

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## CONSTRUCTION NAVALE

SESSION 2013

### ÉPREUVE D'ÉTUDE ET CONCEPTION

Sous-épreuve U42 : Étude d'un élément du navire

Durée : 4 heures

Coefficient 2,5

*Calculatrice électronique de poche – y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.*

*L'usage de tout autre matériel électronique est interdit.*

*Tout document autorisé.*

*Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il(elle) le signale très lisiblement sur la copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.*

*De même, si cela conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il est demandé de la(les) mentionner explicitement.*

ÉTUDE DE LA PROPULSION D'UNE VEDETTE CÂBLIÈRE

Le sujet comporte **3 parties indépendantes** :

- |                                      |               |
|--------------------------------------|---------------|
| 1. Étude de la chaîne propulsive     | <b>13 pts</b> |
| 2. Étude des carlingues moteur       | <b>25 pts</b> |
| 3. Conception des supports du moteur | <b>12 pts</b> |

Composition du sujet :

		Format
Texte du sujet : feuilles jaunes	<i>Pages 1/6 à 6/6</i>	A4
Documents techniques et réponses : feuilles blanches.		
▪ Présentation générale du navire	<i>Document 1</i>	A4
▪ Plan implantation moteur et hydrojets	<i>Document 2</i>	A4
▪ Documentation moteur	<i>Document 3 pages 1/2 et 2/2</i>	A4 et A3
▪ Documentation hydrojet	<i>Document 4 pages 1/2 et 2/2</i>	A4
▪ Courbes de résistance à l'avancement	<i>Document réponse 5</i>	A4
▪ Structure du compartiment moteur	<i>Document 6 pages 1/2 et 2/2</i>	A3
▪ Extraits du règlement	<i>Document 7</i>	A4
▪ Section de la carlingue et diagrammes	<i>Document réponse 8</i>	A4
▪ Modélisation des charges moteur	<i>Document 9</i>	A4
▪ Supports moteur	<i>Document réponse 10</i>	A3

Documents à rendre :

**Les documents réponse 5, 8 et 10 sont à rendre même s'ils ne sont pas complétés.**

**Présentation (voir documents 1 et 2)**

L'étude porte sur la propulsion d'une vedette câblière en aluminium. Ce navire poseur de câbles pour la recherche sismique doit pouvoir naviguer dans des eaux peu profondes. La propulsion est réalisée par 2 hydrojets Ultrajet 305HT entraînés par 2 moteurs diesel Cummins de la série QSB 5.9. La transmission mécanique entre un moteur et son hydrojet est réalisée par un cardan.

Les caractéristiques générales du navire sont définies sur le document 1 et le plan général de la propulsion sur le document 2.

**Notes aux candidats :**

**Les 3 parties d'étude sont indépendantes.**

**Des résultats intermédiaires en gras sont donnés dans la partie 2**

**1. Étude de la chaîne propulsive (documents 2 à 5)**

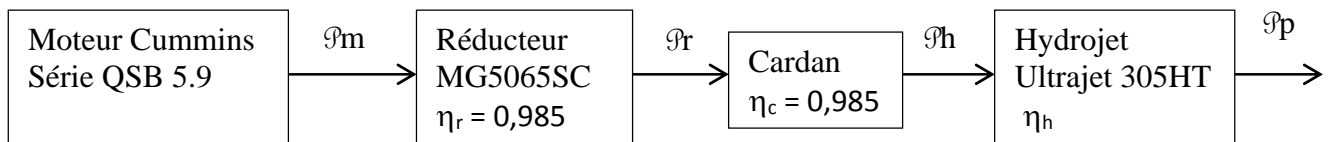
Dans cette étude, on se propose de déterminer le moteur Cummins dans la série QSB 5.9 répondant au cahier des charges et de calculer la performance de la propulsion aux différents cas de chargement.

