

# **BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE**

## **Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable**

### **INGÉNIERIE, INNOVATION ET DÉVELOPPEMENT DURABLE**

#### **INNOVATION TECHNOLOGIE ET ÉCO-CONCEPTION**

**Coefficient 16**

**Durée : 20 minutes – 1 heure de préparation**

**Aucun document autorisé – Calculatrice autorisée**

#### **Constitution du sujet :**

- **Dossier de Présentation**..... Page 2
- **Dossier de Travail Demandé**..... Pages 3 à 4
  - Partie relative aux enseignements communs ..... Page 3
  - Partie relative à l'enseignement spécifique..... Page 4
- **Dossier Technique et Ressource** ..... Pages 5 à 10

#### **Rappel du règlement de l'épreuve**

L'épreuve s'appuie sur une étude de cas issue d'un dossier fourni au candidat par l'examineur et présentant un produit pluri technologique.

Un questionnaire est remis au candidat avec le dossier en début de la préparation de l'épreuve. Il permet de résoudre une problématique technologique (sans entraîner le développement de calculs mathématiques importants) afin d'évaluer des compétences et connaissances associées, de la partie relative aux enseignements communs et propres à l'enseignement spécifique choisi par le candidat lors de son inscription.

Pendant l'interrogation, le candidat dispose de 10 minutes pour exposer les conclusions de sa préparation avant de répondre aux questions de l'examineur, relatives à la résolution du problème posé.

Baccalauréat Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable – STI2D	Session 2024
Ingénierie, innovation et développement durable - oral de contrôle	Code : 2024-15-ITEC Page 1 / 10

# DOSSIER DE PRÉSENTATION

## Le voilier 2WS

### Mise en situation

#### Pour un transport maritime plus écologique ?

Le transport maritime achemine plus de 90 % des marchandises dans le monde. Dix milliards de tonnes de marchandise sont transportées par voie maritime ; ces dernières sont ensuite livrées aux destinataires le plus souvent par camions. Face à cet enjeu les acteurs internationaux du transport maritime conventionnel se sont engagés, selon les accords de Paris, à réduire les émissions CO<sub>2</sub> du secteur de 50% à l'horizon 2050.

#### Le cargo-voile, le navire du futur ?

Un regroupement d'entreprises, dont Meta<sup>®</sup>, travaille actuellement sur la construction d'un cargo-voile nommé voilier 2WS (Wind WinSolutions). La voile représente des avantages écologiques ainsi qu'économiques. Elle diminue également les risques de pollution aquatique. En parallèle, le développement du cargo-voile permettrait l'émergence d'un nouveau secteur industriel naval (créateur d'emplois), le développement des zones portuaires côtières et fluviales, l'emploi de canaux existants, et l'abaissement de la vitesse commerciale (11 nœuds au lieu de 15) en aboutissant à une économie de carburant substantielle.



Figure 1 : vue du cargo-voile 2WS

#### Les avantages du transport fluvial et côtier

Alors que la logistique pose de plus en plus de questions, le gouvernement français envisage de développer le réseau fluvial et côtier. L'idée de développer ce type de transport comme alternative écologique est simple : les bateaux auraient alors un rôle d'entrepôts, ils faciliteraient le transport des marchandises vers le client final, avec trois atouts complémentaires importants :

- il répond au manque de place au cœur des métropoles ;
- il participe à réduire le trafic routier surchargé en ville ;
- il nécessite peu d'aménagements, puisque les grandes métropoles comptent, pour la plupart, un trafic fluvial régulier.



Figure 2 : zones d'intervention voilier 2WS

#### Problématique

L'objectif de cette étude est d'étudier la pertinence, pour la société Méta<sup>®</sup>, du développement commercial de son voilier 2WS pour le transport de marchandises, sur les fleuves, les canaux et les côtes européennes.

# DOSSIER DE TRAVAIL DEMANDÉ

---

## Partie relative aux enseignements communs

Définitions utiles à la bonne compréhension du sujet :

- le gîte est l'inclinaison latérale d'un bateau sous l'effet du vent notamment ;
- le tirant d'eau est la distance verticale entre la ligne de flottaison et le bas de la quille (élément qui permet que le bateau reste droit).

