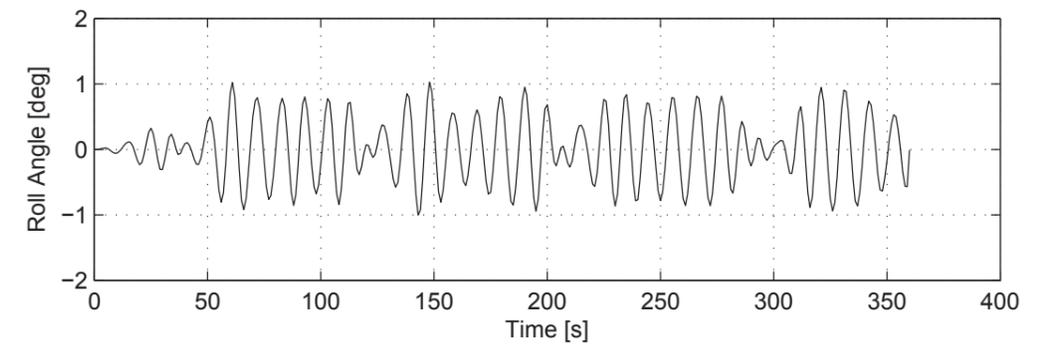
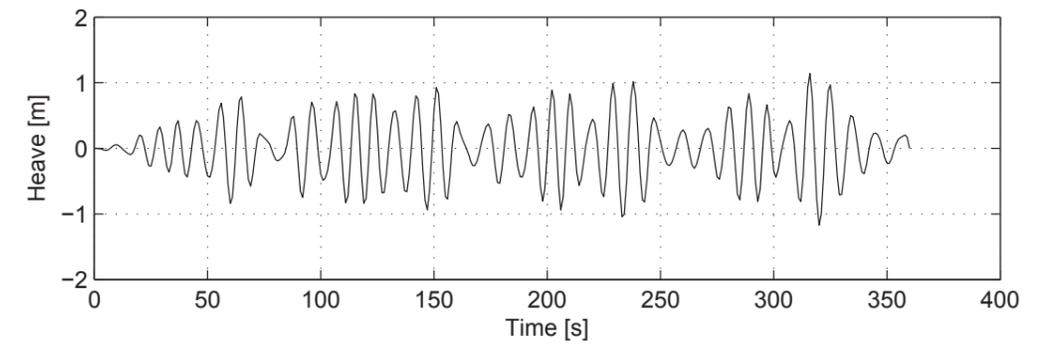
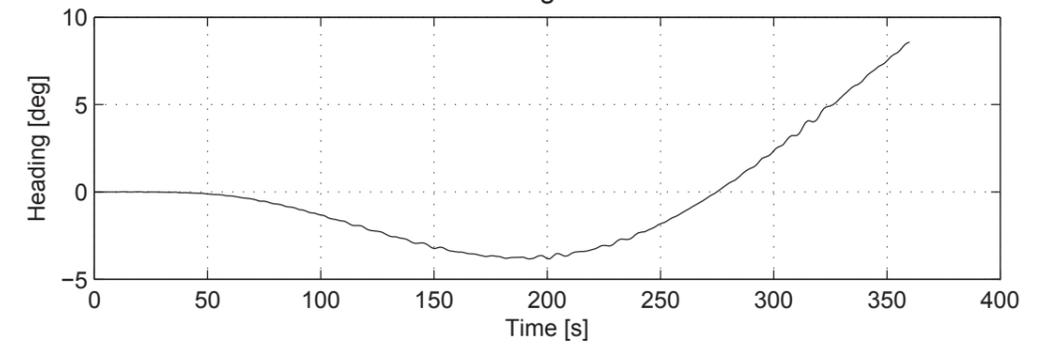
Water depth : $h/T = \infty$
 Wave height (H_s) : 3 m
 Wave period (T_p) : 9.1 s
 Wave direction : 90 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : 0.0 knots
 Transverse Speed : 0.9 m/s
 Maximum Roll Angle : 1.0 deg



15. Drifting in Waves



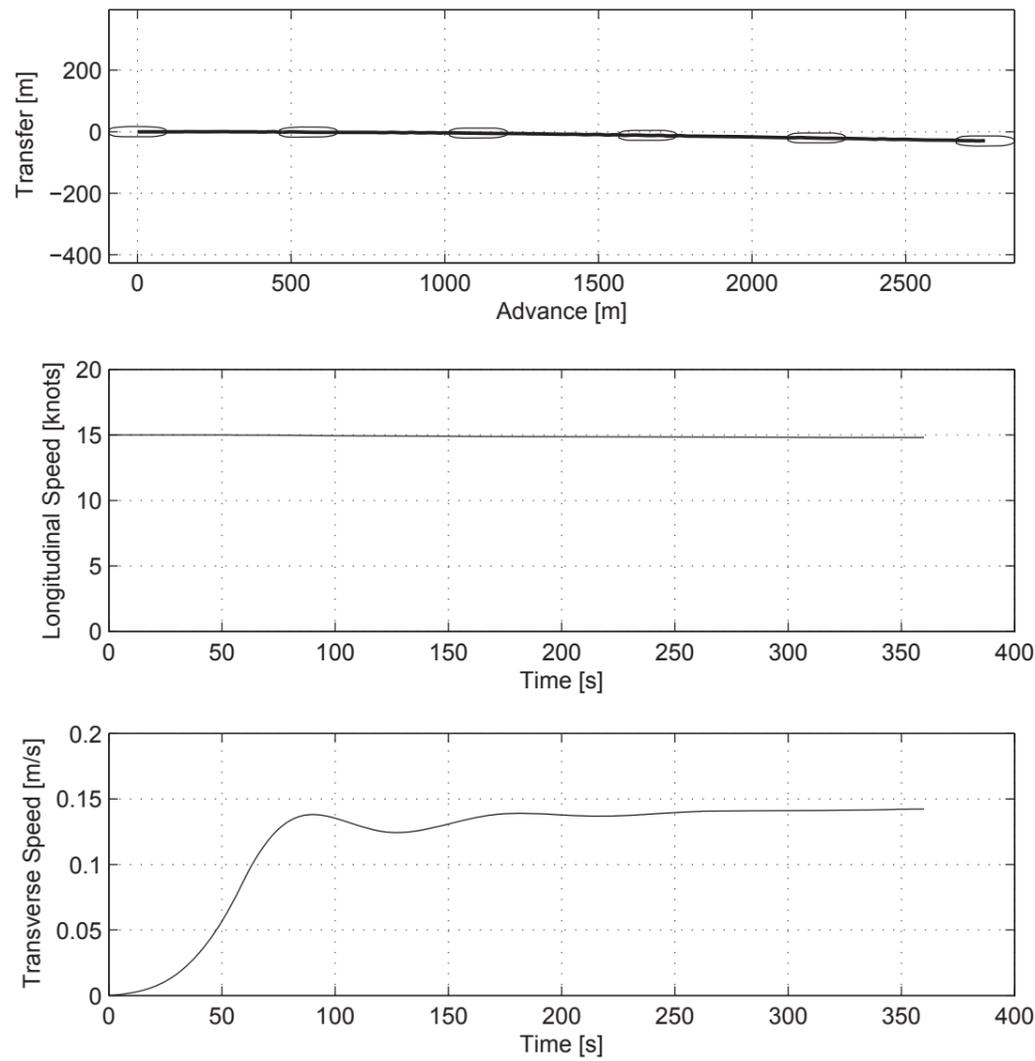
16. Sailing with Autopilot in Waves

Initial Conditions and Controls

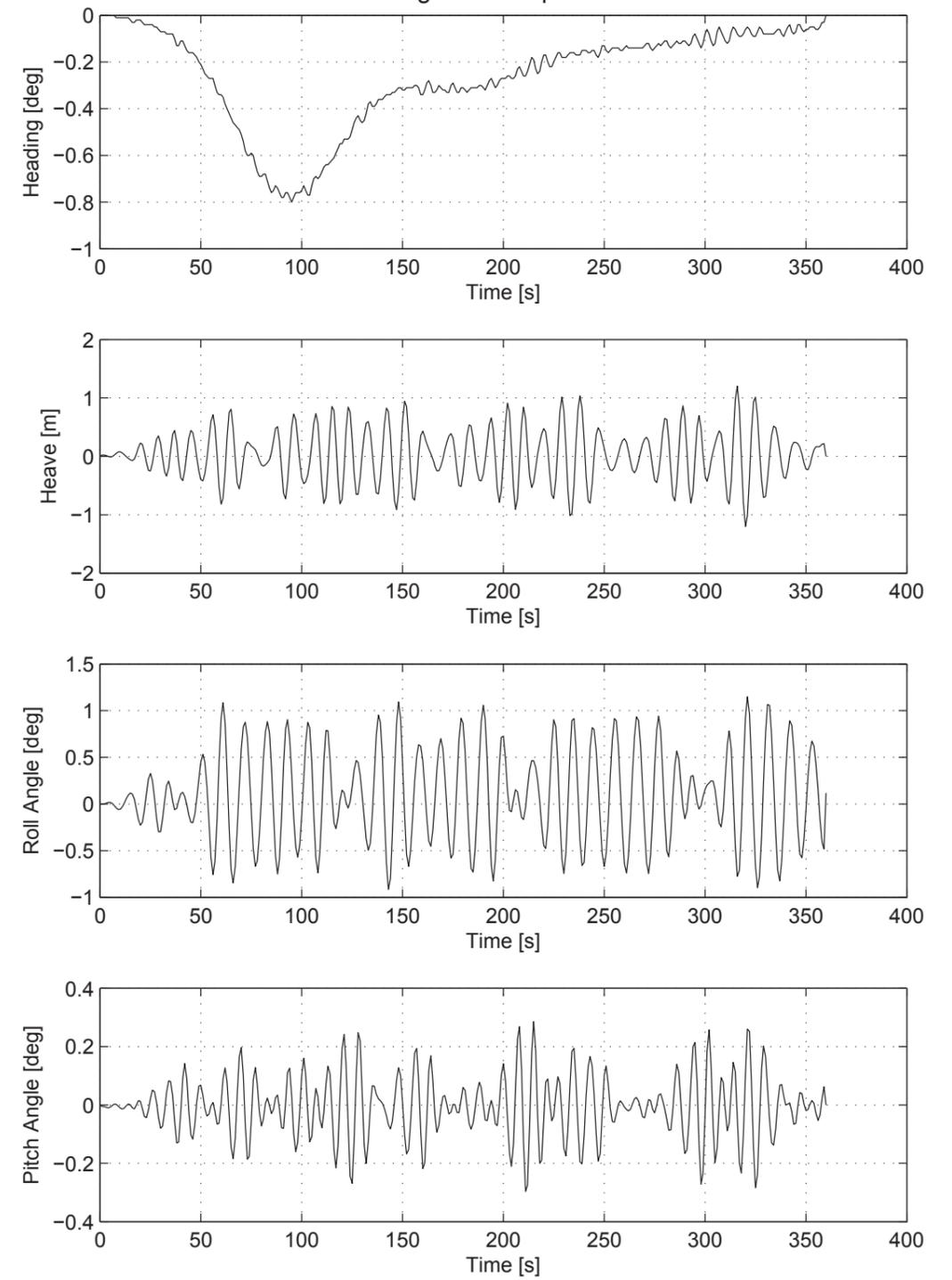
Water depth : $h/T = \infty$
 Wave height (H_s) : 3 m
 Wave period (T_p) : 9.1 s
 Wave direction : 90 deg

Results and Equilibrium Values

Longitudinal Speed : 14.8 knots
 Transverse Speed : 0.1 m/s
 Maximum Roll Angle : 1.1 deg



16. Sailing with Autopilot in Waves





<p><i>Title of report and Project No.:</i></p> <p>Ship Description</p> <p>Ship 3386</p> <p>Bulker</p> <p>Ballast Condition</p> <p>50.900 DWT</p>					
<i>Client:</i>		<i>Ref.:</i> DMI 2006080			
<i>Author(s):</i> Ole Tersløv		<i>Date:</i> 2006-05-19			
<i>Approved by:</i>					
<i>Revision</i>	<i>Description</i>	<i>By:</i>	<i>Checked:</i>	<i>Approved:</i>	<i>Date:</i>
1	Original version	OT			2006-05-19
<i>Keywords:</i>				<i>Classification:</i>	
Manoeuvring characteristics Ship characteristics Equilibrium speeds Standard manoeuvres Other characteristic manoeuvres				Open Internal <input checked="" type="checkbox"/> Confidential	

Ship Description Ship 3386 Bulker Ballast 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
Bmid	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 ²	Square meters
m ³	Cubic meters
kW	Kilowatt
RPM	Revolutions per minute
SB	Starboard side
PS	Port side

1 Manoeuvring Characteristics

The ship is a 50.900 DWT bulkcarrier in an even-keel ballast condition. Its turning ability as seen from the turning circle is about average. The manoeuvring ability is good, with a first overshoot of 12 deg. in a 20-20 zig-zag. The ship is slightly course unstable, but this will not seriously affect its handling. It is seaworthy, and hardly rolls in 3 m waves. Due to the engine control system the stopping ability is not up to IMO's values.

2 Ship Characteristics

Type of ship Condition Ship No.		Bulker Ballast 3386
Displacement	m ³	37084
Length between Perpendiculars	m	182.0
Length overall	m	190.0
Breadth moulded	m	32.24
Depth moulded	m	16.67
Draught fore/aft	m	8.00 / 8.00
Wetted Surface	m ²	7300
Frontal wind Area	m ²	576
Lateral wind Area	m ²	2762
Block Coefficient	-	0.790
Trim by the Stern,	%	0.0
Metacentric Height	m	2.10
LCB, % of LPP forw. of LPP/2	%	0.90
Radius of Inertia, % of LPP	%	25
Type of Engine		Diesel
Number of Propellers		1
Type of Propellers		FP
Direction of Rotation		Clockwise
Number of Blades		4
Propeller Diameter	m	5.80
Pitch Ratio at 0.7R		0.702
Area Ratio		0.56
Shaft Power (ahead) total	kW	9.466
Number of Rudders		1
Type of Rudders		Normal
Position		In slipstream
Area of Rudder	m ²	34.44
100 x total rudder Area/LBP x T		2.37
Turning Velocity of Rudder (two Pumps)	deg/s	4.6
Max. rudder Angle	deg	35
Anchor Weight	kg	11755
Chain Weight	kg/m	247
Number of bow Thrusters		0
Nominal bow thruster Power	kW	-
Number of stern Thrusters		0
Nominal stern thruster Power	kW	-

Table 2-1: Ship characteristics

3 Equilibrium Speeds

Ship Engine Setting	Propeller		Speed, Knots	
	RPM	Pitch	1000 m	9.60 m
1.0	127	0.702	16.6	11.2
0.8	88	"	12.1	9.3
0.5	68	"	9.3	7.4
0.25	47	"	6.2	5.0
0.125	34	"	3.9	3.0
-0.125	-34	"	-2.4	-1.6
-0.25	-47	"	-3.6	-2.5
-0.5	-68	"	-5.8	-4.2
-1.0	-88	"	-8.0	-5.8

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	16.6	-35	1.0	0 / 0
102	1000	35 deg PS Turning Circle	16.6	35	1 -> 0	0 / 0
103	1000	35 deg SB Turning Circle	0	-35	0 -> 1	0 / 0
104	1000	Crash Stop	16.6	0	1 -> -1	0 / 0
105	1000	Normal Stop	16.6	0	1 -> -0.5	0 / 0
106	1000	Stop from Half Speed	9.3	0	0.5 -> -1	0 / 0
110	1000	Wind 15 m/s from side	00	0	0	0 / 0
111	1000	Wind 15 m/s from side	16.6	0	1.0	0 / 0
112	1000	20-20 Zig-Zag	16.6	20 -> -20	1.0	0 / 0
113	1000	10-10 Zig-Zag	16.6	10 -> -10	1.0	0 / 0
114	1000	Spiral test	16.6	-15 -> 15	1.0	0 / 0
115	1000	Course keeping in 15 m/s	8.0	Autopilot	0.35	0 / 0
116	9.60	Course keeping in 15m/s	6.0	Autopilot	0.35	0 / 0
121	9.60	35 deg SB Turning Circle	7.4	-35	0.5	0 / 0
122	9.60	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