On considère 3 cas de chargements pour le navire :

- Cas N°1 : navire en condition minimale de navigation : déplacement de 14t
- Cas N°2 : navire avec les capacités remplies à 50% : déplacement de 17t
- Cas N°3 : navire lourd : déplacement de 21t

**On désire obtenir une vitesse maximale de 25 Noeuds en eau calme pour le cas de chargement N°1**

Le synoptique d'une chaîne propulsive est le suivant :



- $\eta_r$ ,  $\eta_c$  et  $\eta_h$  représentent les rendements respectifs du réducteur, du cardan et de l'hydrojet. Ce rendement représente le rapport de la puissance de sortie sur la puissance d'entrée de l'organe.
- $P_m$ ,  $P_r$ ,  $P_h$  et  $P_p$  représentent respectivement les puissances moteur, sortie de réducteur, entrée de l'hydrojet et propulsive (ou sortie de l'hydrojet). La puissance propulsive  $P_p$  en W est le produit de la poussée  $P_o$  en N par la vitesse du navire  $V$  en m/s :  $P_p = P_o.V$

On admet :

- La poussée totale  $P_t$  sur le navire est le double de la poussée sur un hydrojet :  $P_t = 2P_o$
- le navire se déplace en eau calme à vitesse constante et donc la poussée totale  $P_t$  est égale à la résistance à l'avancement  $R_a$  (pas d'effets dynamiques).

**1.1. Analyse de la courbe de résistance à l'avancement**

À la lecture des courbes de résistance à l'avancement du navire pour les 3 cas de chargement (document réponse 5), répondre aux questions suivantes :

- 1.1.1. Pourquoi peut-on dire que la carène du navire est planante ?
- 1.1.2. Au voisinage de quelle vitesse le navire commence-t-il à planer ?

**1.2. Choix du moteur Cummins**

- 1.2.1. À partir de la courbe de résistance à l'avancement du navire (document réponse 5), déterminer la résistance à l'avancement  $R_a$  et en déduire la poussée nécessaire  $P_o$  sur un Hydrojet permettant d'atteindre la vitesse de 25 Nds pour un chargement de 14t.
- 1.2.2. À partir des courbes donnant la poussée en fonction de la vitesse pour une puissance donnée d'entrée  $\mathcal{P}_h$  sur l'hydrojet (document 4 page 2/2), déterminer par interpolation linéaire entre 2 courbes la puissance d'entrée nécessaire  $\mathcal{P}_h$  sur l'hydrojet.
- 1.2.3. À Partir du synoptique (page 1/6), en déduire la puissance moteur  $\mathcal{P}_m$  nécessaire. Définir alors, à partir du document 3, la référence du moteur Cummins le plus adéquat dans la gamme QSB 5.9 (ligne rating sur tableau 2).

**1.3. Étude de la performance de la propulsion**

On admet que la puissance d'entrée  $\mathcal{P}_h$  sur un hydrojet est de 200kW, correspondant à 80% de la puissance maxi disponible. Afin de définir la performance de la chaîne propulsive en eau calme aux 3 cas de chargement à cette puissance, on demande :

Pour les questions 1.3.1 à 1.3.4 on complètera le document réponse 5.

- 1.3.1. Relever, sur la courbe du document 4 page 2/2, la poussée  $P_o$  d'un hydrojet à la puissance de 200kW pour les vitesses de 5, 10, 15, 20, 25 et 30 Nds. En déduire la poussée totale  $P_t$  pour ces différentes vitesses. Sur le graphique du document réponse 5, donnant les courbes de résistance à l'avancement du navire, tracer la courbe  $P_t = 2.P_o$  en fonction de  $V$ .
- 1.3.2. En déduire alors la vitesse atteinte à la puissance de 200 kW pour les 3 cas de chargement ainsi que la poussée  $P_o$  sur un hydrojet correspondante.
- 1.3.3. Calculer la puissance propulsive  $\mathcal{P}_p = P_o.V$  sur un hydrojet pour chaque cas de chargement.
- 1.3.4. En déduire le rendement d'un hydrojet  $\eta_h = \mathcal{P}_p/\mathcal{P}_h$  pour chaque cas de chargement.
- 1.3.5. On peut estimer le rendement d'une propulsion à hélice pour ce navire de l'ordre de 0,49 à 0,55 pour un diamètre d'hélice de l'ordre de 500mm. Justifier néanmoins l'utilisation d'une propulsion par hydrojet pour ce navire.