Question 1 **Justifier**, sur la base des trois piliers du développement durable, le bien-fondé de la mise sur le marché d'une solution de transport fluvial et côtier à la voile pour le transport de conteneurs le long des côtes européennes et la remontée du Rhône notamment.

Question 2 **Présenter** les deux brevets de l'entreprise Méta® en insistant sur les avantages liés au développement durable des solutions retenues.  
DTR1

Le DTR2 présente les chaînes d'information et de puissance qui sont analysées ci-après.

Question 3 **Nommer** les équipements de la fonction ACQUÉRIR et le type de commande permettant d'actionner le moteur.  
DTR2

Pour des raisons pratiques d'accès au port et en cas d'urgence, les bateaux à voile sont équipés d'un système de propulsion mécanique.

Question 4 **Relever** les éléments constituant la chaîne de puissance du voilier 2WS permettant d'obtenir le déplacement du bateau (dissocier les deux solutions : avec ou sans moteur).  
DTR2

Le bateau est doté d'un moteur d'une puissance de 2,5 kW pour assurer les manœuvres nécessaires. Le déplacement du bateau est considéré rectiligne à vitesse établie.

Question 5 **Relever** sur le document DTR3, l'effort de traînée du voilier (force de résistance à l'avancement du voilier) lorsque celui-ci se déplace à  $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .  
DTR3 et DTR4  
**Relever** sur le document DTR4, la vitesse minimum de rotation de l'hélice, puis le couple résistant C sur l'arbre à cette vitesse.  
**Calculer** ensuite la puissance moteur et **conclure**.

## Partie relative à l'enseignement spécifique

L'architecture navale cherche à augmenter le couple de redressement ( $C_r$ ) des voiliers pour améliorer leurs performances. Pour cela, le brevet TurboKeels<sup>®</sup> permet de faire transiter un lest, d'une quille à l'autre, au gré des besoins, et suivant un circuit fermé actionné par une simple pompe.

Cette pompe alimentée par courant triphasé aspire de l'huile et la grenaille de plomb transite par un conduit distinct.

Question 6  
DTR5 et DTR6 À partir des caractéristiques du système, **préciser** le débit requis pour la pompe en  $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  et **proposer** une pompe adaptée parmi celles données dans l'extrait du catalogue commercial.

Rappel du principe d'Archimède : tout corps plongé dans un fluide reçoit de bas en haut une poussée égale au poids du volume de liquide déplacé.

Question 7  
DTR5 et DTR7 **Calculer** la masse totale  $m_b$  (en kg) du bateau chargé.  
En **déduire**, la masse d'eau déplacée ( $m_e = m_b$ ), et son volume ( $v_e$ ). La masse volumique de l'eau est notée  $\rho$  avec  $\rho = 1 \text{ kg} \cdot \text{dm}^{-3}$  et le volume immergé  $v_i$  du bateau est égal à  $v_e$ .

Quels que soient les résultats précédents, la valeur retenue de  $v_i$  est de  $500 \text{ m}^3$ .

Question 8  
DTR7 **Calculer** la position de la ligne de flottaison (valeur numérique de  $h$ ) et **conclure** sur la flottabilité de la coque dans ces conditions.

Question 9  
DTR8 **Argumenter** sur la pertinence du choix du système TurboKeels<sup>®</sup> vis-à-vis des autres systèmes existants.

Question 10 À l'issue de cette étude, **expliquer** de manière argumentée en quoi le voilier 2WS de la société Méta<sup>®</sup> peut représenter une solution innovante, performante et écologique pour le fret fluvial et côtier.

### DTR1 : présentation de la société Méta®

Situé à Tarare depuis 1963, META® est le constructeur du célèbre JOSHUA de Bernard Moitessier.

Grâce son savoir-faire unique, il conçoit et construit des voiliers, vedettes et autres bâtiments flottants en alliage d'aluminium précontraint. Les deux principaux brevets de la société sont détaillés ci-après.