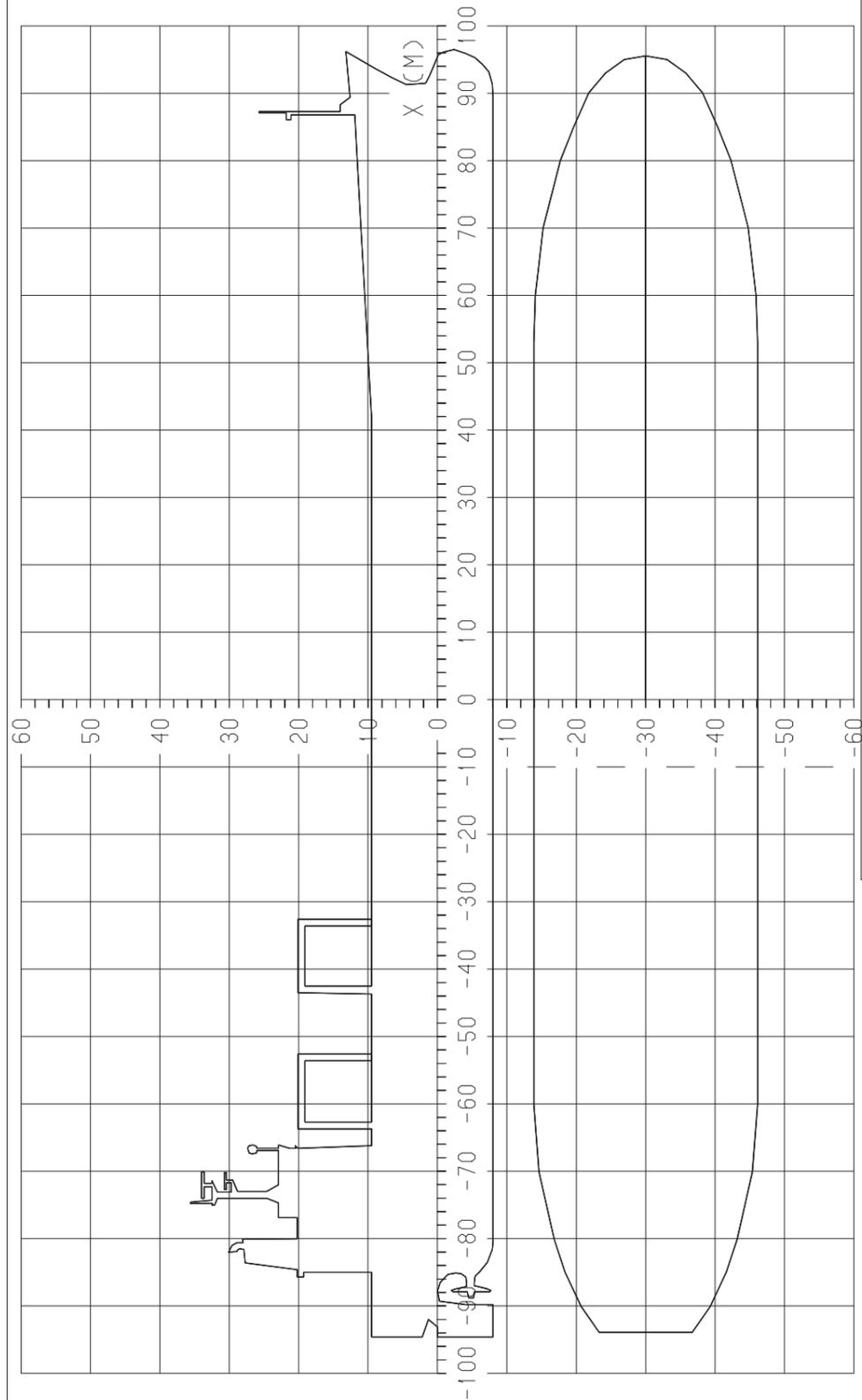
Run No.	Water depth [m]	Type of Manoeuvre	Initial speed [kts]	Rudder angle [deg]	Engine setting	Thruster Bow/Aft
141	1000	Going astern, rudder amidships	-1.9	0	-0.125	0 / 0
142	1000	Going astern, 10 deg. SB rudder	-1.9	-10	-0.125	0 / 0
143	1000	Going astern, 10 deg. PS rudder	-1.9	10	-0.125	0 / 0
144	1000	Going astern in wind	-1.9	0	-0.125	0 / 0
150	16.0	Roll damping, sailing	9.3	0	0.5	0 / 0
151	16.0	Roll damping, sailing	9.3	Autopilot	0.5	0 / 0
161	9.60	Hitting fender with bow	1.9	0	0	0 / 0
162	9.60	Hitting fender with stern	-1.9	0	0	0 / 0
163	9.60	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	16.6	-35	1	0 / 0
204	1000	PS turn in 3 m waves	16.6	35	1	0 / 0
205	1000	SB turn in 15 m/s wind	16.6	-35	1	0 / 0
206	1000	PS turn in 15 m/s wind	16.6	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	16.6	Autopilot	1	0 / 0
210	1000	Drifting in 3 m waves	0	0	0	0 / 0
211	1000	Sailing in 3 m waves	16.6	Autopilot	1	0 / 0
220	9.60	Sailing free	1.3	0	0.125	0 / 0
221	9.60	Sailing, dragging SB anchor	1.3	0	0.125	0 / 0
222	9.60	Drifting, SB anchor out	0	0	0	0 / 0
223	9.60	Drifting, free	0	0	0	0 / 0
224	9.60	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

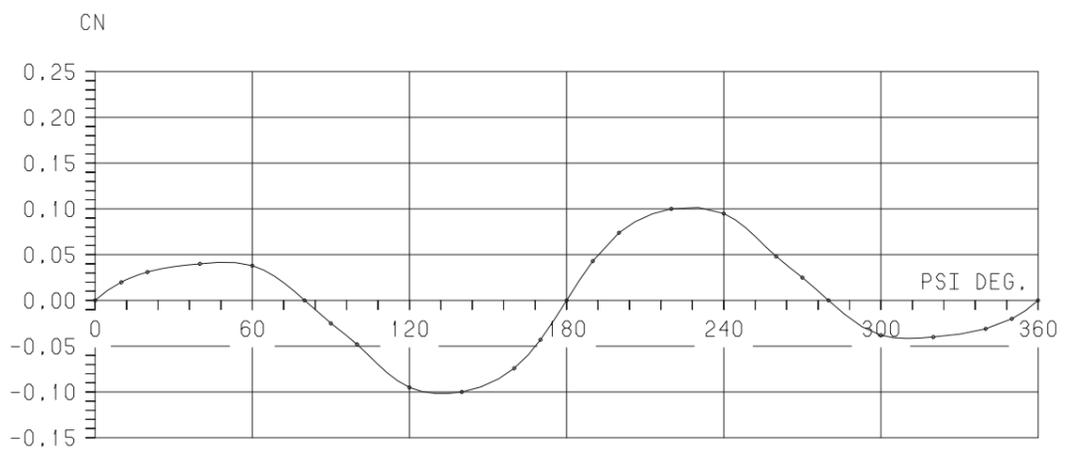
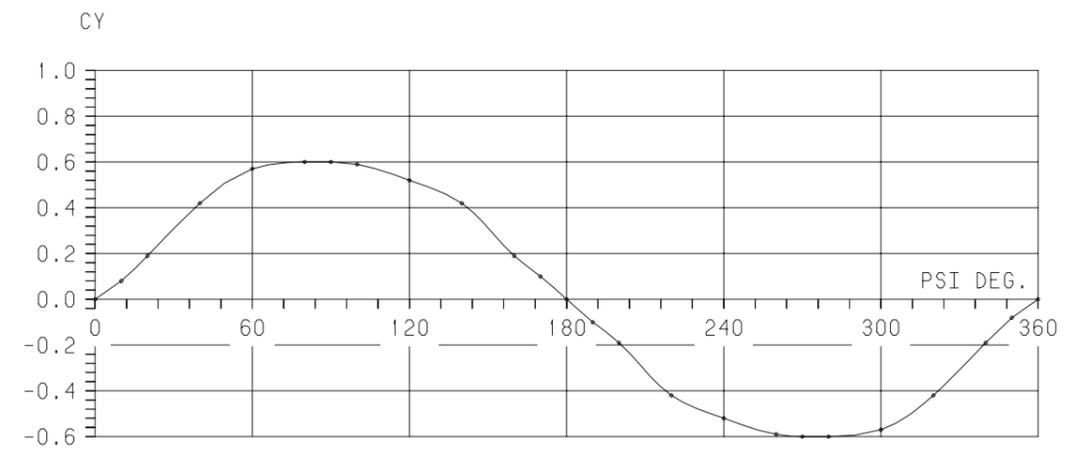
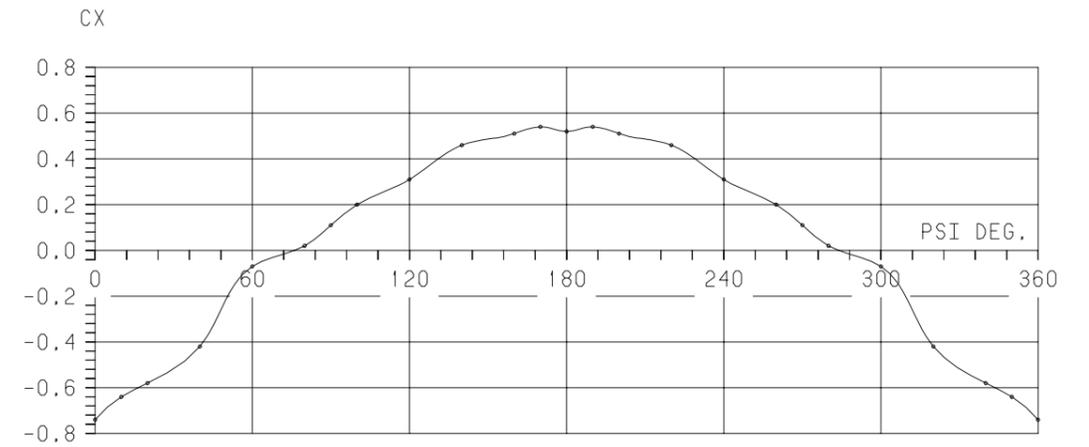
-Z OR Y (CM)



DANISH MARITIME
INSTITUTE
LYNGBY DENMARK

BULKER 50.900 DWT BALLAST
SHIP 3386

ORDER 2006080
DATE 2006 531
TIME 161305



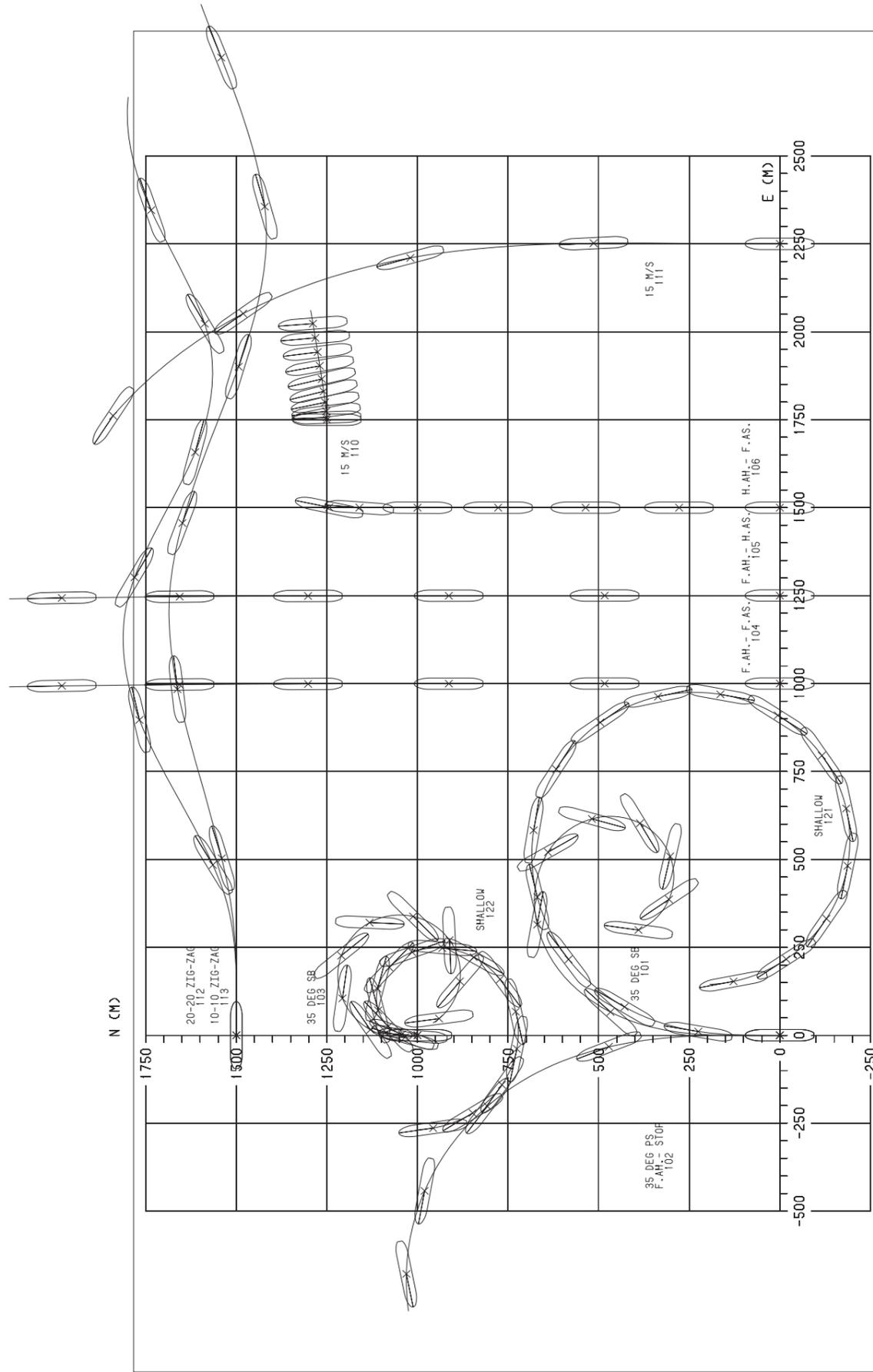
WIND COEFFICIENTS



DANISH MARITIME
INSTITUTE
LYNGBY DENMARK

BULKER 50.900 DWT BALLAST
SHIP 3386

ORDER 2006080
DATE 2006 531
TIME 161340



OUTLINE INTERVAL 60 SEC
SHALLOW WATER = 1.2 X DRAFT

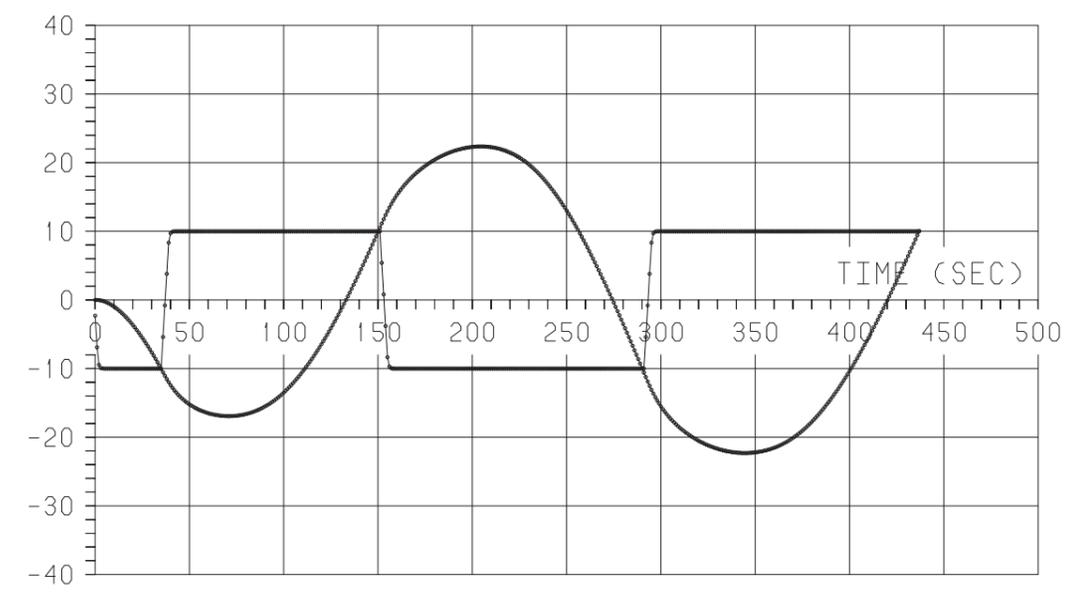
ORDER 2006080
DATE 2006 531
TIME 161352

BULKER 50,900 DWT BALLAST
SHIP 3386

DANISH MARITIME INSTITUTE
LYNGBY DENMARK

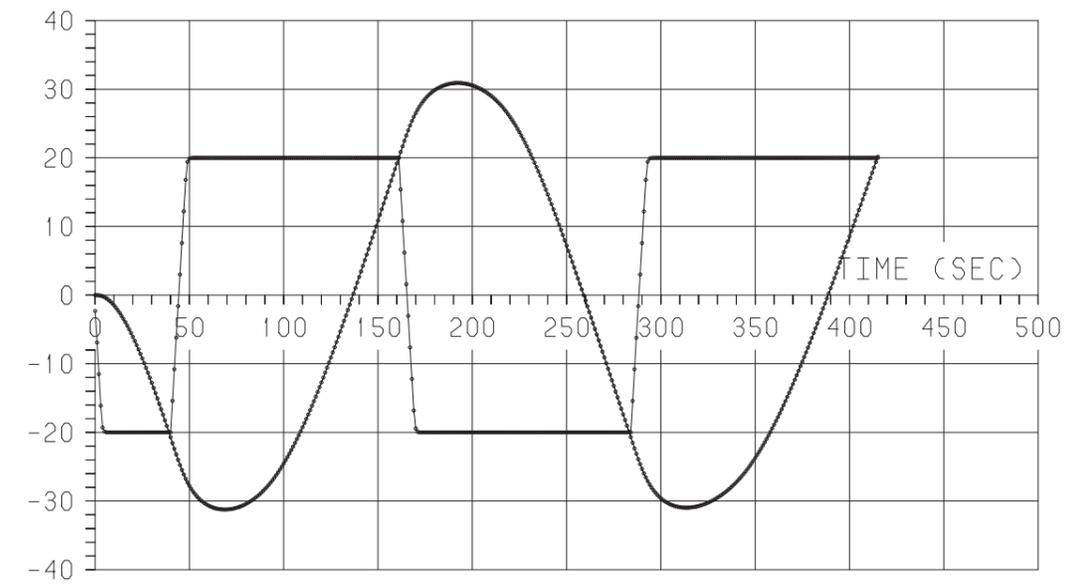


RUDDER ANGLE & SHIP HEADING (DEG)



10 - 10 DEG. ZIG-ZAG MANOEUVRE RUN 113

RUDDER ANGLE & SHIP HEADING (DEG)