**2. Étude des carlingues moteur (documents 6 à 9)**

Dans cette étude, on se propose de vérifier l'échantillonnage des carlingues externes (côté muraille) car elles présentent la section la plus faible (hauteur de l'âme) et sont relativement éloignée des 2 raidisseurs primaires longitudinaux adjacents (muraille et carlingue interne). Elles sont donc les éléments de structure les plus sollicités.

On modélisera une carlingue comme une poutre droite (on négligera la variation d'entraxe des carlingues) et on prendra comme section, la valeur la plus faible (au niveau de l'hydrojet). Elle est considérée comprise entre le tableau arrière et la cloison de compartimentage au couple C3900.

Dans un premier temps on se propose d'échantillonner cette carlingue non pas en tant que support moteur, mais comme élément de structure primaire du navire. Le calcul se limitera aux charges locales (pression hydrodynamique + hydrostatique ou de conception) et, étant donnée la petite taille du navire, on négligera les contraintes d'ensemble de la poutre navire. Dans un second temps, on calculera la carlingue sous l'effet des charges du moteur.

**Présentation de la structure du compartiment moteur (voir documents 2 et 6)**

Le compartiment moteur est limité entre le tableau arrière (C0) et une cloison de compartimentage (C3900). Il est compris entre le bordé de coque (fond et muraille) et le pont 1 situé à 1200/BL. Sur le plan de structure du document 6, ne sont pas représentés le tableau arrière, la cloison de compartimentage et le pont 1. Seule la structure du bordé de fond du compartiment moteur nous intéresse dans cette étude.

La numérotation des couples est définie par leur position en mm par rapport à la PPAR (couple CO). Les épaisseurs sont rejetées vers l'arrière du navire.

4 supports par moteur permettent la fixation de celui-ci sur les 2 carlingues. Les supports arrière des moteurs ne sont pas représentés, ils font l'objet de l'étude de la 3<sup>ème</sup> partie. Chaque moteur est monté sur ses 4 supports par l'intermédiaire de 4 suspensions élastiques.

Cette structure est constituée :

- du bordé d'épaisseur 6mm (fond, redan et muraille)
- d'une structure principale constituée en longitudinal des carlingues moteur et de la quille, et en transversal de 5 couples (membrures + varangue) et de 2 cloisons (tableau arrière et cloison de compartimentage au couple C3900).
- d'une structure secondaire constituée de lisses et d'éléments de structure transversale.

La poussée des hydrojets est transmise par le bordé de fond et non par le tableau arrière. Chaque hydrojet est lié au bordé de fond par l'intermédiaire d'une embase en aluminium de 12 mm d'épaisseur soudée directement sur le bordé. L'hydrojet est boulonné sur cette embase.

### **2.1. Analyse des plans (document 3 page 2/2 et document 6)**

- 2.1.1. La structure primaire sur le fond arrière du navire est-elle longitudinale ou transversale? Justifier votre réponse à la lecture du plan du document 6. Justifier ce choix de structure pour le panneau de fond du compartiment moteur.
- 2.1.2. Définir la section de la carlingue moteur externe (côté muraille) au couple C400 (âme et semelle)
- 2.1.3. Définir la position du moteur par rapport aux axes de référence du navire :
  - a) Position transversale : Axe moteur/CL
  - b) Hauteur : axe moteur/BL
  - c) Position longitudinale : ligne de référence RFOB du moteur/CO.
- 2.1.4. Analyse de la structure secondaire
  - a) Définir la nature et le nombre de raidisseurs longitudinaux secondaires sur le bordé de fond.
  - b) Quel est le rôle de la structure transversale secondaire au niveau du couple C1110 ?
  - c) Quel est le rôle de la structure transversale secondaire au niveau du couple C2210 ?