### Brevet Strongall®

Il s'agit d'une méthode de construction en aluminium développée et brevetée par META® en 1977 (tombée dans le domaine public). Le concept est celui d'une coque en V auto-porteuse en aluminium, basée sur l'utilisation de tôles épaisses pour l'élaboration de bateaux en alliage aluminium. Ce type de construction permet :

- d'être 30% environ plus légère qu'une coque en acier, à résistance comparable ;
- l'usage de tôles épaisses qui rend la structure solide et homogène sans joints entre les éléments soudés ;
- d'augmenter la résistance à la corrosion et de diminuer significativement le risque de fatigue du métal ;
- de se dispenser de la peinture des parties émergées et du pont qui n'est alors nécessaire que pour des raisons esthétiques ;
- de réduire la structure transversale au minimum, libérant ainsi beaucoup d'espace intérieur.

### Brevet TurboKeels®

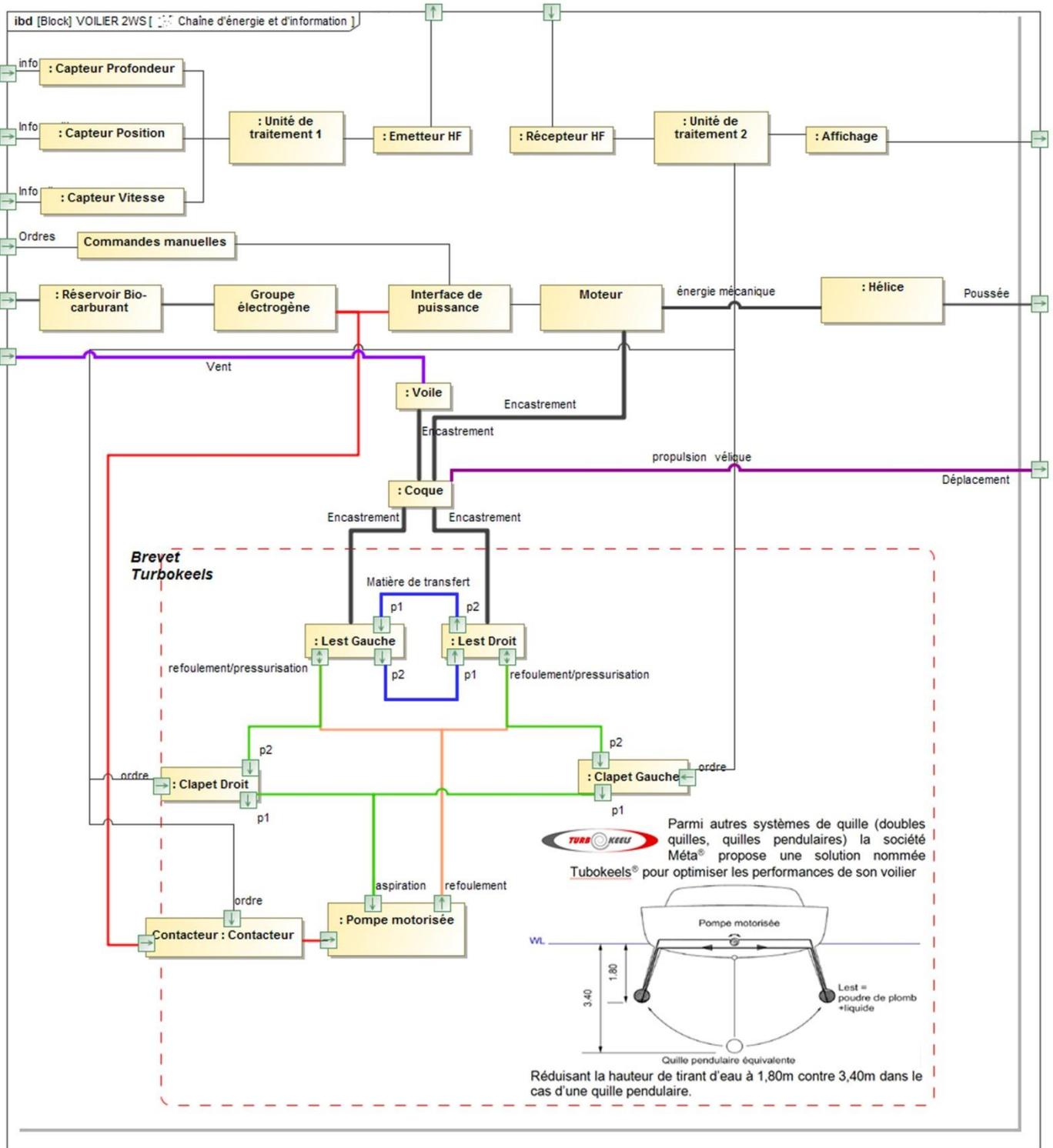
Pour déplacer le centre de gravité sans passer par la complexité d'une quille pendulaire qui demande beaucoup de technologie et un tirant d'eau important, la société Meta a trouvé une solution : le TurboKeels® permettant de ballaster du plomb d'une quille à l'autre.