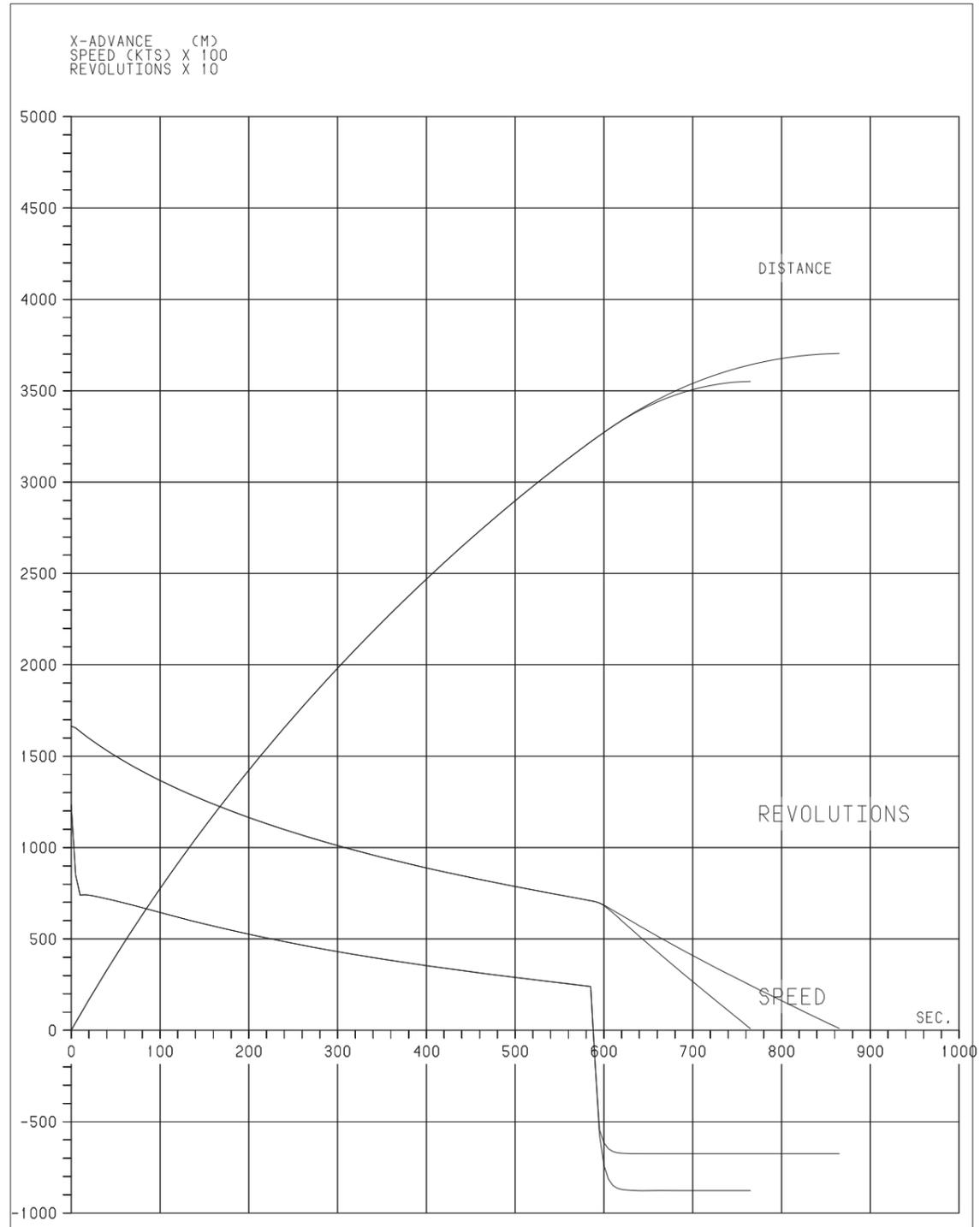
20 - 20 DEG. ZIG-ZAG MANOEUVRE RUN 112



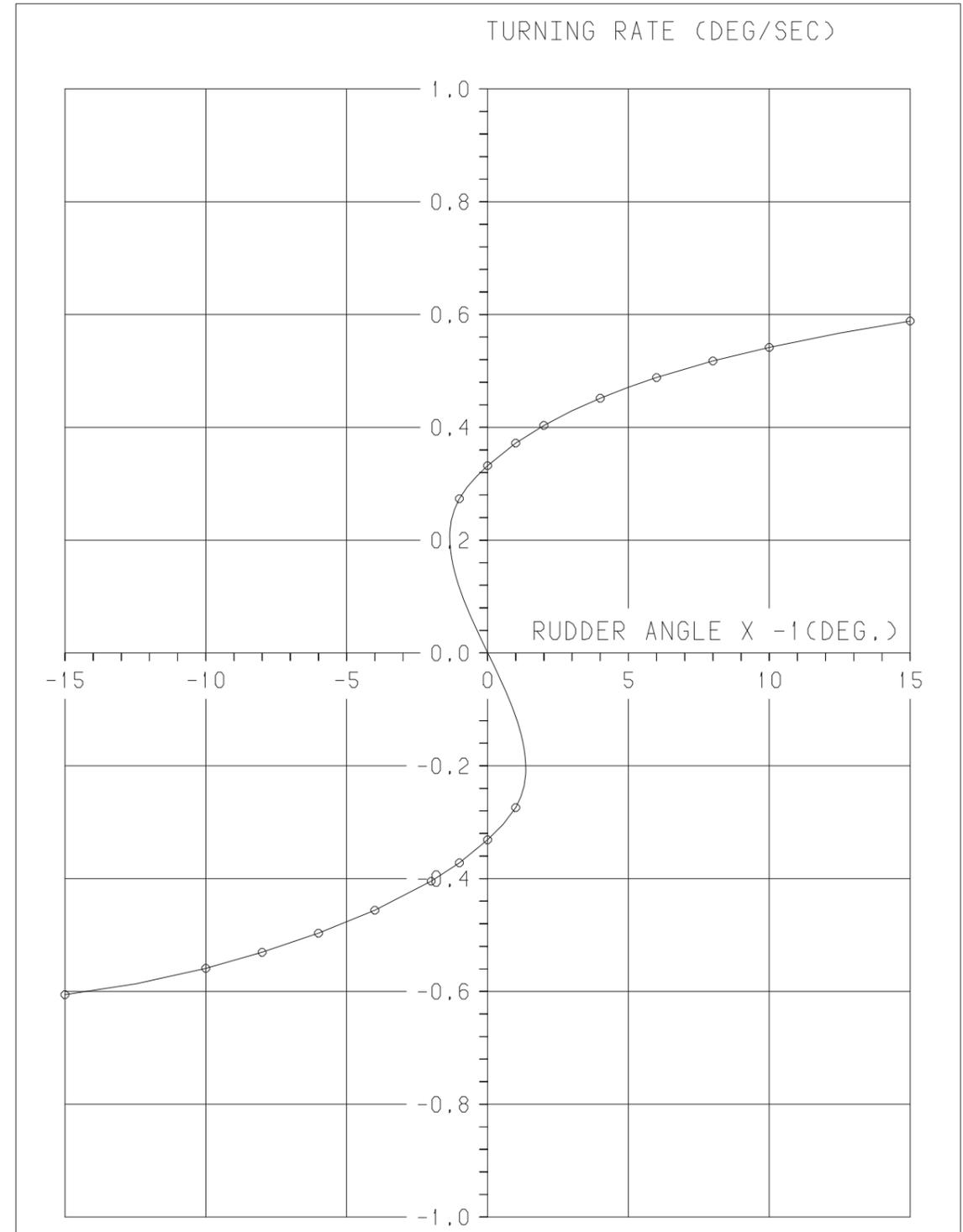
DANISH MARITIME INSTITUTE
LYNGBY DENMARK

BULKER 50,900 DWT BALLAST
SHIP 3386

ORDER 2006080
DATE 2006 531
TIME 161359



STOP MANOEUVRES - RUNS 104 AND 105



DIMENSIONAL SPIRAL RUN 114



DANISH MARITIME
INSTITUTE
LYNGBY DENMARK

BULKER 50.900 DWT BALLAST
SHIP 3386

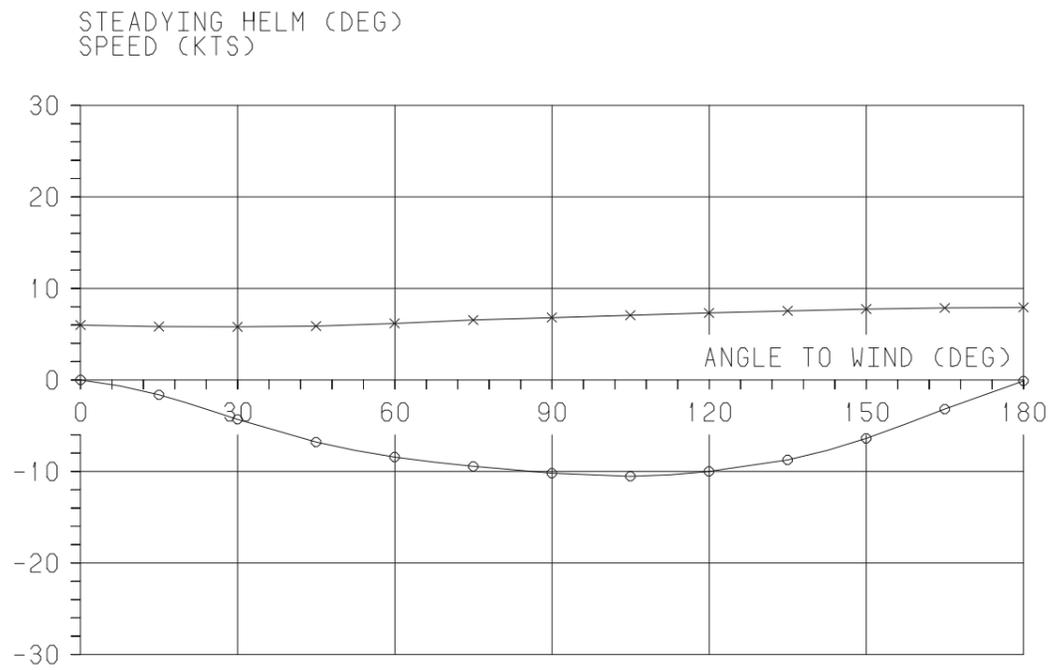
ORDER 2006080
DATE 2006 531
TIME 161403



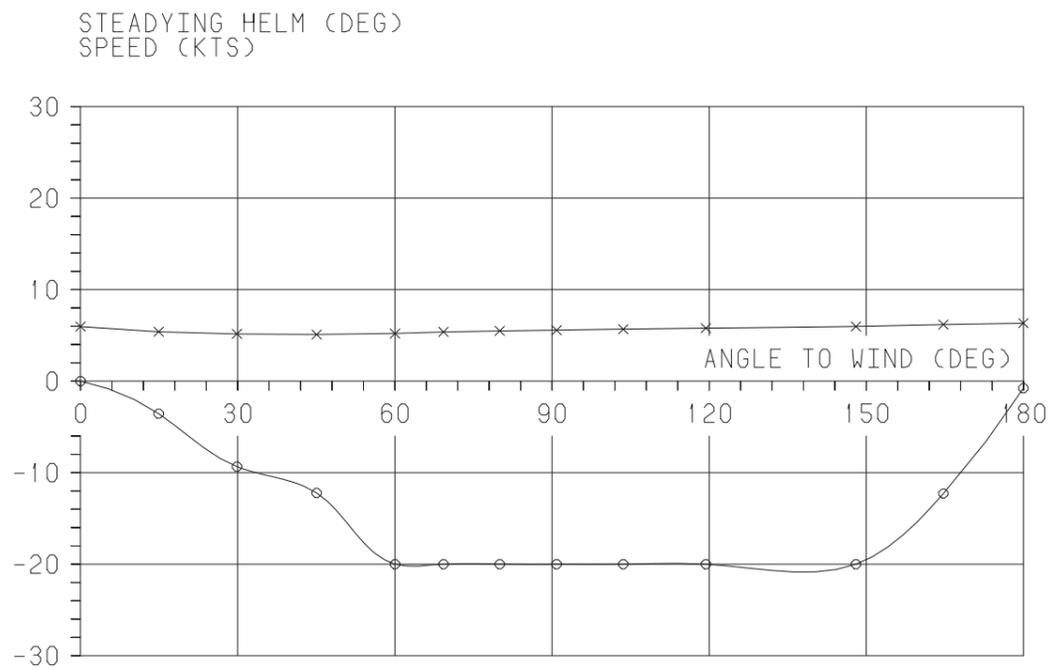
DANISH MARITIME
INSTITUTE
LYNGBY DENMARK

BULKER 50.900 DWT BALLAST
SHIP 3386

ORDER 2006080
DATE 2006 531
TIME 161404



COURSE KEEPING IN 15 M/S - DEEP WATER RUN 115



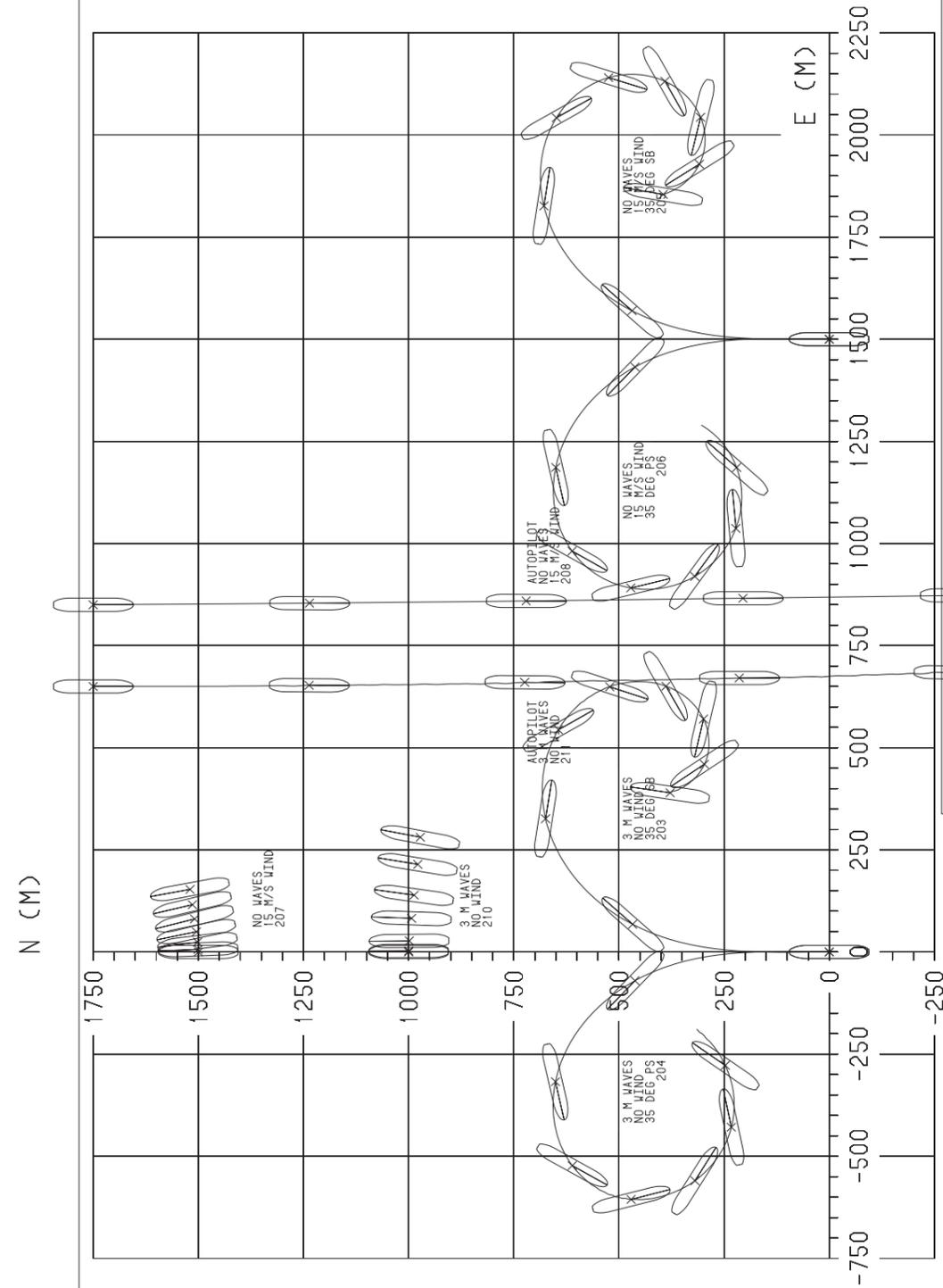
COURSE KEEPING IN 15 M/S - SHALLOW WATER RUN 116