### **2.2. Calcul réglementaire de la carlingue externe (côté muraille) sous pression de conception.**

Le document 7 contient tous les extraits du règlement dont vous avez besoin pour cette étude.

#### **2.2.1. Caractéristiques géométriques**

- a) Définir la portée  $l$  (longueur) des carlingues en m ;
- b) Montrer que l'écartement  $s$  (voir règlement document 7) de la carlingue étudiée est de l'ordre de 0,7m,  $s_1$  et  $s_2$  mesurant les distances par rapport aux éléments de structure longitudinaux primaires les plus proches.
- c) Calculer la largeur  $b_p$  de bordé associé (voir règlement document 7).

#### **2.2.2. Calcul du module de résistance $W$ en $\text{cm}^3$ de la carlingue avec son bordé associé**

Dans un premier temps (questions a) et b)), on calculera le module de résistance  $W_0$  en considérant que la carlingue est perpendiculaire au bordé. On tiendra compte ensuite de l'inclinaison de la carlingue par rapport au bordé (question c)).

- a) Sur le schéma de la section de la carlingue avec son bordé associé figurant sur le document réponse 8, définir la section des différents éléments.

- b) Calculer les valeurs de  $y_0$ ,  $I_0$  et  $W_0$ , définissant respectivement l'ordonnée du centre de surface  $G_0$  (par rapport à l'axe  $Oz$ ), le moment quadratique et le module de résistance par rapport à l'axe  $G_0z$ .
- c) Relever l'angle d'inclinaison  $\alpha$  de la carlingue par rapport au bordé sur le document 6 feuille 2/2 et calculer le module de résistance  $W$  en prenant la formule approchée règlementaire du document 7. On exprimera  $W$  en  $\text{cm}^3$ .

### 2.2.3. Calcul des contraintes mécaniques admissibles du matériau

Les bordés et toutes les tôles découpées pour les raidisseurs composites sont en aluminium 5083 à l'état H111.

En vous appuyant sur le règlement et les caractéristiques des matériaux, déterminer les contraintes admissibles  $\sigma_{am}$  et  $\tau_{am}$  pour le matériau des carlingues.

**Pour la suite du problème on admettra  $W = 286 \text{ cm}^3$**

**Le calcul règlementaire de la pression de conception sur le bordé de fond arrière du navire donne :  
 $p = 26,5 \text{ kN/m}^2$**

### 2.2.4. Vérification de l'échantillonnage de la carlingue

Vérifier que le module de résistance  $W$  de la carlingue et la section de la surface de cisaillement  $A_{sh}$  (section de l'âme) sont satisfaisants. Conclure par rapport aux valeurs minimales imposées par la réglementation.

## 2.3. Calcul de la carlingue externe (côté muraille) sous les charges moteur

Le moteur transmet à chaque carlingue 2 charges nodales par l'intermédiaire des 2 supports. Ces charges sont dues d'une part au poids propre de l'ensemble moteur et d'autre part au couple moteur.

Le moteur choisi est référencé QSB5.9-355 ID/HO (document 3 page 1/2 tableau n°2)

La carlingue est assimilée à une poutre droite de longueur 3,9 m et en appui à chacune de ses extrémités.

On prendra  $g=10 \text{ USI}$

### 2.3.1. Calcul des charges dues au poids de l'ensemble moteur sur la carlingue (fig 1 doc 9)

- a) À la lecture du document 3 page 2/2, donner la masse de l'ensemble moteur. Chaque carlingue reprenant la moitié du poids de l'ensemble moteur, en déduire la charge  $P$  en N reprise par la carlingue.
- b) En étudiant l'équilibre du moteur, calculer alors les charges  $P_1$  et  $P_2$  en N sur chaque support moteur de la carlingue.

### 2.3.2. Calcul des charges dues au couple moteur maxi sur la carlingue (fig 2 et 3 doc 9)

Le couple moteur maxi (Max Torque)  $C_M$  est repris pour moitié par les supports avant et pour moitié par les supports arrière (voir figure 2 et 3 du document 8).