Le système consiste toujours à déplacer le centre de gravité du bateau. Le brevet repose sur l'emploi de deux quilles utilisées comme des réservoirs destinés à accueillir le lest qui transite d'une quille à l'autre au gré des besoins, et suivant un circuit fermé actionné par une simple pompe.

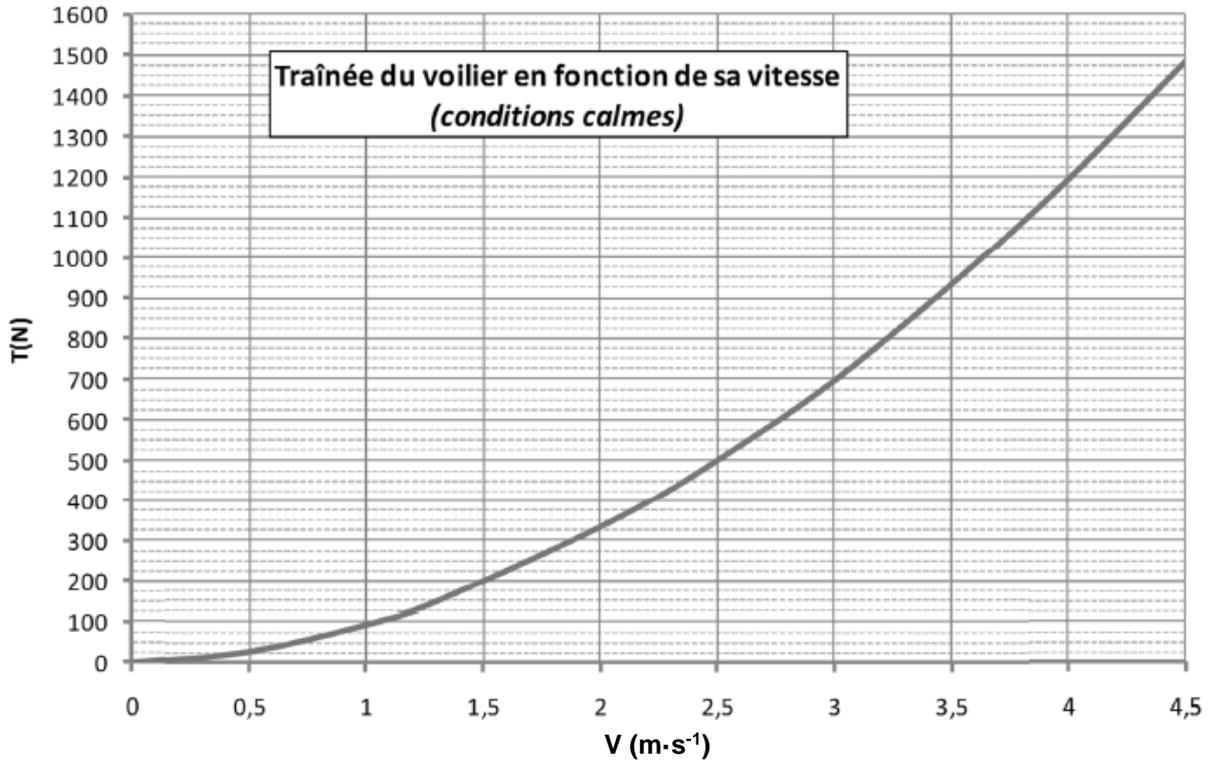
Les avantages du TurboKeels® sont :

- un gain de puissance ;
- une amélioration de la fiabilité tout en réduisant le gîte ;
- une réduction du tirant d'eau réduit ;
- un budget faible.