DANISH MARITIME
INSTITUTE
LYNGBY DENMARK

BULKER 50,900 DWT BALLAST
SHIP 3386

ORDER 2006080
DATE 2006 531
TIME 161405

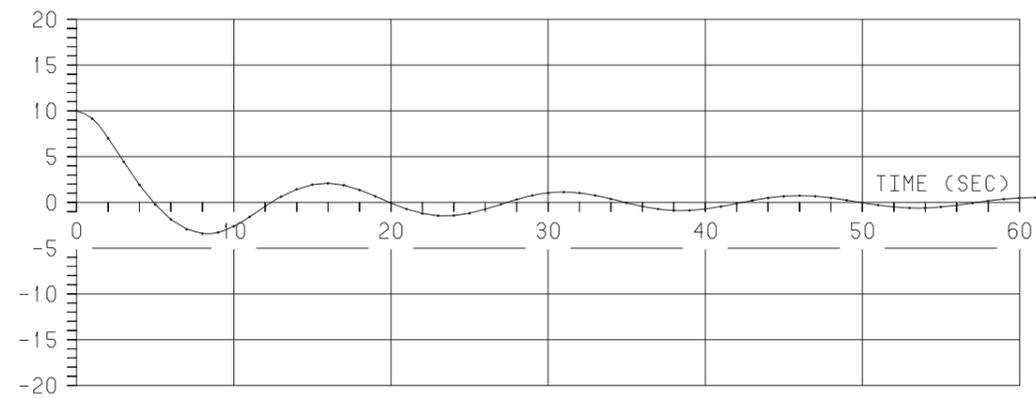


DANISH MARITIME
INSTITUTE
LYNGBY DENMARK

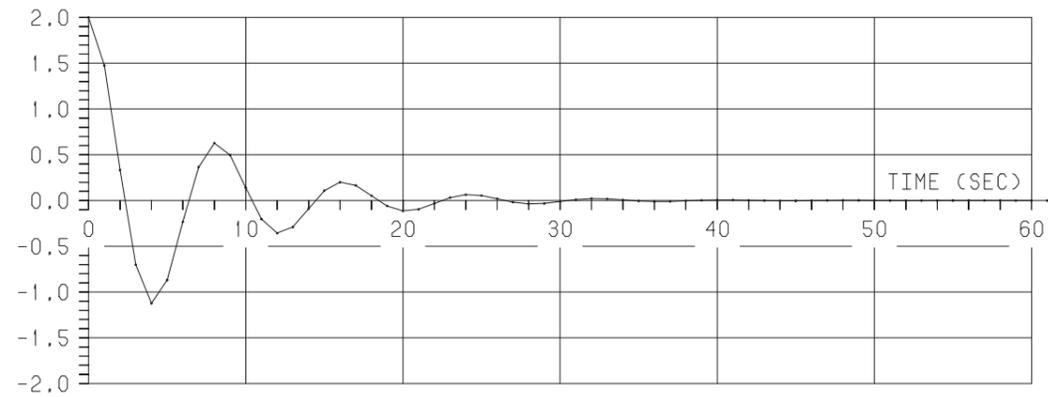
BULKER 50,900 DWT BALLAST
SHIP 3386

ORDER 2006080
DATE 2006 531
TIME 161423

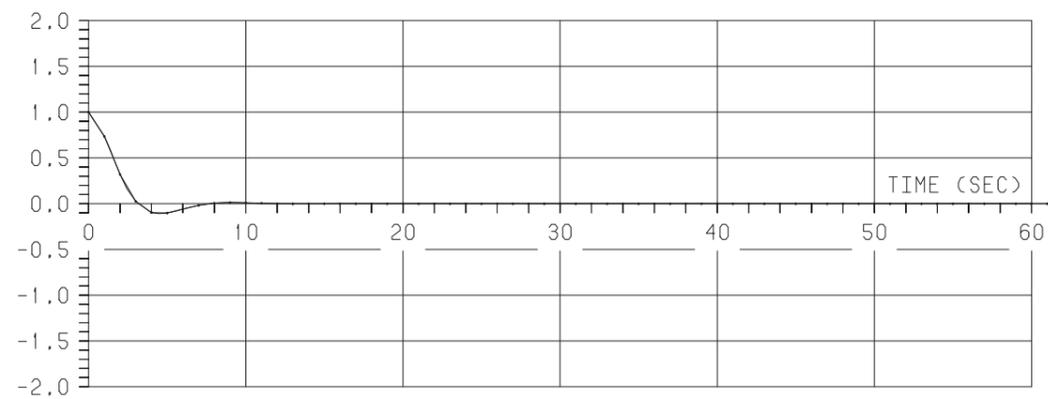
HEEL ANGLE (DEG) RUN 200



HEAVE (M) RUN 201



PITCH ANGLE (DEG) RUN 202



HEEL HEAVE AND PITCH DECAY

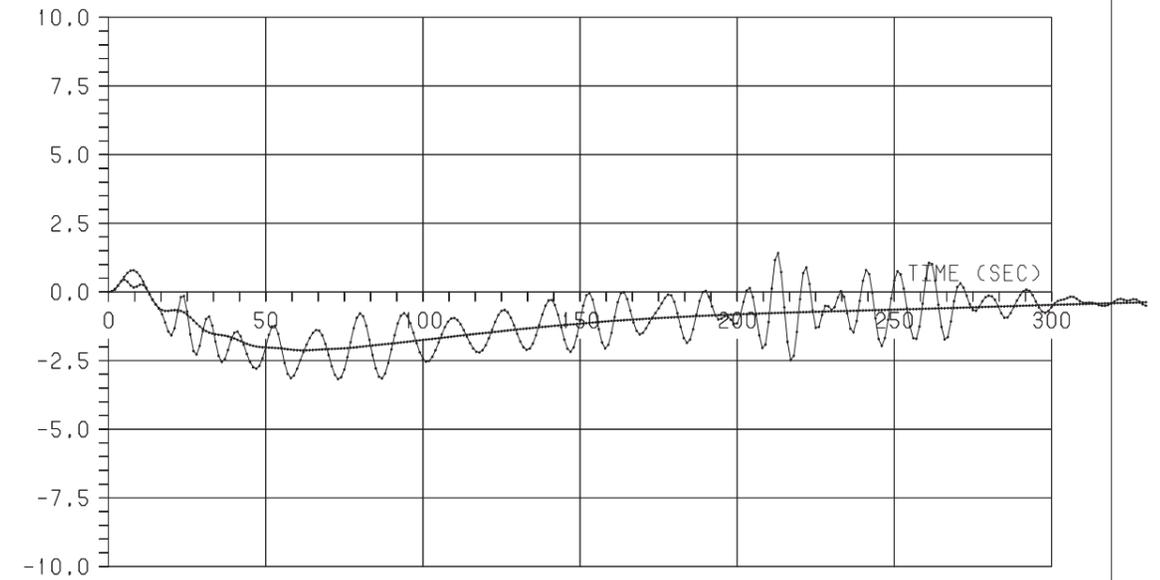


DANISH MARITIME
INSTITUTE
LYNGBY DENMARK

BULKER 50,900 DWT BALLAST
SHIP 3386

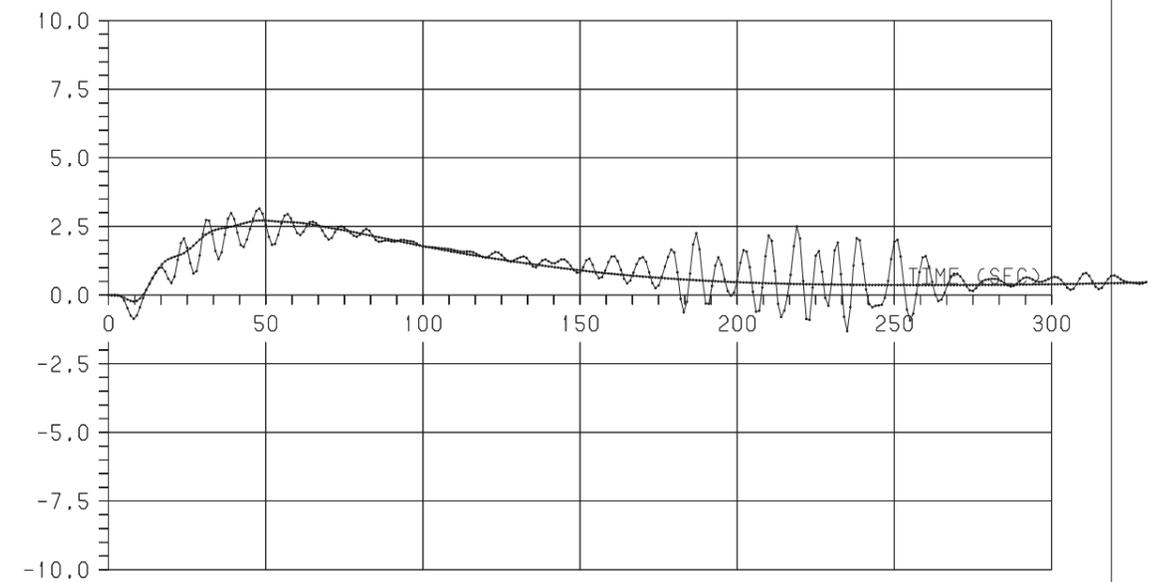
ORDER 2006080
DATE 2006 531
TIME 161450

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

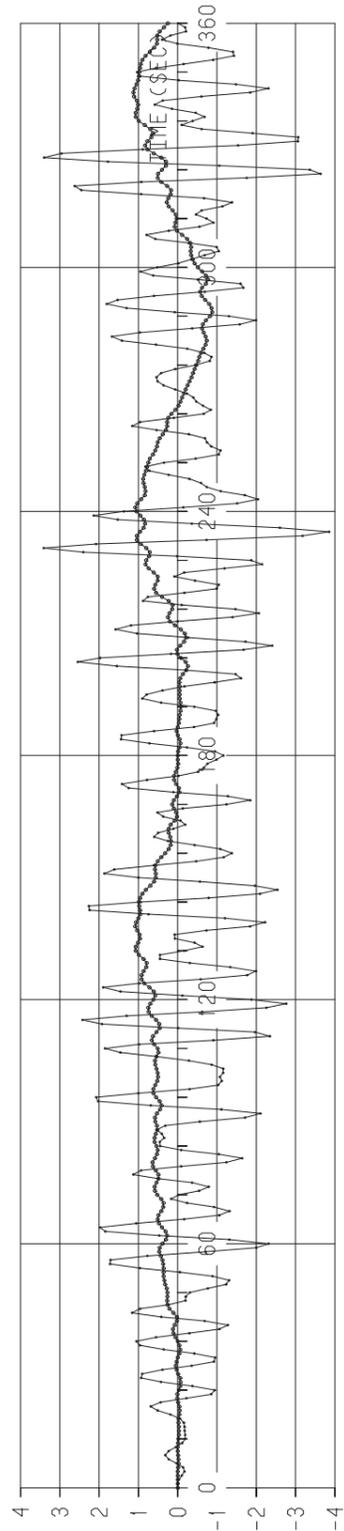


DANISH MARITIME
INSTITUTE
LYNGBY DENMARK

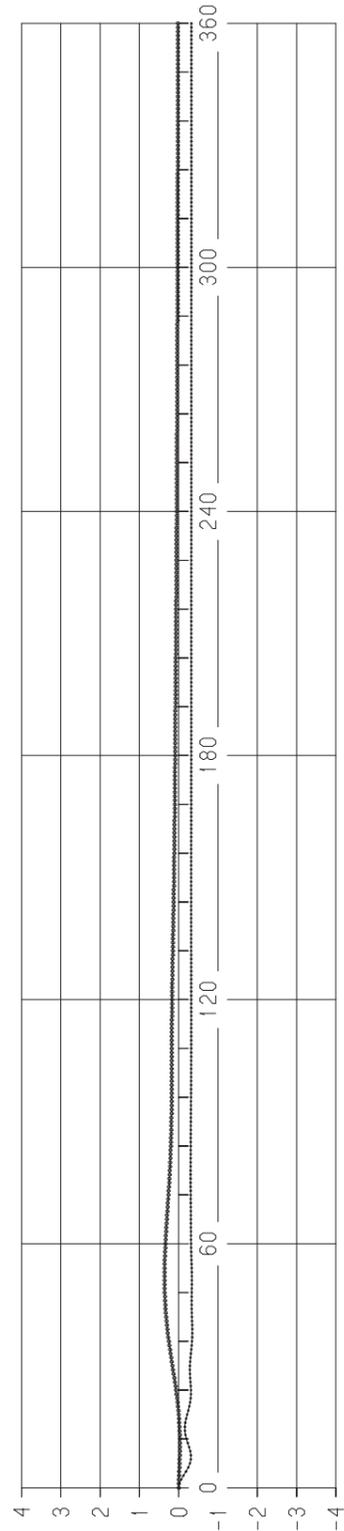
BULKER 50,900 DWT BALLAST
SHIP 3386

ORDER 2006080
DATE 2006 531
TIME 161500

HEEL AND YAW ANGLES (DEG)



HEEL AND YAW FOR COURSE KEEPING IN 3 M WAVES RUN 211



HEEL AND YAW FOR COURSE KEEPING IN 15 M/S WIND RUN 208



DANISH MARITIME
INSTITUTE
LYNGBY DENMARK

ORDER 2006080
DATE 2006 531
TIME 161505

BULKER 50.900 DWT BALLAST
SHIP 3386

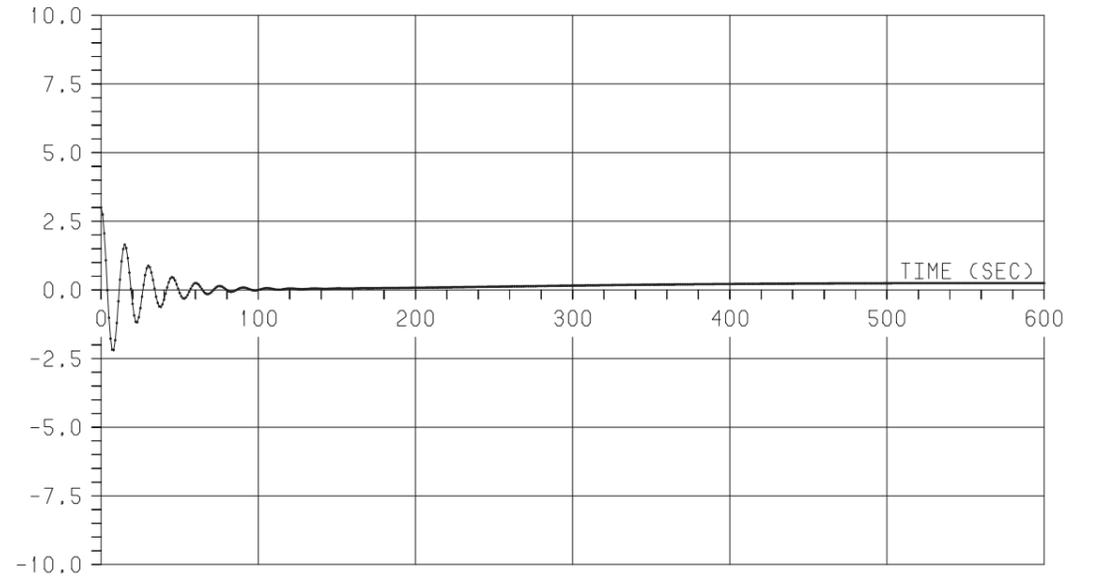


DANISH MARITIME
INSTITUTE
LYNGBY DENMARK

BULKER 50.900 DWT BALLAST
SHIP 3386

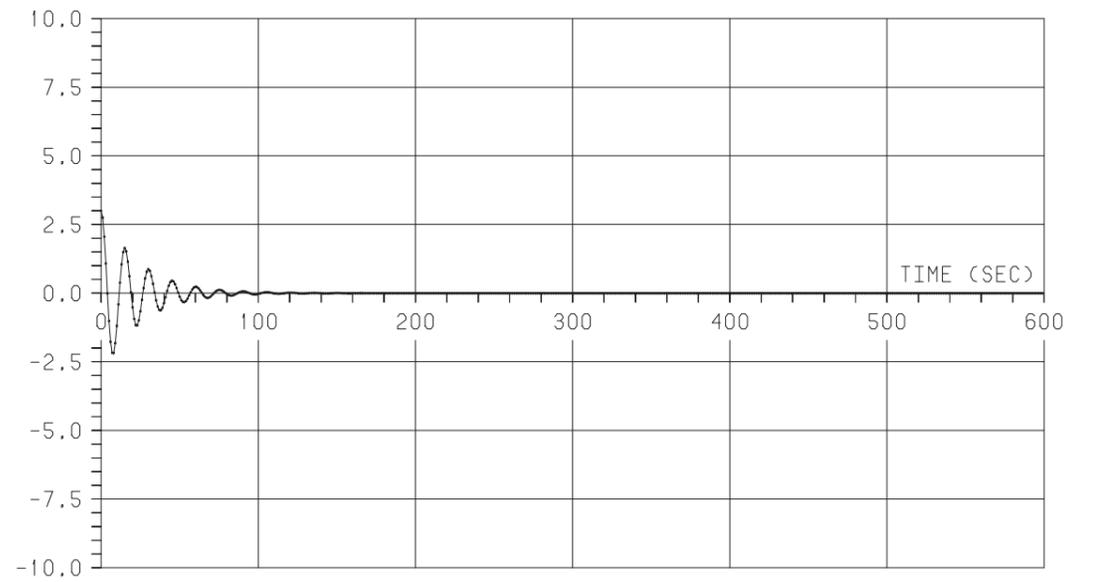
ORDER 2006080
DATE 2006 531
TIME 161431

ROLL ANGLE (DEG)