- a) À la lecture du document 3 page 1/2, définir le couple maxi moteur  $C_M$  en N.m
- b) Calculer les charges  $F_1$  et  $F_2$  en N dues au couple moteur sur les supports avant et arrière.

### 2.3.3. Déduire des questions 2.3.1 et 2.3.2, les charges totales $T_1$ et $T_2$ subies par la carlingue (fig 4 document 9)

**On admettra pour la suite du problème :  $T_1 = P_1 + F_1 = 2372 \text{ N}$  et  $T_2 = P_2 + F_2 = 3800 \text{ N}$**

**La poutre carlingue est modélisée sur la figure 4 du document 9.**

#### 2.3.4. Diagrammes de l'effort tranchant et du moment fléchissant

- Calculer les réactions aux appuis en A et B en N (voir fig 4 document 9)
- Calculer les équations de l'effort tranchant  $T_y(x)$  et du moment fléchissant  $M_{fz}(x)$  de la poutre carlingue et tracer les diagrammes sur le document réponse 8.
- Définir les valeurs maxi de  $T_y(x)$  et de  $M_{fz}(x)$ .

**On admettra pour la suite du problème :  $T_{y\max} = 3197\text{N}$  et  $M_{fz\max} = 4785\text{N.m}$**

**On admet que le module de résistance  $W$  de la section de la carlingue avec bordé associé est de  $280\text{cm}^3$ .**

#### 2.3.5. Calcul des contraintes maxi

- Calculer la contrainte normale maximale  $\sigma_{\max}$  due au moment fléchissant en MPa
- Calculer la contrainte tangentielle maximale  $\tau_{\max}$  due à l'effort tranchant : on admettra la formule approchée  $\tau_{\max} = 1,5 \cdot (T_{y\max}/S_{\text{âme}})$  où  $S_{\text{âme}}$  représente la section de l'âme du raidisseur.

#### 2.3.6. Vérification de résistance

Le matériau utilisé pour le bordé et la fabrication des carlingues est de l'alliage d'aluminium 5083 H111 de  $R_{p0,2} = 125\text{ MPa}$ . On prend le critère de résistance de Von Mises et on admet un coefficient de sécurité de 2.

- Vérifier la bonne tenue de la poutre à la contrainte normale maxi
- Vérifier la bonne tenue de la poutre à la contrainte tangentielle maxi.
- Conclure sur les valeurs des contraintes par rapport aux caractéristiques du matériau.

### **2.4. Calcul de la carlingue externe sous charges combinées**

La carlingue subit en fait simultanément la charge répartie de la pression hydrodynamique et hydrostatique et les charges nodales du moteur. En analysant le sens respectif de ces 2 charges, montrer que si la carlingue résiste séparément à chaque cas de chargement, il n'est pas nécessaire de vérifier sa résistance aux charges combinées.

## **3. Conception des supports moteurs arrière (document 10)**

Dans cette étude, on se propose de concevoir les supports arrière du moteur par analogie avec les supports avant. Ceux-ci sont constitués :

- d'une platine horizontale d'épaisseur 20 mm, sur laquelle est boulonnée la suspension élastique par 2 boulons de 12mm. Elle est percée de 2 trous de diamètre 13mm pour le passage de ces boulons.
- d'un voile vertical d'épaisseur 8mm réalisant la descente de charge sur la carlingue, il doit donc être aligné avec l'âme de la carlingue.
- de 2 raidisseurs de voile d'épaisseur 20 mm.

Les 4 suspensions élastiques permettant le montage de chaque moteur sur ses 4 supports sont représentées sur le document 3 page 2/2 en position extrême haute. Afin de pouvoir régler correctement la position du moteur, on admet une réserve de réglage (gap) de 12mm.

L'entraxe des supports arrière étant plus faible que celui des carlingues (supports en porte à faux par rapport aux carlingues), on ajoutera une varangue entre les 2 carlingues pour éviter la flexion du voile et la torsion des carlingues. Cette varangue sera située dans l'axe des supports et remontera jusque sous les platines, elle sera réalisée par analogie avec la varangue du couple C1110, l'adjonction des goussets n'est pas nécessaire.