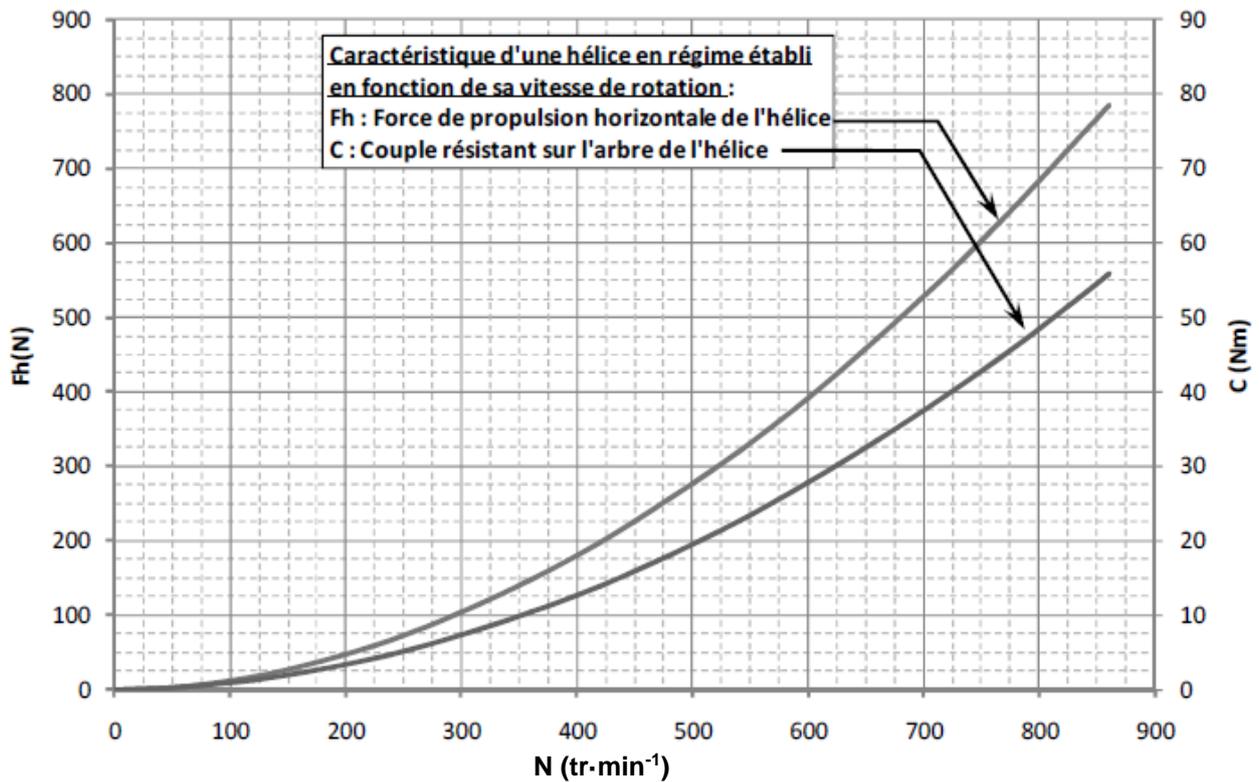
# DTR2 : chaînes d'information et de puissance voilier 2WS