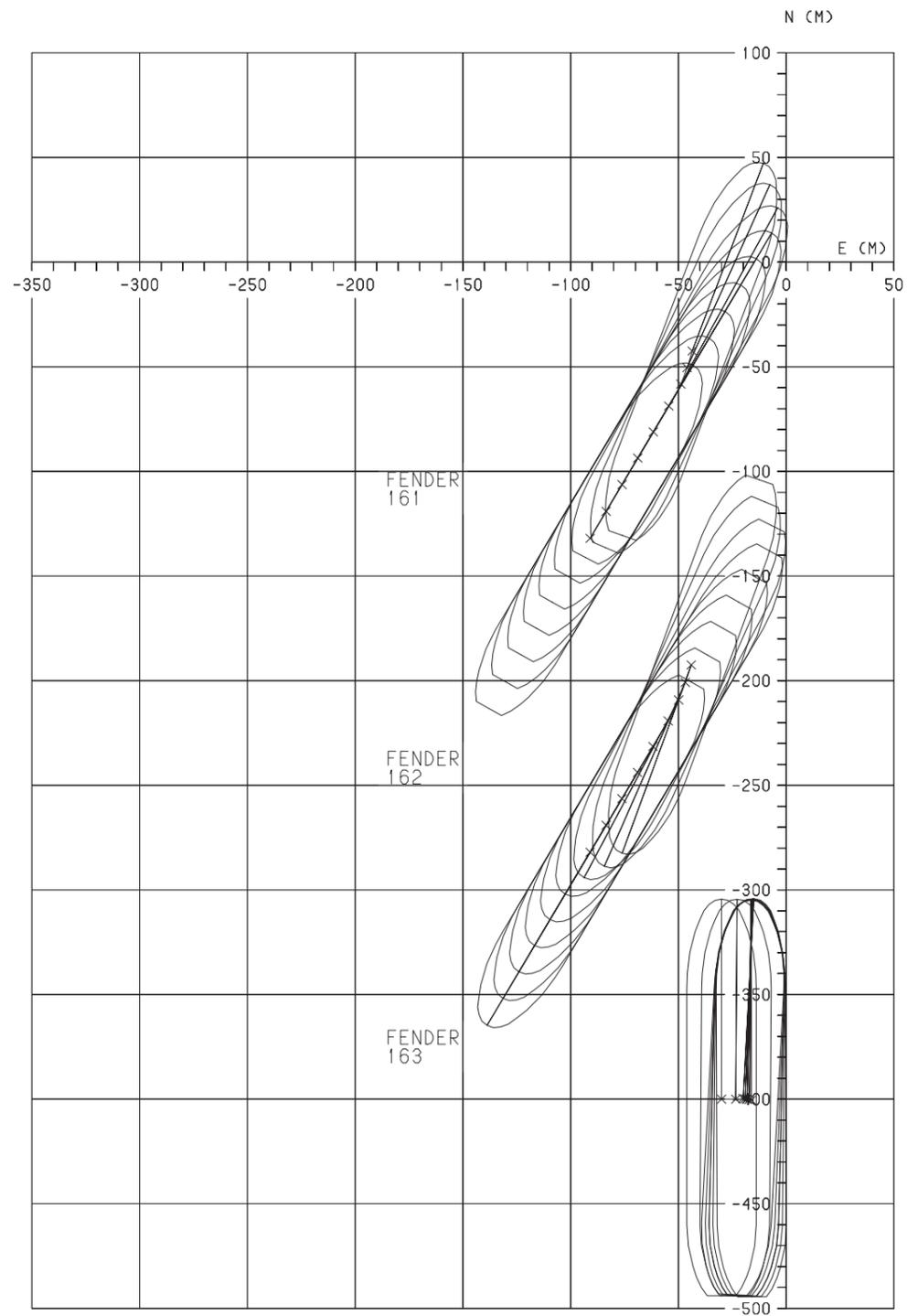


SAILING: ROLL RUN 150

ROLL ANGLE (DEG)



SAILING: ROLL AND AUTOPILOT RUN 151



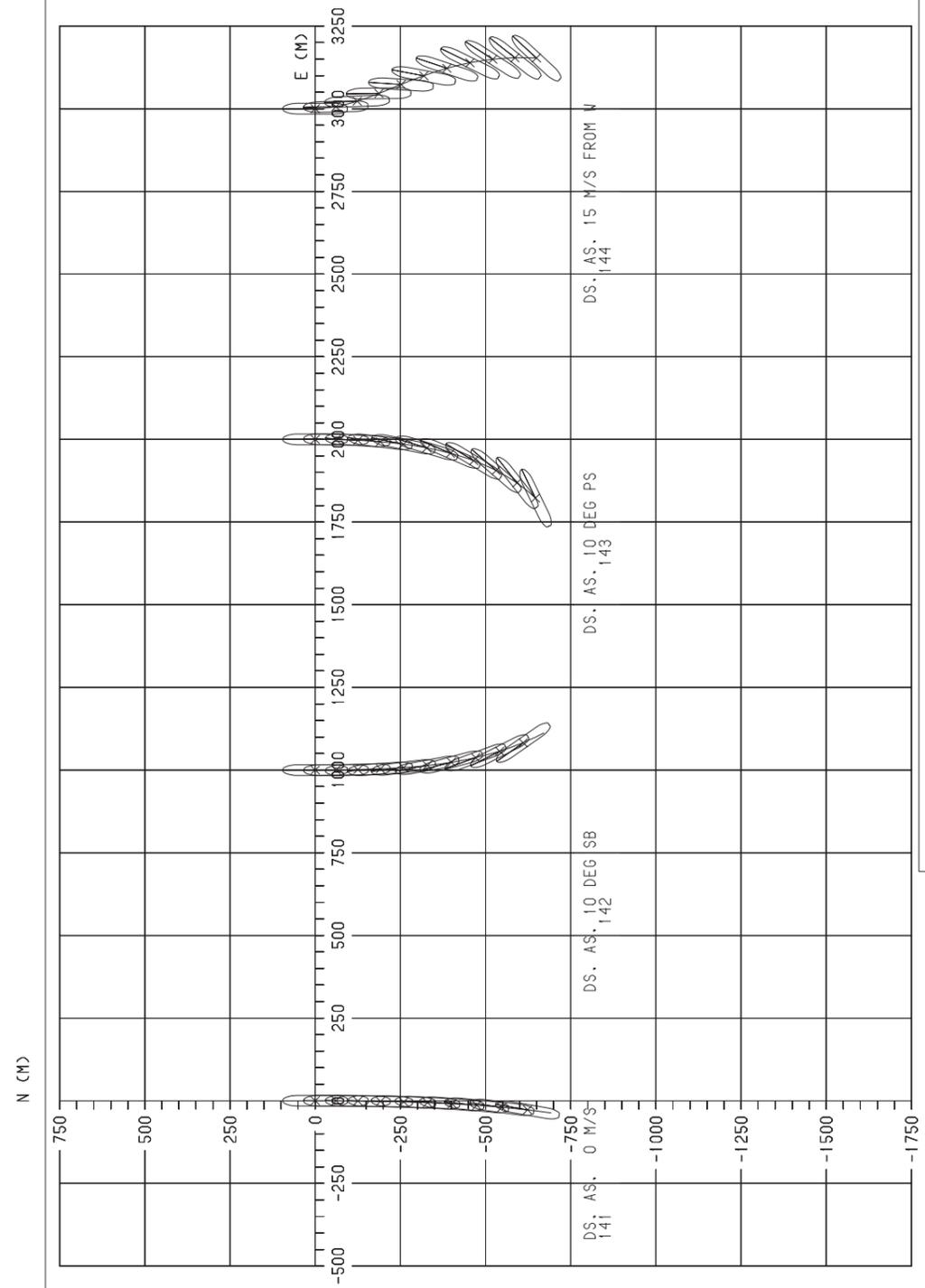
OUTLINE INTERVAL 15 SEC



DANISH MARITIME
INSTITUTE
LYNGBY DENMARK

BULKER 50.900 DWT BALLAST
SHIP 3386

ORDER 2006080
DATE 2006 531
TIME 161435



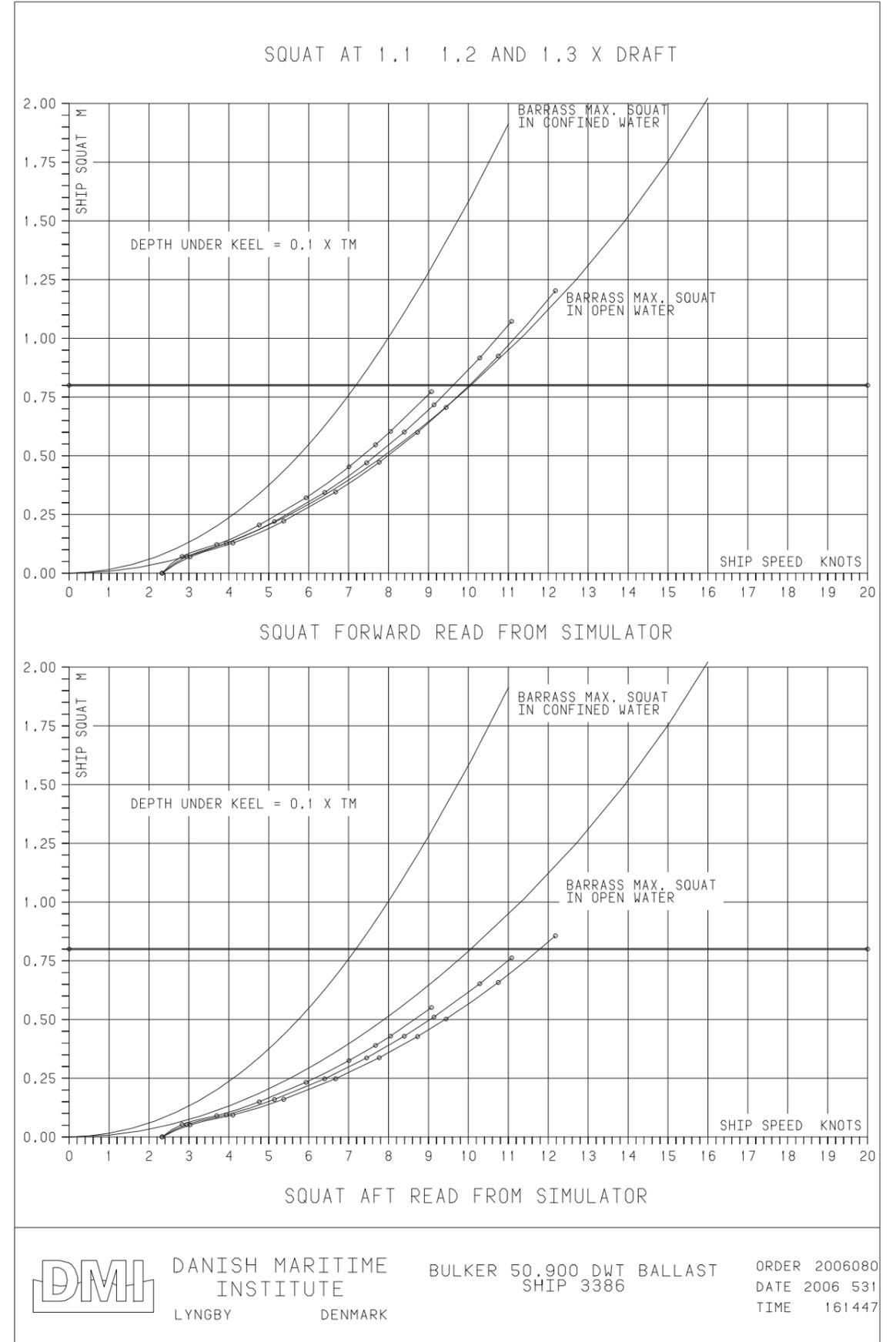
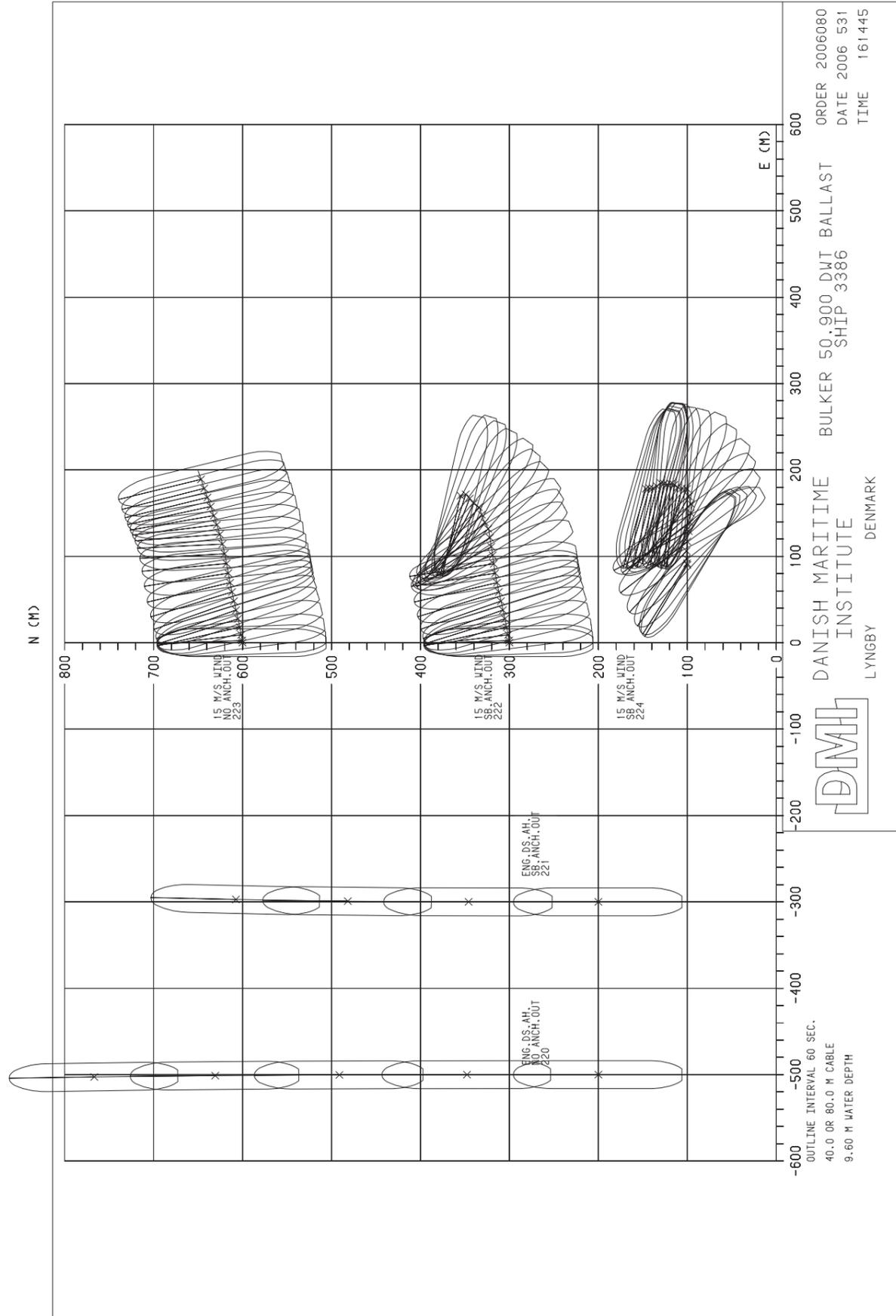
ASTERN RUNS WITH WIND AND RUDDER
OUTLINE INTERVAL 60 SEC.



DANISH MARITIME
INSTITUTE
LYNGBY DENMARK

BULKER 50.900 DWT BALLAST
SHIP 3386

ORDER 2006080
DATE 2006 531
TIME 161439



Appendix 2: Tables of Standard Manoeuvres

Order No.: 2006080 Run No.: 101 FORCE Technology, DMI
 Ship No.: 3386 MANOEUVRING SIMULATION Bulker 50.900 DWT, Ballast
 Date: 19 May 2006 35 deg. SB Turning Circle, Deep Water

Time	N	E	psi	u	v	r	shaft		Thrs		
sec	m	m	deg	m/s	m/s	d/s	rud deg	prop rev	P/D	bow set	aft set
0	0	0	0.0	8.56	0.00	0.00	-2.3	127	0.70	0.0	0.0
10	85	-0	1.5	8.49	-0.27	0.35	-35.0	127	0.70	0.0	0.0
20	170	0	6.7	8.30	-0.71	0.65	-35.0	127	0.70	0.0	0.0
30	252	5	14.2	8.01	-1.13	0.83	-35.0	127	0.70	0.0	0.0
40	330	17	23.1	7.60	-1.44	0.94	-35.0	127	0.70	0.0	0.0
50	402	38	32.8	7.13	-1.64	0.99	-35.0	127	0.70	0.0	0.0
60	467	66	42.7	6.63	-1.76	1.00	-35.0	127	0.70	0.0	0.0
70	523	101	52.7	6.12	-1.80	1.00	-35.0	127	0.70	0.0	0.0
80	570	141	62.6	5.63	-1.81	0.98	-35.0	127	0.70	0.0	0.0
90	608	183	72.3	5.17	-1.79	0.96	-35.0	127	0.70	0.0	0.0
100	636	227	81.8	4.74	-1.76	0.94	-35.0	127	0.70	0.0	0.0
110	657	271	91.0	4.35	-1.71	0.91	-35.0	127	0.70	0.0	0.0
120	670	314	100.0	4.00	-1.66	0.89	-35.0	127	0.70	0.0	0.0
130	676	356	108.8	3.68	-1.61	0.86	-35.0	127	0.70	0.0	0.0
140	677	394	117.3	3.41	-1.56	0.84	-35.0	127	0.70	0.0	0.0
150	673	430	125.6	3.16	-1.51	0.82	-35.0	127	0.70	0.0	0.0
160	665	464	133.7	2.95	-1.47	0.81	-35.0	126	0.70	0.0	0.0
170	654	493	141.8	2.77	-1.43	0.80	-35.0	126	0.70	0.0	0.0
180	640	520	149.7	2.61	-1.40	0.79	-35.0	126	0.70	0.0	0.0
190	624	544	157.6	2.47	-1.37	0.78	-35.0	125	0.70	0.0	0.0
200	605	565	165.4	2.35	-1.34	0.77	-35.0	124	0.70	0.0	0.0
210	585	582	173.1	2.25	-1.31	0.76	-35.0	124	0.70	0.0	0.0
220	564	596	180.7	2.17	-1.28	0.75	-35.0	123	0.70	0.0	0.0
230	541	607	188.2	2.10	-1.26	0.75	-35.0	123	0.70	0.0	0.0
240	519	615	195.7	2.05	-1.24	0.74	-35.0	122	0.70	0.0	0.0
250	495	620	203.1	2.00	-1.22	0.74	-35.0	122	0.70	0.0	0.0
260	472	622	210.5	1.96	-1.21	0.74	-35.0	122	0.70	0.0	0.0
270	450	621	217.8	1.92	-1.20	0.73	-35.0	121	0.70	0.0	0.0
280	427	618	225.1	1.90	-1.19	0.73	-35.0	121	0.70	0.0	0.0
290	406	611	232.4	1.87	-1.18	0.73	-35.0	121	0.70	0.0	0.0
300	386	603	239.6	1.85	-1.17	0.72	-35.0	120	0.70	0.0	0.0
310	367	592	246.9	1.83	-1.16	0.72	-35.0	120	0.70	0.0	0.0
320	350	578	254.1	1.82	-1.15	0.72	-35.0	120	0.70	0.0	0.0
330	335	563	261.3	1.80	-1.15	0.72	-35.0	120	0.70	0.0	0.0
340	322	546	268.5	1.79	-1.14	0.72	-35.0	119	0.70	0.0	0.0
350	311	528	275.6	1.78	-1.14	0.72	-35.0	119	0.70	0.0	0.0
360	303	509	282.8	1.78	-1.13	0.71	-35.0	119	0.70	0.0	0.0
370	297	488	289.9	1.77	-1.13	0.71	-35.0	119	0.70	0.0	0.0
380	294	468	297.0	1.76	-1.12	0.71	-35.0	119	0.70	0.0	0.0
390	293	447	304.2	1.76	-1.12	0.71	-35.0	119	0.70	0.0	0.0
400	295	426	311.3	1.76	-1.12	0.71	-35.0	119	0.70	0.0	0.0
410	299	406	318.4	1.75	-1.12	0.71	-35.0	119	0.70	0.0	0.0
420	306	386	325.5	1.75	-1.11	0.71	-35.0	119	0.70	0.0	0.0
430	315	368	332.6	1.75	-1.11	0.71	-35.0	119	0.70	0.0	0.0
440	326	351	339.7	1.74	-1.11	0.71	-35.0	119	0.70	0.0	0.0
450	340	335	346.8	1.74	-1.11	0.71	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
460	355	321	353.8	1.74	-1.11	0.71	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
470	372	309	0.9	1.74	-1.11	0.71	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
480	390	299	8.0	1.74	-1.11	0.71	-35.0	118	0.70	0.0	0.0