Le voile, pour permettre une bonne descente de charge sur la carlingue, viendra prendre appui jusqu'à la varangue du couple C1110 d'une part et jusqu'aux goussets du couple C1625 d'autre part.

**3.1. Lecture de plans (voir document 3 page 2/2 et document 6 pages 1/2 et 2/2)**

3.1.1. Indiquer sur la vue horizontale du document réponse 10 les cotes suivantes :

- a) Entraxe transversal des supports avant
- b) Entraxe transversal des supports arrière
- c) Entraxe des trous sur une platine

3.1.2. Montrer en détaillant vos calculs :

- a) que la position du couple à l'axe des supports arrière est bien de 1406mm/C0 (arrondi au mm) si on se fixe celui des supports avant à 2403mm/C0.
- b) que la hauteur des supports arrière (face supérieure de la platine) par rapport à la BL est de 460 mm.

**3.2. Définition des supports arrière**

Définir les supports arrière bâbord ainsi que la varangue au couple C1406 sur le document réponse 10.

On complètera à cet effet ;

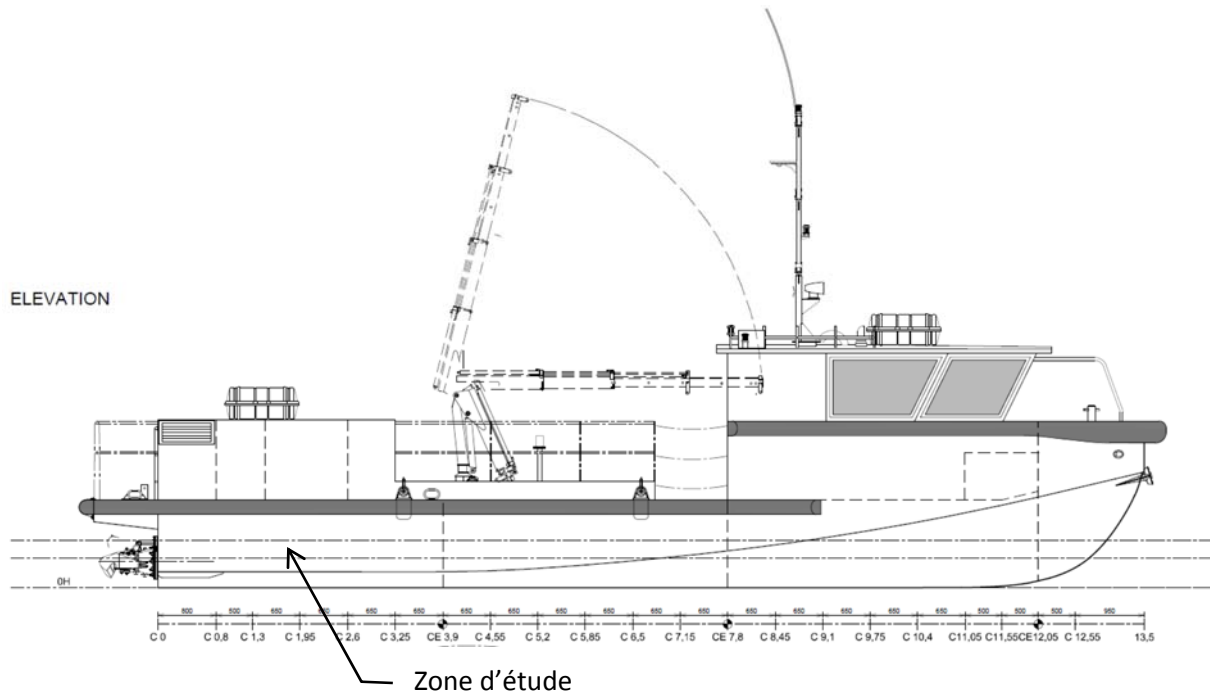
- la vue horizontale
- la vue longitudinale
- la section au couple C1406.