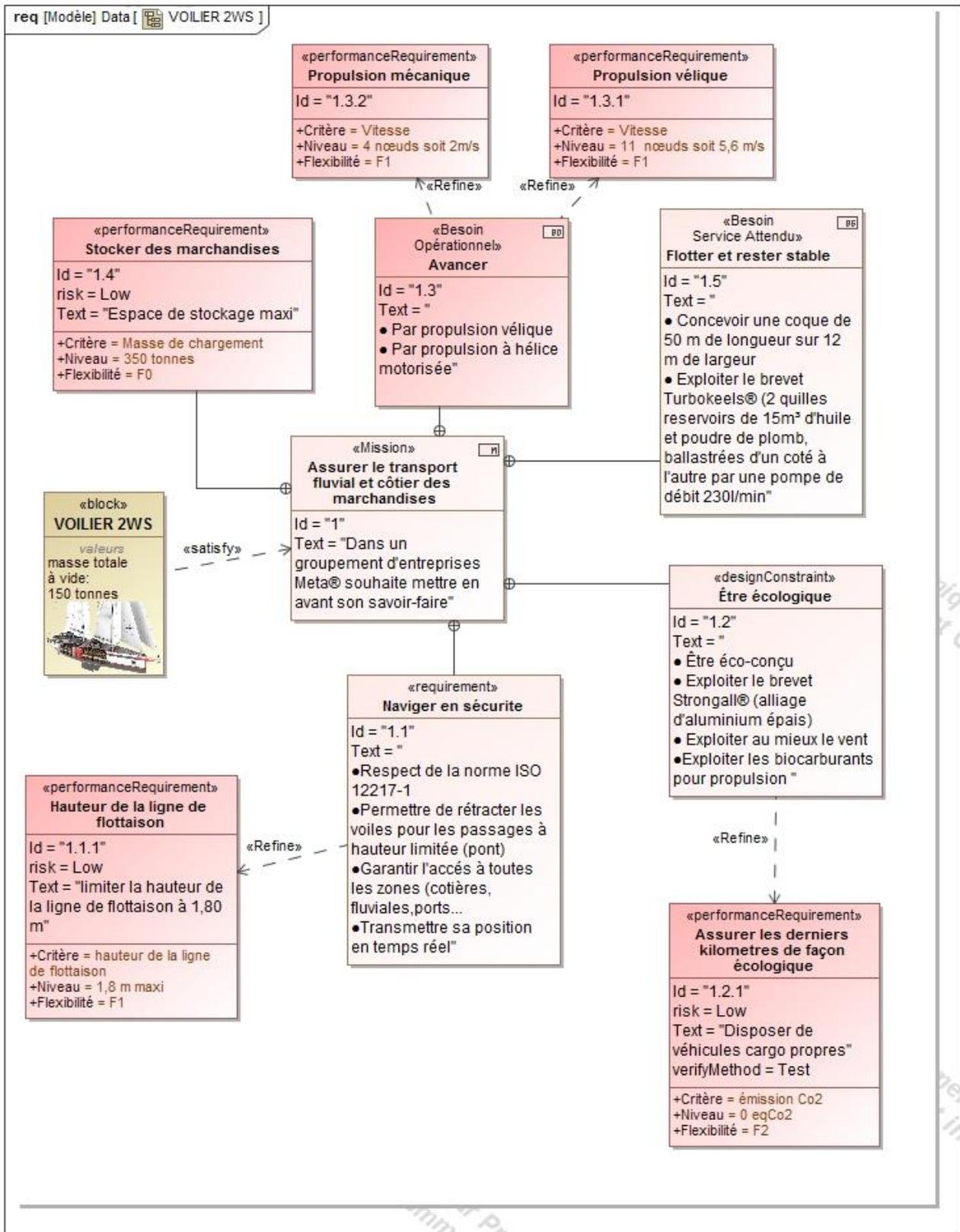
**DTR3 : courbe d'évolution de la force de trainée en fonction de la vitesse du voilier**