Order No.: 2006080 Run No.: 102 FORCE Technology, DMI
 Ship No.: 3386 MANOEUVRING SIMULATION Bulker 50.900 DWT, Ballast
 Date: 19 May 2006 35 deg. PS Turning Circle, Deep Water, Coasting

Time	N	E	psi	u	v	r	shaft		Thrs		
sec	m	m	deg	m/s	m/s	d/s	rud deg	prop rev	P/D	bow set	aft set
0	0	0	0.0	8.56	0.00	0.00	2.3	123	0.70	0.0	0.0
10	85	0	359.0	8.39	0.15	-0.19	35.0	66	0.70	0.0	0.0
20	168	-0	356.5	8.15	0.36	-0.31	35.0	67	0.70	0.0	0.0
30	248	-3	352.9	7.89	0.56	-0.40	35.0	66	0.70	0.0	0.0
40	326	-9	348.6	7.63	0.75	-0.47	35.0	66	0.70	0.0	0.0
50	400	-18	343.6	7.35	0.90	-0.51	35.0	65	0.70	0.0	0.0
60	472	-32	338.4	7.06	1.01	-0.54	35.0	63	0.70	0.0	0.0
70	539	-51	333.0	6.77	1.08	-0.54	35.0	62	0.70	0.0	0.0
80	602	-74	327.5	6.48	1.12	-0.54	35.0	60	0.70	0.0	0.0
90	660	-101	322.1	6.21	1.14	-0.53	35.0	59	0.70	0.0	0.0
100	714	-132	316.9	5.95	1.14	-0.52	35.0	57	0.70	0.0	0.0
110	763	-166	311.7	5.70	1.13	-0.50	35.0	55	0.70	0.0	0.0
120	807	-202	306.8	5.47	1.12	-0.49	35.0	53	0.70	0.0	0.0
130	847	-240	302.0	5.25	1.09	-0.47	35.0	52	0.70	0.0	0.0
140	881	-279	297.3	5.05	1.07	-0.46	35.0	50	0.70	0.0	0.0
150	912	-319	292.8	4.86	1.04	-0.44	35.0	48	0.70	0.0	0.0
160	939	-360	288.5	4.68	1.01	-0.42	35.0	46	0.70	0.0	0.0
170	961	-401	284.4	4.51	0.98	-0.41	35.0	44	0.70	0.0	0.0
180	980	-442	280.3	4.35	0.95	-0.40	35.0	42	0.70	0.0	0.0
190	996	-483	276.4	4.21	0.92	-0.38	35.0	41	0.70	0.0	0.0
200	1008	-524	272.7	4.07	0.90	-0.37	35.0	39	0.70	0.0	0.0
210	1018	-564	269.0	3.94	0.87	-0.36	35.0	37	0.70	0.0	0.0
220	1024	-603	265.5	3.82	0.85	-0.35	35.0	36	0.70	0.0	0.0
230	1029	-641	262.1	3.70	0.82	-0.34	35.0	34	0.70	0.0	0.0
240	1031	-678	258.8	3.59	0.80	-0.33	35.0	33	0.70	0.0	0.0
250	1031	-715	255.6	3.49	0.78	-0.32	35.0	31	0.70	0.0	0.0
260	1029	-750	252.5	3.39	0.76	-0.31	35.0	30	0.70	0.0	0.0

FORCE Technology

Order No.: 2006080 Run No.: 103 FORCE Technology, DMI
 Ship No.: 3386 MANOEUVRING SIMULATION Bulker 50.900 DWT, Ballast
 Date: 19 May 2006 35 deg. SB Turning Circle, Deep Water, Accel.

Time	N	E	psi	u	v	r	shaft			Thrs	
sec	m	m	deg	m/s	m/s	d/s	rud	prop	P/D	bow	aft
0	0	0	0.0	0.00	0.00	0.00	-2.3	4	0.70	0.0	0.0
10	0	-0	0.0	0.06	-0.01	0.02	-35.0	85	0.70	0.0	0.0
20	2	-0	0.7	0.28	-0.07	0.12	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
30	6	-1	2.5	0.56	-0.15	0.25	-35.0	123	0.70	0.0	0.0
40	13	-3	5.8	0.81	-0.25	0.39	-35.0	122	0.70	0.0	0.0
50	23	-5	10.2	1.03	-0.34	0.50	-35.0	121	0.70	0.0	0.0
60	34	-6	15.6	1.21	-0.44	0.58	-35.0	120	0.70	0.0	0.0
70	48	-6	21.8	1.35	-0.53	0.64	-35.0	119	0.70	0.0	0.0
80	63	-6	28.4	1.47	-0.61	0.68	-35.0	119	0.70	0.0	0.0
90	80	-3	35.2	1.55	-0.68	0.69	-35.0	119	0.70	0.0	0.0
100	96	1	42.2	1.62	-0.74	0.70	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
110	113	7	49.2	1.67	-0.80	0.70	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
120	130	16	56.1	1.70	-0.84	0.70	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
130	146	26	63.1	1.73	-0.88	0.70	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
140	162	39	70.1	1.75	-0.92	0.70	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
150	176	53	77.1	1.77	-0.95	0.70	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
160	188	69	84.0	1.78	-0.97	0.70	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
170	199	86	91.0	1.79	-0.99	0.70	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
180	207	105	98.0	1.79	-1.01	0.70	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
190	214	124	105.1	1.79	-1.03	0.70	-35.0	119	0.70	0.0	0.0
200	218	144	112.1	1.79	-1.04	0.70	-35.0	119	0.70	0.0	0.0
210	220	165	119.1	1.79	-1.05	0.70	-35.0	119	0.70	0.0	0.0
220	219	186	126.2	1.79	-1.06	0.70	-35.0	119	0.70	0.0	0.0
230	216	206	133.2	1.79	-1.07	0.71	-35.0	119	0.70	0.0	0.0
240	210	226	140.3	1.78	-1.07	0.71	-35.0	119	0.70	0.0	0.0
250	202	246	147.3	1.78	-1.08	0.71	-35.0	119	0.70	0.0	0.0
260	192	264	154.4	1.78	-1.08	0.71	-35.0	119	0.70	0.0	0.0
270	180	281	161.5	1.77	-1.09	0.71	-35.0	119	0.70	0.0	0.0
280	166	296	168.5	1.77	-1.09	0.71	-35.0	119	0.70	0.0	0.0
290	150	309	175.6	1.77	-1.09	0.71	-35.0	119	0.70	0.0	0.0
300	132	320	182.7	1.76	-1.09	0.71	-35.0	119	0.70	0.0	0.0
310	114	329	189.8	1.76	-1.10	0.71	-35.0	119	0.70	0.0	0.0
320	94	336	196.8	1.76	-1.10	0.71	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
330	74	340	203.9	1.76	-1.10	0.71	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
340	53	342	211.0	1.75	-1.10	0.71	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
350	32	341	218.1	1.75	-1.10	0.71	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
360	12	338	225.1	1.75	-1.10	0.71	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
370	-8	332	232.2	1.75	-1.10	0.71	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
380	-27	324	239.3	1.75	-1.10	0.71	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
390	-45	313	246.3	1.74	-1.10	0.71	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
400	-61	301	253.4	1.74	-1.10	0.71	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
410	-76	286	260.5	1.74	-1.10	0.71	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
420	-88	270	267.5	1.74	-1.10	0.71	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
430	-99	253	274.6	1.74	-1.10	0.71	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
440	-108	234	281.7	1.74	-1.10	0.71	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
450	-114	214	288.7	1.74	-1.10	0.71	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
460	-117	194	295.8	1.74	-1.10	0.71	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
470	-119	174	302.9	1.74	-1.10	0.71	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
480	-117	153	309.9	1.74	-1.10	0.71	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
490	-113	133	317.0	1.74	-1.10	0.71	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
500	-107	114	324.0	1.74	-1.10	0.71	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
510	-98	95	331.1	1.74	-1.10	0.71	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
520	-87	78	338.2	1.73	-1.10	0.71	-35.0	118	0.70	0.0	0.0
530	-74	62	345.2	1.73	-1.10	0.71	-35.0	118	0.70	0.0	0.0

FORCE Technology

Order No.: 2006080 Run No.: 104 FORCE Technology, DMI
 Ship No.: 3386 MANOEUVRING SIMULATION Bulker 50.900 DWT, Ballast
 Date: 19 May 2006 Crash Stop

Time	N	E	psi	u	v	r	shaft			Thrs	
sec	m	m	deg	m/s	m/s	d/s	rud	prop	P/D	bow	aft
0	0	0	0.0	8.56	0.00	0.00	0.0	123	0.70	0.0	0.0
20	168	-0	360.0	8.22	0.00	-0.00	0.0	74	0.70	0.0	0.0
40	329	-0	360.0	7.88	0.00	-0.00	0.0	72	0.70	0.0	0.0
60	483	-0	360.0	7.57	0.00	-0.00	0.0	70	0.70	0.0	0.0
80	632	-0	360.0	7.29	0.00	-0.00	0.0	67	0.70	0.0	0.0
100	775	-0	359.9	7.03	0.00	-0.00	0.0	64	0.70	0.0	0.0
120	913	-0	359.9	6.80	0.00	-0.00	0.0	62	0.70	0.0	0.0
140	1047	-1	359.9	6.58	0.00	-0.00	0.0	59	0.70	0.0	0.0
160	1177	-1	359.8	6.37	0.01	-0.00	0.0	57	0.70	0.0	0.0
180	1302	-1	359.7	6.17	0.01	-0.00	0.0	55	0.70	0.0	0.0
200	1424	-2	359.7	5.99	0.01	-0.00	0.0	53	0.70	0.0	0.0
220	1542	-2	359.5	5.82	0.01	-0.01	0.0	51	0.70	0.0	0.0
240	1656	-3	359.4	5.65	0.02	-0.01	0.0	49	0.70	0.0	0.0
260	1768	-4	359.2	5.49	0.02	-0.01	0.0	47	0.70	0.0	0.0
280	1876	-5	359.0	5.34	0.02	-0.01	0.0	45	0.70	0.0	0.0
300	1982	-7	358.8	5.20	0.03	-0.01	0.0	43	0.70	0.0	0.0
320	2084	-8	358.4	5.06	0.04	-0.02	0.0	41	0.70	0.0	0.0
340	2184	-11	358.0	4.93	0.04	-0.02	0.0	40	0.70	0.0	0.0
360	2281	-13	357.5	4.81	0.05	-0.03	0.0	38	0.70	0.0	0.0
380	2376	-17	356.9	4.69	0.07	-0.03	0.0	37	0.70	0.0	0.0
400	2469	-21	356.2	4.57	0.08	-0.04	0.0	35	0.70	0.0	0.0
420	2559	-26	355.4	4.46	0.09	-0.05	0.0	34	0.70	0.0	0.0
440	2647	-32	354.4	4.35	0.11	-0.05	0.0	33	0.70	0.0	0.0
460	2733	-38	353.3	4.25	0.12	-0.06	0.0	31	0.70	0.0	0.0
480	2816	-46	352.0	4.15	0.14	-0.07	0.0	30	0.70	0.0	0.0
500	2898	-56	350.6	4.05	0.16	-0.07	0.0	29	0.70	0.0	0.0
520	2977	-67	349.1	3.95	0.17	-0.08	0.0	28	0.70	0.0	0.0
540	3054	-79	347.4	3.86	0.19	-0.09	0.0	27	0.70	0.0	0.0
560	3129	-93	345.5	3.76	0.21	-0.09	0.0	25	0.70	0.0	0.0
580	3202	-108	343.6	3.67	0.22	-0.10	0.0	24	0.70	0.0	0.0
600	3273	-126	341.6	3.52	0.23	-0.10	0.0	-74	0.70	0.0	0.0
620	3338	-144	339.8	3.23	0.22	-0.08	0.0	-87	0.70	0.0	0.0
640	3397	-162	338.4	2.93	0.20	-0.06	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
660	3450	-179	337.4	2.65	0.18	-0.05	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
680	3497	-195	336.6	2.37	0.16	-0.03	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
700	3540	-211	336.1	2.11	0.13	-0.02	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
720	3577	-225	336.0	1.85	0.11	0.00	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
740	3609	-237	336.2	1.60	0.08	0.02	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
760	3637	-247	336.8	1.36	0.05	0.04	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
780	3660	-256	337.8	1.12	0.02	0.06	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
800	3679	-264	339.3	0.89	-0.01	0.09	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
820	3693	-269	341.4	0.66	-0.04	0.12	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
840	3703	-274	344.0	0.43	-0.06	0.14	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
860	3709	-277	347.1	0.20	-0.08	0.17	0.0	-88	0.70	0.0	0.0

FORCE Technology

Order No.: 2006080 Run No.: 105 FORCE Technology, DMI
 Ship No.: 3386 MANOEUVRING SIMULATION Bulker 50.900 DWT, Ballast
 Date: 19 May 2006 Normal Stop

Time	N	E	psi	u	v	r	shaft		Thrs		
sec	m	m	deg	m/s	m/s	d/s	rud deg	prop rev	bow P/D	aft set	
0	0	0	0.0	8.56	0.00	0.00	0.0	123	0.70	0.0	0.0
20	168	-0	360.0	8.22	0.00	-0.00	0.0	74	0.70	0.0	0.0
40	329	-0	360.0	7.88	0.00	-0.00	0.0	72	0.70	0.0	0.0
60	483	-0	360.0	7.57	0.00	-0.00	0.0	70	0.70	0.0	0.0
80	632	-0	360.0	7.29	0.00	-0.00	0.0	67	0.70	0.0	0.0
100	775	-0	359.9	7.03	0.00	-0.00	0.0	64	0.70	0.0	0.0
120	913	-0	359.9	6.80	0.00	-0.00	0.0	62	0.70	0.0	0.0
140	1047	-1	359.9	6.58	0.00	-0.00	0.0	59	0.70	0.0	0.0
160	1177	-1	359.8	6.37	0.01	-0.00	0.0	57	0.70	0.0	0.0
180	1302	-1	359.7	6.17	0.01	-0.00	0.0	55	0.70	0.0	0.0
200	1424	-2	359.7	5.99	0.01	-0.00	0.0	53	0.70	0.0	0.0
220	1542	-2	359.5	5.82	0.01	-0.01	0.0	51	0.70	0.0	0.0
240	1656	-3	359.4	5.65	0.02	-0.01	0.0	49	0.70	0.0	0.0
260	1768	-4	359.2	5.49	0.02	-0.01	0.0	47	0.70	0.0	0.0
280	1876	-5	359.0	5.34	0.02	-0.01	0.0	45	0.70	0.0	0.0
300	1982	-7	358.8	5.20	0.03	-0.01	0.0	43	0.70	0.0	0.0
320	2084	-8	358.4	5.06	0.04	-0.02	0.0	41	0.70	0.0	0.0
340	2184	-11	358.0	4.93	0.04	-0.02	0.0	40	0.70	0.0	0.0
360	2281	-13	357.5	4.81	0.05	-0.03	0.0	38	0.70	0.0	0.0
380	2376	-17	356.9	4.69	0.07	-0.03	0.0	37	0.70	0.0	0.0
400	2469	-21	356.2	4.57	0.08	-0.04	0.0	35	0.70	0.0	0.0
420	2559	-26	355.4	4.46	0.09	-0.05	0.0	34	0.70	0.0	0.0
440	2647	-32	354.4	4.35	0.11	-0.05	0.0	33	0.70	0.0	0.0
460	2733	-38	353.3	4.25	0.12	-0.06	0.0	31	0.70	0.0	0.0
480	2816	-46	352.0	4.15	0.14	-0.07	0.0	30	0.70	0.0	0.0
500	2898	-56	350.6	4.05	0.16	-0.07	0.0	29	0.70	0.0	0.0
520	2977	-67	349.1	3.95	0.17	-0.08	0.0	28	0.70	0.0	0.0
540	3054	-79	347.4	3.86	0.19	-0.09	0.0	27	0.70	0.0	0.0
560	3129	-93	345.5	3.76	0.21	-0.09	0.0	25	0.70	0.0	0.0
580	3202	-108	343.6	3.67	0.22	-0.10	0.0	24	0.70	0.0	0.0
600	3273	-126	341.6	3.53	0.23	-0.10	0.0	-62	0.70	0.0	0.0
620	3339	-144	339.7	3.30	0.23	-0.09	0.0	-67	0.70	0.0	0.0
640	3400	-163	338.0	3.08	0.22	-0.08	0.0	-68	0.70	0.0	0.0
660	3456	-182	336.4	2.86	0.22	-0.08	0.0	-68	0.70	0.0	0.0
680	3508	-200	335.0	2.66	0.21	-0.07	0.0	-68	0.70	0.0	0.0
700	3556	-219	333.6	2.47	0.19	-0.06	0.0	-68	0.70	0.0	0.0
720	3600	-237	332.5	2.28	0.18	-0.05	0.0	-68	0.70	0.0	0.0
740	3641	-255	331.5	2.10	0.17	-0.05	0.0	-68	0.70	0.0	0.0
760	3677	-271	330.6	1.93	0.15	-0.04	0.0	-68	0.70	0.0	0.0
780	3711	-287	329.9	1.77	0.14	-0.03	0.0	-68	0.70	0.0	0.0
800	3741	-302	329.4	1.61	0.13	-0.02	0.0	-68	0.70	0.0	0.0
820	3769	-316	329.1	1.45	0.11	-0.01	0.0	-68	0.70	0.0	0.0
840	3794	-328	329.0	1.30	0.09	-0.00	0.0	-68	0.70	0.0	0.0
860	3816	-339	329.1	1.16	0.08	0.01	0.0	-68	0.70	0.0	0.0
880	3835	-349	329.5	1.01	0.06	0.02	0.0	-68	0.70	0.0	0.0
900	3852	-358	330.0	0.87	0.04	0.04	0.0	-68	0.70	0.0	0.0
920	3866	-365	330.9	0.73	0.03	0.05	0.0	-68	0.70	0.0	0.0
940	3878	-371	332.1	0.59	0.01	0.07	0.0	-68	0.70	0.0	0.0
960	3887	-376	333.6	0.46	-0.01	0.08	0.0	-68	0.70	0.0	0.0
980	3894	-379	335.4	0.32	-0.02	0.10	0.0	-68	0.70	0.0	0.0
1000	3899	-382	337.6	0.19	-0.04	0.12	0.0	-68	0.70	0.0	0.0
1020	3901	-384	340.2	0.05	-0.05	0.14	0.0	-68	0.70	0.0	0.0

FORCE Technology

Order No.: 2006080 Run No.: 106 FORCE Technology, DMI
 Ship No.: 3386 MANOEUVRING SIMULATION Bulker 50.900 DWT, Ballast
 Date: 19 May 2006 Stop from half Speed

Time	N	E	psi	u	v	r	shaft		Thrs		
sec	m	m	deg	m/s	m/s	d/s	rud deg	prop rev	bow P/D	aft set	
0	0	0	0.0	4.80	0.00	0.00	0.0	64	0.70	0.0	0.0
10	48	0	360.0	4.75	0.00	-0.00	0.0	34	0.70	0.0	0.0
20	95	0	360.0	4.69	0.00	-0.00	0.0	34	0.70	0.0	0.0
30	142	-0	360.0	4.63	0.00	-0.00	0.0	34	0.70	0.0	0.0
40	188	-0	360.0	4.57	0.00	-0.00	0.0	34	0.70	0.0	0.0
50	233	-0	360.0	4.52	0.00	-0.00	0.0	33	0.70	0.0	0.0
60	278	-0	360.0	4.46	0.00	-0.00	0.0	33	0.70	0.0	0.0
70	322	-0	360.0	4.41	0.00	-0.00	0.0	32	0.70	0.0	0.0
80	366	-0	360.0	4.36	0.00	-0.00	0.0	32	0.70	0.0	0.0
90	409	-0	360.0	4.30	0.00	-0.00	0.0	31	0.70	0.0	0.0
100	452	-0	360.0	4.25	0.00	-0.00	0.0	30	0.70	0.0	0.0
110	494	-0	360.0	4.20	0.00	-0.00	0.0	30	0.70	0.0	0.0
120	536	-0	360.0	4.16	0.00	-0.00	0.0	29	0.70	0.0	0.0
130	578	-0	360.0	4.11	0.00	-0.00	0.0	29	0.70	0.0	0.0
140	618	-0	360.0	4.06	0.00	-0.00	0.0	28	0.70	0.0	0.0
150	659	-0	360.0	4.02	0.00	-0.00	0.0	28	0.70	0.0	0.0
160	699	-0	360.0	3.97	0.00	-0.00	0.0	27	0.70	0.0	0.0
170	738	-0	360.0	3.93	0.00	-0.00	0.0	26	0.70	0.0	0.0
180	777	-0	360.0	3.89	0.00	-0.00	0.0	26	0.70	0.0	0.0
190	816	-0	360.0	3.84	0.00	-0.00	0.0	25	0.70	0.0	0.0
200	854	-0	360.0	3.80	0.00	-0.00	0.0	25	0.70	0.0	0.0
210	892	-0	360.0	3.76	0.00	-0.00	0.0	24	0.70	0.0	0.0
220	929	-0	360.0	3.70	-0.00	0.00	0.0	-55	0.70	0.0	0.0
230	966	-0	0.1	3.58	-0.01	0.01	0.0	-81	0.70	0.0	0.0
240	1001	-0	0.3	3.43	-0.02	0.03	0.0	-86	0.70	0.0	0.0
250	1034	-0	0.6	3.28	-0.04	0.04	0.0	-87	0.70	0.0	0.0
260	1067	-0	1.1	3.14	-0.05	0.05	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
270	1097	-0	1.7	2.99	-0.07	0.07	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
280	1126	0	2.4	2.85	-0.09	0.08	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
290	1154	0	3.2	2.71	-0.11	0.09	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
300	1181	1	4.1	2.57	-0.13	0.10	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
310	1206	2	5.2	2.43	-0.15	0.11	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
320	1229	2	6.3	2.29	-0.17	0.12	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
330	1251	3	7.5	2.15	-0.18	0.13	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
340	1272	4	8.8	2.02	-0.20	0.13	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
350	1292	5	10.2	1.88	-0.21	0.14	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
360	1310	7	11.6	1.75	-0.23	0.15	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
370	1327	8	13.1	1.62	-0.24	0.15	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
380	1343	9	14.6	1.49	-0.25	0.16	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
390	1357	11	16.2	1.36	-0.26	0.16	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
400	1370	12	17.8	1.23	-0.27	0.16	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
410	1382	13	19.5	1.10	-0.27	0.17	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
420	1393	14	21.1	0.97	-0.28	0.17	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
430	1402	15	22.8	0.84	-0.28	0.17	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
440	1411	15	24.5	0.72	-0.28	0.17	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
450	1418	16	26.2	0.59	-0.28	0.17	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
460	1424	16	27.9	0.47	-0.28	0.17	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
470	1429	15	29.6	0.35	-0.28	0.18	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
480	1433	14	31.5	0.23	-0.29	0.19	0.0	-88	0.70	0.0	0.0
490	1435	13	33.4	0.10	-0.29	0.20	0.0	-88	0.70	0.0	0.0

FORCE Technology

Order No.: 2006080 Run No.: 110 FORCE Technology, DMI
 Ship No.: 3386 MANOEUVRING SIMULATION Bulker 50.900 DWT, Ballast
 Date: 19 May 2006 Wind 15 m/s from Side, Stationary

Time sec	N m	E m	psi deg	u m/s	v m/s	r d/s	shaft		Thrs		
							rud deg	prop rev	bow set	aft set	
0	0	0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0	0.70	0.0	0.0
20	0	1	359.7	0.00	0.07	-0.03	0.0	0	0.70	0.0	0.0
40	0	3	359.0	0.01	0.14	-0.05	0.0	0	0.70	0.0	0.0
60	0	6	357.8	0.01	0.21	-0.07	0.0	0	0.70	0.0	0.0
80	1	11	356.3	0.00	0.27	-0.08	0.0	0	0.70	0.0	0.0
100	1	17	354.6	-0.00	0.32	-0.09	0.0	0	0.70	0.0	0.0
120	2	24	352.8	-0.01	0.37	-0.09	0.0	0	0.70	0.0	0.0
140	3	32	351.0	-0.02	0.41	-0.09	0.0	0	0.70	0.0	0.0
160	4	40	349.4	-0.03	0.45	-0.08	0.0	0	0.70	0.0	0.0
180	5	49	348.0	-0.04	0.48	-0.06	0.0	0	0.70	0.0	0.0
200	6	59	346.8	-0.05	0.51	-0.05	0.0	0	0.70	0.0	0.0
220	7	70	346.1	-0.06	0.54	-0.03	0.0	0	0.70	0.0	0.0
240	9	81	345.6	-0.06	0.56	-0.01	0.0	0	0.70	0.0	0.0
260	11	92	345.6	-0.06	0.58	0.01	0.0	0	0.70	0.0	0.0
280	12	104	345.9	-0.06	0.60	0.02	0.0	0	0.70	0.0	0.0
300	14	116	346.4	-0.05	0.61	0.04	0.0	0	0.70	0.0	0.0
320	16	128	347.3	-0.05	0.62	0.05	0.0	0	0.70	0.0	0.0
340	18	140	348.3	-0.03	0.64	0.05	0.0	0	0.70	0.0	0.0
360	20	153	349.4	-0.02	0.65	0.06	0.0	0	0.70	0.0	0.0
380	22	166	350.5	-0.01	0.66	0.06	0.0	0	0.70	0.0	0.0
400	24	179	351.7	0.00	0.66	0.06	0.0	0	0.70	0.0	0.0
420	26	192	352.7	0.02	0.67	0.05	0.0	0	0.70	0.0	0.0
440	28	206	353.6	0.03	0.68	0.04	0.0	0	0.70	0.0	0.0
460	30	219	354.4	0.04	0.68	0.03	0.0	0	0.70	0.0	0.0
480	32	232	355.0	0.05	0.68	0.02	0.0	0	0.70	0.0	0.0
500	34	246	355.3	0.05	0.69	0.01	0.0	0	0.70	0.0	0.0
520	36	260	355.5	0.06	0.69	0.00	0.0	0	0.70	0.0	0.0
540	38	273	355.5	0.06	0.69	-0.00	0.0	0	0.70	0.0	0.0
560	41	287	355.3	0.06	0.69	-0.01	0.0	0	0.70	0.0	0.0
580	43	301	355.0	0.06	0.69	-0.02	0.0	0	0.70	0.0	0.0

FORCE Technology

Order No.: 2006080 Run No.: 111 FORCE Technology, DMI
 Ship No.: 3386 MANOEUVRING SIMULATION Bulker 50.900 DWT, Ballast
 Date: 19 May 2006 Wind 15 m/s from Side, Sailing

Time sec	N m	E m	psi deg	u m/s	v m/s	r d/s	shaft		Thrs		
							rud deg	prop rev	bow set	aft set	
0	0	0	0.0	8.56	0.00	0.00	0.0	127	0.70	0.0	0.0
10	86	0	0.0	8.56	0.04	-0.00	0.0	127	0.70	0.0	0.0
20	171	1	359.9	8.57	0.08	-0.02	0.0	127	0.70	0.0	0.0
30	257	2	359.6	8.56	0.13	-0.04	0.0	127	0.70	0.0	0.0
40	343	2	359.1	8.56	0.19	-0.07	0.0	127	0.70	0.0	0.0
50	428	2	358.3	8.55	0.25	-0.10	0.0	127	0.70	0.0	0.0
60	514	2	357.2	8.54	0.31	-0.12	0.0	127	0.70	0.0	0.0
70	599	0	355.8	8.52	0.38	-0.15	0.0	127	0.70	0.0	0.0
80	684	-3	354.1	8.50	0.46	-0.18	0.0	127	0.70	0.0	0.0
90	769	-8	352.1	8.47	0.53	-0.21	0.0	127	0.70	0.0	0.0
100	853	-16	349.8	8.43	0.60	-0.24	0.0	127	0.70	0.0	0.0
110	937	-26	347.3	8.38	0.66	-0.27	0.0	127	0.70	0.0	0.0
120	1020	-40	344.5	8.32	0.72	-0.29	0.0	127	0.70	0.0	0.0
130	1101	-57	341.5	8.26	0.77	-0.31	0.0	127	0.70	0.0	0.0
140	1181	-77	338.4	8.20	0.82	-0.32	0.0	127	0.70	0.0	0.0
150	1260	-102	335.1	8.12	0.86	-0.34	0.0	127	0.70	0.0	0.0
160	1336	-130	331.7	8.05	0.90	-0.35	0.0	127	0.70	0.0	0.0
170	1410	-162	328.2	7.97	0.92	-0.35	0.0	127	0.70	0.0	0.0
180	1481	-198	324.6	7.90	0.94	-0.36	0.0	127	0.70	0.0	0.0
190	1550	-238	321.0	7.82	0.95	-0.36	0.0	127	0.70	0.0	0.0
200	1615	-282	317.4	7.75	0.96	-0.36	0.0	127	0.70	0.0	0.0
210	1677	-329	313.7	7.68	0.97	-0.36	0.0	127	0.70	0.0	0.0
220	1735	-379	310.1	7.61	0.97	-0.36	0.0	127	0.70	0.0	0.0
230	1790	-432	306.4	7.54	0.96	-0.36	0.0	127	0.70	0.0	0.0
240	1840	-489	302.8	7.48	0.96	-0.36	0.0	127	0.70	0.0	0.0

FORCE Technology

Order No.: 2006080 Run No.: 112 FORCE Technology, DMI
 Ship No.: 3386 MANOEUVRING SIMULATION Bulker 50.900 DWT, Ballast
 Date: 19 May 2006 20-20 Zig Zag

Time	N	E	psi	u	v	r	shaft		Thrs		
							rud	prop	bow	aft	
sec	m	m	deg	m/s	m/s	d/s	deg	rev	P/D	set	set
0	0	0	90.0	8.56	0.00	0.00	2.3	127	0.70	0.0	0.0
10	-0	86	88.5	8.53	0.25	-0.32	20.0	127	0.70	0.0	0.0
20	0	171	83.9	8.43	0.65	-0.58	20.0	127	0.70	0.0	0.0
30	5	254	77.2	8.24	1.03	-0.74	20.0	127	0.70	0.0	0.0
40	17	335	69.3	7.97	1.33	-0.83	20.0	127	0.70	0.0	0.0
50	37	412	62.2	7.72	1.26	-0.47	-19.9	127	0.70	0.0	0.0
60	65	485	59.4	7.64	0.94	-0.15	-20.0	127	0.70	0.0	0.0
70	97	554	58.8	7.63	0.64	0.02	-20.0	127	0.70	0.0	0.0
80	132	622	59.6	7.65	0.34	0.14	-20.0	127	0.70	0.0	0.0
90	169	690	61.7	7.68	0.02	0.29	-20.0	127	0.70	0.0	0.0
100	205	758	65.5	7.67	-0.34	0.46	-20.0	127	0.70	0.0	0.0
110	238	826	70.8	7.61	-0.69	0.60	-20.0	127	0.70	0.0	0.0
120	267	897	77.3	7.48	-0.99	0.70	-20.0	127	0.70	0.0	0.0
130	290	968	84.7	7.28	-1.23	0.77	-20.0	127	0.70	0.0	0.0
140	305	1039	92.6	7.03	-1.40	0.81	-20.0	127	0.70	0.0	0.0
150	312	1109	100.9	6.75	-1.51	0.83	-20.0	127	0.70	0.0	0.0
160	310	1177	109.2	6.46	-1.57	0.83	-20.0	127	0.70	0.0	0.0
170	299	1241	116.5	6.26	-1.41	0.53	19.4	127	0.70	0.0	0.0
180	281	1302	119.9	6.26	-1.09	0.19	20.0	127	0.70	0.0	0.0
190	257	1361	120.9	6.34	-0.79	0.03	20.0	127	0.70	0.0	0.0
200	230	1419	120.6	6.45	-0.51	-0.09	20.0	127	0.70	0.0	0.0
210	200	1478	119.0	6.56	-0.22	-0.22	20.0	127	0.70	0.0	0.0
220	170	1536	116.0	6.65	0.11	-0.40	20.0	127	0.70	0.0	0.0
230	141	1596	111.1	6.68	0.48	-0.57	20.0	127	0.70	0.0	0.0
240	114	1658	104.7	6.63	0.82	-0.70	20.0	127	0.70	0.0	0.0
250	91	1720	97.2	6.50	1.10	-0.78	20.0	127	0.70	0.0	0.0
260	76	1783	89.2	6.32	1.30	-0.82	20.0	127	0.70	0.0	0.0
270	67	1846	80.9	6.10	1.43	-0.83	20.0	127	0.70	0.0	0.0
280	66	1908	72.6	5.86	1.51	-0.83	20.0	127	0.70	0.0	0.0
290	73	1967	64.7	5.66	1.47	-0.67	-7.6	127	0.70	0.0	0.0
300	87	2023	60.4	5.61	1.15	-0.24	-20.0	127	0.70	0.0	0.0
310	107	2077	59.1	5.68	0.86	-0.04	-20.0	127	0.70	0.0	0.0
320	130	2130	59.3	5.79	0.59	0.07	-20.0	127	0.70	0.0	0.0
330	156	2182	60.5	5.91	0.34	0.17	-20.0	127	0.70	0.0	0.0
340	182	2236	62.8	6.02	0.07	0.28	-20.0	127	0.70	0.0	0.0
350	209	2290	66.3	6.11	-0.22	0.42	-20.0	126	0.70	0.0	0.0
360	235	2346	71.1	6.15	-0.51	0.54	-20.0	126	0.70	0.0	0.0
370	259	2403	77.0	6.13	-0.78	0.64	-20.0	127	0.70	0.0	0.0
380	278	2462	83.8	6.05	-1.00	0.70	-20.0	127	0.70	0.0	0.0
390	292	2521	91.0	5.93	-1.17	0.74	-20.0	127	0.70	0.0	0.0
400	299	2580	98.6	5.76	-1.29	0.77	-20.0	127	0.70	0.0	0.0
410	300	2638	106.3	5.58	-1.37	0.77	-20.0	127	0.70	0.0	0.0