**DTR4 : courbes des caractéristiques d'une hélice en fonction de sa vitesse de rotation.**



# DTR5 : diagramme des exigences Voilier 2WS

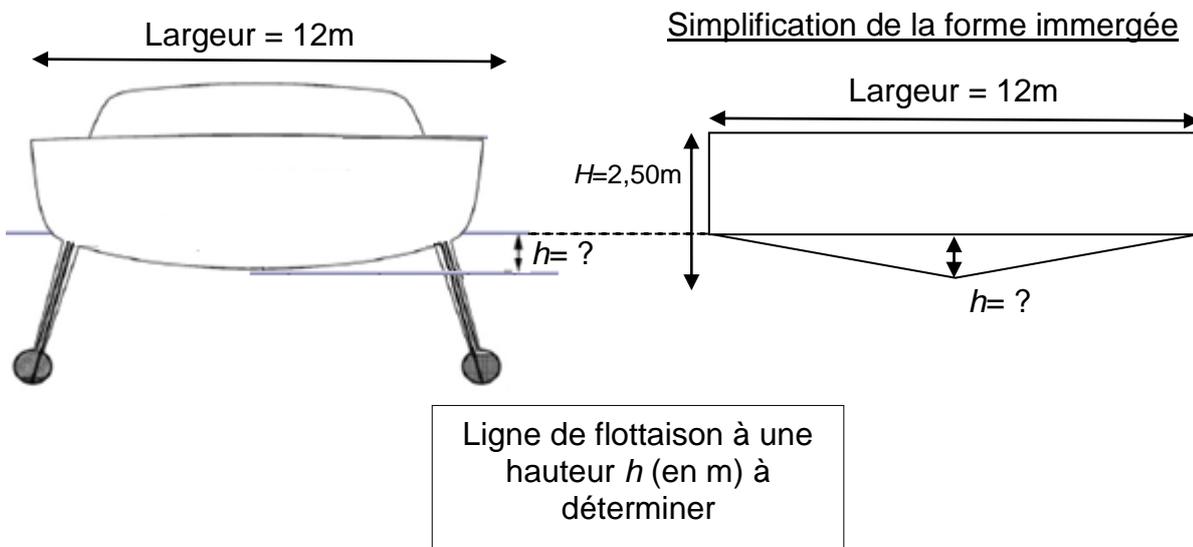


## DTR6 : extrait du catalogue commercial de pompes - MR Pompes

Type	Tension V	Puissance		Moteur		Raccordement DNA / DNR	H (max) m	Débit (max) m³/h
		kW	CV	A	µF			
CMH 33.90.1	Monophasé 1 x 230	0,9	1,2	6,2	25	1"1/4	40	10,5
CMH 34.110.1		1,1	1,5	8,9	35	1"1/4	50	10,5
CMH 35.150.1		1,5	2	11,2	40	1"1/4	66	10,5
CMH 36.220.1		2,2	3	12,0	50	1"1/4	81	10,5
CMH 33.90.3	Triphasé 3 x 400	0,9	1,2	3,7	-	1"1/4	40	10,5
CMH 34.110.3		1,1	1,5	3,9	-	1"1/4	50	10,5
CMH 35.150.3		1,5	2	4,6	-	1"1/4	66	10,5
CMH 36.220.3		2,2	3	5,0	-	1"1/4	81	10,5
CMH 43.220.1	Monophasé 1 x 230	2,2	3	12	40	1"1/2	36	22
CMH 44.220.1		2,2	3	12	40	1"1/2	46	22
CMH 43.220.3	Triphasé 3 x 400	2,2	3	3,6	-	1"1/2	36	22
CMH 44.220.3		2,2	3	4,2	-	1"1/2	46	22
CMH 45.300.3		3	4	6	-	1"1/2	57	22

## DTR7 : coupe type du voilier 2WS

Le 2WS possède une longueur de 50 m, une largeur de 12 m et une hauteur de coque en partie centrale de 2,50 m.



## DTR8 : résultats des simulations du couple de redressement pour voiliers équipés de différents principes de lestage.

Plus le couple de redressement est important, plus le voilier est performant.

Comparatif et illustration du couple de redressement (Cr) entre 7 voiliers équipés de différents principes de lestage.

Caractéristiques identiques : longueur coque (50 m), largeur (12 m), chargement identique, tirant d'eau de 1,80 m à 3 m.