FORCE Technology

Order No.: 2006080 Run No.: 113 FORCE Technology, DMI
 Ship No.: 3386 MANOEUVRING SIMULATION Bulker 50.900 DWT, Ballast
 Date: 19 May 2006 10-10 Zig Zag

Time	N	E	psi	u	v	r	shaft		Thrs		
							rud	prop	bow	aft	
sec	m	m	deg	m/s	m/s	d/s	deg	rev	P/D	set	set
0	0	0	90.0	8.56	0.00	0.00	2.3	127	0.70	0.0	0.0
10	-0	86	89.0	8.55	0.15	-0.19	10.0	127	0.70	0.0	0.0
20	0	171	86.3	8.52	0.39	-0.34	10.0	127	0.70	0.0	0.0
30	3	256	82.4	8.44	0.63	-0.45	10.0	127	0.70	0.0	0.0
40	10	340	77.6	8.34	0.78	-0.41	-9.7	127	0.70	0.0	0.0
50	23	422	74.8	8.27	0.67	-0.19	-10.0	127	0.70	0.0	0.0
60	40	503	73.5	8.25	0.52	-0.08	-10.0	127	0.70	0.0	0.0
70	60	584	73.1	8.25	0.37	-0.01	-10.0	127	0.70	0.0	0.0
80	81	663	73.4	8.26	0.20	0.07	-10.0	127	0.70	0.0	0.0
90	103	743	74.5	8.27	0.02	0.15	-10.0	127	0.70	0.0	0.0
100	125	823	76.5	8.27	-0.19	0.25	-10.0	127	0.70	0.0	0.0
110	145	903	79.6	8.26	-0.42	0.35	-10.0	127	0.70	0.0	0.0
120	163	984	83.6	8.21	-0.64	0.44	-10.0	127	0.70	0.0	0.0
130	176	1065	88.4	8.12	-0.84	0.52	-10.0	127	0.70	0.0	0.0
140	184	1145	93.9	8.01	-1.01	0.58	-10.0	127	0.70	0.0	0.0
150	185	1225	99.9	7.86	-1.15	0.62	-10.0	127	0.70	0.0	0.0
160	180	1304	105.3	7.74	-1.08	0.40	10.0	127	0.70	0.0	0.0
170	167	1381	108.4	7.71	-0.91	0.24	10.0	127	0.70	0.0	0.0
180	149	1456	110.4	7.72	-0.75	0.16	10.0	127	0.70	0.0	0.0
190	127	1531	111.7	7.75	-0.59	0.09	10.0	127	0.70	0.0	0.0
200	103	1605	112.3	7.79	-0.44	0.03	10.0	127	0.70	0.0	0.0
210	76	1679	112.3	7.84	-0.28	-0.04	10.0	127	0.70	0.0	0.0
220	49	1752	111.5	7.89	-0.11	-0.12	10.0	127	0.70	0.0	0.0
230	21	1826	109.7	7.92	0.10	-0.23	10.0	127	0.70	0.0	0.0
240	-6	1901	106.9	7.93	0.33	-0.34	10.0	127	0.70	0.0	0.0
250	-31	1976	103.0	7.91	0.57	-0.44	10.0	127	0.70	0.0	0.0
260	-53	2052	98.2	7.84	0.79	-0.52	10.0	127	0.70	0.0	0.0
270	-69	2129	92.6	7.73	0.99	-0.59	10.0	127	0.70	0.0	0.0
280	-80	2205	86.5	7.59	1.14	-0.63	10.0	127	0.70	0.0	0.0
290	-83	2281	80.1	7.42	1.25	-0.65	10.0	127	0.70	0.0	0.0
300	-79	2356	74.5	7.29	1.15	-0.41	-10.0	127	0.70	0.0	0.0
310	-67	2428	71.4	7.26	0.96	-0.24	-10.0	127	0.70	0.0	0.0
320	-51	2500	69.5	7.27	0.78	-0.15	-10.0	127	0.70	0.0	0.0
330	-31	2570	68.3	7.31	0.61	-0.09	-10.0	127	0.70	0.0	0.0
340	-9	2640	67.8	7.36	0.45	-0.03	-10.0	127	0.70	0.0	0.0
350	16	2710	67.8	7.41	0.30	0.03	-10.0	127	0.70	0.0	0.0
360	42	2780	68.5	7.48	0.14	0.10	-10.0	127	0.70	0.0	0.0
370	68	2850	69.9	7.53	-0.04	0.19	-10.0	127	0.70	0.0	0.0
380	94	2921	72.2	7.58	-0.25	0.28	-10.0	127	0.70	0.0	0.0
390	119	2993	75.5	7.60	-0.45	0.37	-10.0	127	0.70	0.0	0.0
400	141	3066	79.6	7.58	-0.66	0.45	-10.0	127	0.70	0.0	0.0
410	159	3139	84.5	7.54	-0.84	0.52	-10.0	127	0.70	0.0	0.0
420	172	3214	89.9	7.46	-0.99	0.57	-10.0	127	0.70	0.0	0.0
430	179	3288	95.8	7.35	-1.11	0.60	-10.0	127	0.70	0.0	0.0

FORCE Technology

Order No.: 2006080 Run No.: 114 FORCE Technology, DMI
 Ship No.: 3386 MANOEUVRING SIMULATION Bulker 50.900 DWT, Ballast
 Date: 19 May 2006 Spiral Test

Time	N	E	psi	u	v	r	shaft			Thrs	
							rud	prop	P/D	bow	aft
sec	m	m	deg	m/s	m/s	d/s	deg	rev	P/D	set	set
1922	0	0	0.0	3.90	1.19	-0.61	15.0	127	0.70	0.0	0.0
2522	-280	-124	33.7	4.71	1.16	-0.56	10.0	127	0.70	0.0	0.0
3122	-379	-250	46.7	5.09	1.13	-0.53	8.0	127	0.70	0.0	0.0
3722	-530	-489	66.9	5.52	1.09	-0.50	6.0	127	0.70	0.0	0.0
4322	-647	-883	91.1	5.99	1.03	-0.46	4.0	127	0.70	0.0	0.0
4922	-623	-1509	121.6	6.53	0.94	-0.40	2.0	127	0.70	0.0	0.0
5522	-469	-1934	139.6	6.84	0.88	-0.37	1.0	127	0.70	0.0	0.0
6122	-124	-2458	163.5	7.17	0.80	-0.33	0.0	127	0.70	0.0	0.0
6722	617	-3037	196.0	7.57	0.68	-0.27	-1.0	127	0.70	0.0	0.0
7322	441	206	354.7	3.96	-1.16	0.59	-15.0	125	0.70	0.0	0.0
7922	-379	225	313.7	4.92	-1.13	0.54	-10.0	127	0.70	0.0	0.0
8522	-453	345	304.8	5.36	-1.11	0.52	-8.0	127	0.70	0.0	0.0
9122	-585	590	287.4	5.83	-1.07	0.49	-6.0	127	0.70	0.0	0.0
9722	-687	984	265.6	6.33	-1.02	0.45	-4.0	127	0.70	0.0	0.0
10322	-652	1609	237.2	6.87	-0.93	0.40	-2.0	127	0.70	0.0	0.0
10922	-500	2029	220.2	7.16	-0.88	0.37	-1.0	127	0.70	0.0	0.0
11522	-149	2562	196.9	7.48	-0.80	0.33	0.0	127	0.70	0.0	0.0
12122	624	3162	164.0	7.85	-0.67	0.27	1.0	127	0.70	0.0	0.0

FORCE Technology

Order No.: 2006080 Run No.: 115 FORCE Technology, DMI
 Ship No.: 3386 MANOEUVRING SIMULATION Bulker 50.900 DWT, Ballast
 Date: 19 May 2006 Course Keeping in 15 m/s, Deep Water

Time	N	E	psi	u	v	r	shaft			Thrs	
							rud	prop	P/D	bow	aft
sec	m	m	deg	m/s	m/s	d/s	deg	rev	P/D	set	set
0	0	0	0.0	3.08	0.00	0.00	0.0	55	0.70	0.0	0.0
300	859	251	15.0	3.00	0.09	0.00	-1.6	55	0.70	0.0	0.0
600	741	481	30.0	2.98	0.18	0.00	-4.3	55	0.70	0.0	0.0
900	580	674	45.0	3.02	0.24	0.00	-6.8	55	0.70	0.0	0.0
1200	391	833	60.0	3.17	0.28	0.00	-8.4	55	0.70	0.0	0.0
1500	176	954	75.0	3.37	0.27	0.00	-9.4	55	0.70	0.0	0.0
1800	-65	1014	90.0	3.50	0.22	0.00	-10.2	55	0.70	0.0	0.0
2100	-320	1004	105.0	3.64	0.17	0.00	-10.5	55	0.70	0.0	0.0
2400	-575	928	120.0	3.76	0.12	0.00	-10.0	55	0.70	0.0	0.0
2700	-811	783	135.0	3.88	0.07	0.00	-8.7	55	0.70	0.0	0.0
3000	-1011	571	150.0	3.98	0.04	0.00	-6.4	55	0.70	0.0	0.0
3300	-1146	305	165.0	4.04	0.01	0.00	-3.2	55	0.70	0.0	0.0
3600	-1198	-0	180.0	4.07	0.00	-0.00	-0.1	55	0.70	0.0	0.0

Order No.: 2006080 Run No.: 116 FORCE Technology, DMI
 Ship No.: 3386 MANOEUVRING SIMULATION Bulker 50.900 DWT, Ballast
 Date: 19 May 2006 Course Keeping in 15 m/s, Shallow Water

Time	N	E	psi	u	v	r	shaft			Thrs	
							rud	prop	P/D	bow	aft
sec	m	m	deg	m/s	m/s	d/s	deg	rev	P/D	set	set
0	0	0	0.0	3.07	-0.00	0.00	0.0	55	0.70	0.0	0.0
300	826	224	14.9	2.78	0.01	-0.00	-3.6	55	0.70	0.0	0.0
600	689	403	29.9	2.65	0.02	-0.00	-9.3	55	0.70	0.0	0.0
900	545	553	45.1	2.62	0.04	-0.01	-12.2	55	0.70	0.0	0.0
1200	397	673	60.0	2.68	0.03	0.02	-20.0	55	0.70	0.0	0.0
1500	247	766	69.3	2.77	0.04	-0.01	-20.0	55	0.70	0.0	0.0
1800	72	821	80.0	2.82	0.04	-0.02	-20.0	55	0.70	0.0	0.0
2100	-114	831	90.9	2.86	0.03	-0.03	-20.0	55	0.70	0.0	0.0
2400	-314	792	103.6	2.92	0.03	-0.04	-20.0	55	0.70	0.0	0.0
2700	-520	696	119.4	2.98	0.02	-0.04	-20.0	55	0.70	0.0	0.0
3000	-749	487	148.0	3.07	0.00	0.03	-20.0	55	0.70	0.0	0.0
3300	-891	242	164.7	3.18	0.00	-0.00	-12.3	55	0.70	0.0	0.0
3600	-950	0	180.0	3.25	-0.00	0.00	-0.8	55	0.70	0.0	0.0

FORCE Technology

Order No.: 2006080 Run No.: 121 FORCE Technology, DMI
 Ship No.: 3386 MANOEUVRING SIMULATION Bulker 50.900 DWT, Ballast
 Date: 19 May 2006 35 deg. SB Turning Circle, Shallow Water

Time	N	E	psi	u	v	r	shaft		Thrs		
sec	m	m	deg	m/s	m/s	d/s	rud deg	prop rev	bow P/D	aft set	
0	0	0	0.0	3.80	0.00	0.00	-2.3	68	0.70	0.0	0.0
20	76	0	1.0	3.78	-0.03	0.12	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
40	151	3	4.5	3.74	-0.05	0.23	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
60	225	11	9.8	3.69	-0.06	0.30	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
80	297	26	16.3	3.64	-0.06	0.34	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
100	365	49	23.5	3.58	-0.06	0.37	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
120	428	81	30.9	3.52	-0.06	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
140	487	119	38.5	3.47	-0.06	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
160	538	165	46.1	3.42	-0.06	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
180	583	216	53.7	3.37	-0.06	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
200	620	271	61.4	3.33	-0.06	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
220	649	331	69.0	3.28	-0.06	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
240	669	393	76.6	3.24	-0.06	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
260	681	456	84.3	3.21	-0.06	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
280	684	520	91.9	3.17	-0.06	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
300	679	583	99.5	3.14	-0.06	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
320	666	644	107.1	3.11	-0.06	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
340	645	702	114.7	3.08	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
360	617	757	122.3	3.05	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
380	582	806	129.9	3.03	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
400	542	851	137.4	3.00	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
420	496	889	145.0	2.98	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
440	446	921	152.6	2.96	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
460	392	946	160.2	2.94	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
480	336	963	167.7	2.92	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
500	279	973	175.3	2.90	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
520	221	975	182.9	2.88	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
540	164	969	190.4	2.86	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
560	108	956	198.0	2.85	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
580	55	936	205.6	2.83	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
600	6	910	213.1	2.82	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
620	-40	877	220.7	2.81	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
640	-81	838	228.3	2.79	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
660	-116	795	235.8	2.78	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
680	-145	748	243.4	2.77	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
700	-168	697	250.9	2.76	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
720	-183	645	258.5	2.75	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
740	-192	591	266.0	2.74	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
760	-193	536	273.6	2.73	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
780	-187	482	281.1	2.72	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
800	-174	429	288.7	2.71	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
820	-155	379	296.2	2.70	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
840	-129	332	303.8	2.69	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
860	-97	288	311.4	2.69	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
880	-60	250	318.9	2.68	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
900	-18	216	326.5	2.67	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
920	28	189	334.0	2.67	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
940	77	168	341.6	2.66	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
960	128	153	349.1	2.65	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
980	180	146	356.7	2.65	-0.05	0.38	-35.0	68	0.70	0.0	0.0

FORCE Technology

Order No.: 2006080 Run No.: 122 FORCE Technology, DMI
 Ship No.: 3386 MANOEUVRING SIMULATION Bulker 50.900 DWT, Ballast
 Date: 19 May 2006 35 deg. SB Turning Circle, Shallow Water, Accel.

Time	N	E	psi	u	v	r	shaft		Thrs		
sec	m	m	deg	m/s	m/s	d/s	rud deg	prop rev	bow P/D	aft set	
0	0	0	0.0	0.00	0.00	0.00	-2.3	68	0.70	0.0	0.0
20	1	-0	0.4	0.14	-0.02	0.05	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
40	6	-1	2.2	0.27	-0.03	0.12	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
60	12	-1	5.3	0.38	-0.05	0.19	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
80	21	-1	9.9	0.48	-0.06	0.26	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
100	31	0	15.6	0.57	-0.06	0.31	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
120	43	3	22.3	0.64	-0.06	0.36	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
140	56	8	30.0	0.71	-0.06	0.40	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
160	69	15	38.3	0.77	-0.05	0.43	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
180	81	25	47.2	0.82	-0.05	0.45	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
200	92	38	56.4	0.87	-0.05	0.47	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
220	102	53	65.9	0.92	-0.04	0.48	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
240	109	71	75.6	0.97	-0.04	0.49	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
260	113	90	85.3	1.01	-0.03	0.49	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
280	113	111	95.1	1.05	-0.03	0.49	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
300	110	132	104.8	1.10	-0.03	0.48	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
320	103	153	114.4	1.14	-0.03	0.48	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
340	92	174	123.9	1.18	-0.03	0.47	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
360	78	193	133.2	1.23	-0.03	0.46	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
380	60	210	142.3	1.27	-0.03	0.45	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
400	39	225	151.3	1.31	-0.03	0.44	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
420	15	236	160.1	1.35	-0.03	0.43	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
440	-12	244	168.7	1.39	-0.03	0.43	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
460	-39	248	177.2	1.43	-0.03	0.42	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
480	-68	248	185.5	1.47	-0.03	0.41	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
500	-98	244	193.8	1.50	-0.03	0.41	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
520	-127	235	201.9	1.54	-0.03	0.41	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
540	-155	222	210.1	1.57	-0.03	0.40	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
560	-182	205	218.1	1.60	-0.04	0.40	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
580	-206	184	226.1	1.63	-0.04	0.40	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
600	-228	159	234.1	1.66	-0.04	0.40	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
620	-246	131	242.1	1.69	-0.04	0.40	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
640	-261	100	250.0	1.72	-0.04	0.40	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
660	-271	67	257.9	1.74	-0.04	0.39	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
680	-277	33	265.8	1.77	-0.04	0.39	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
700	-278	-3	273.6	1.79	-0.04	0.39	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
720	-274	-39	281.5	1.82	-0.04	0.39	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
740	-265	-74	289.3	1.84	-0.04	0.39	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
760	-252	-108	297.1	1.86	-0.04	0.39	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
780	-233	-141	304.9	1.88	-0.04	0.39	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
800	-210	-171	312.7	1.90	-0.04	0.39	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
820	-183	-198	320.5	1.92	-0.04	0.39	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
840	-152	-221	328.3	1.94	-0.04	0.39	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
860	-118	-240	336.0	1.96	-0.04	0.39	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
880	-82	-254	343.8	1.97	-0.04	0.39	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
900	-43	-264	351.5	1.99	-0.04	0.39	-35.0	68	0.70	0.0	0.0
920	-3	-268	359.3	2.01	-0.04	0.39	-35.0	68	0.70	0.0	0.0