Indiquer sur le document 10 toute la cotation permettant de définir les supports et la varangue.



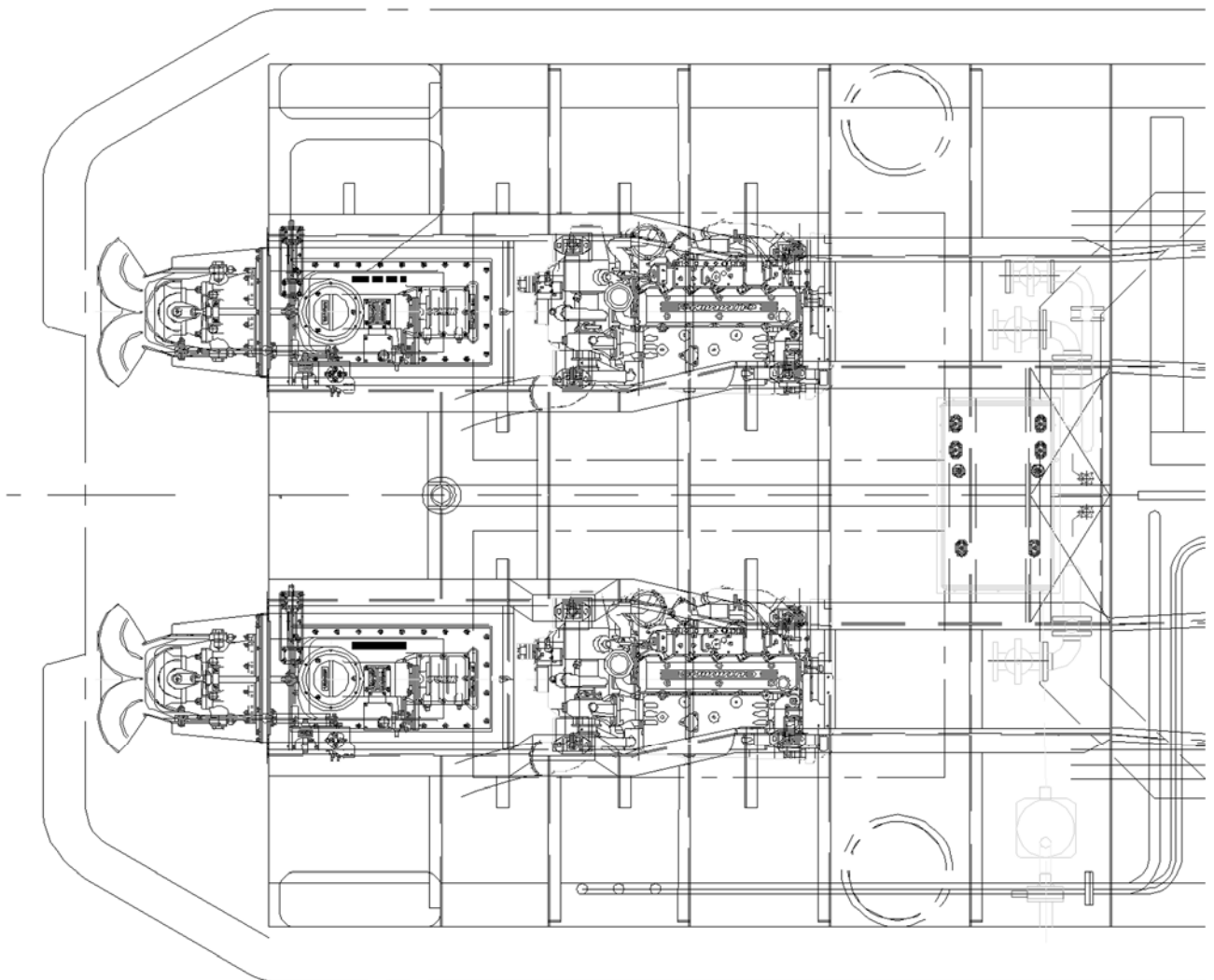
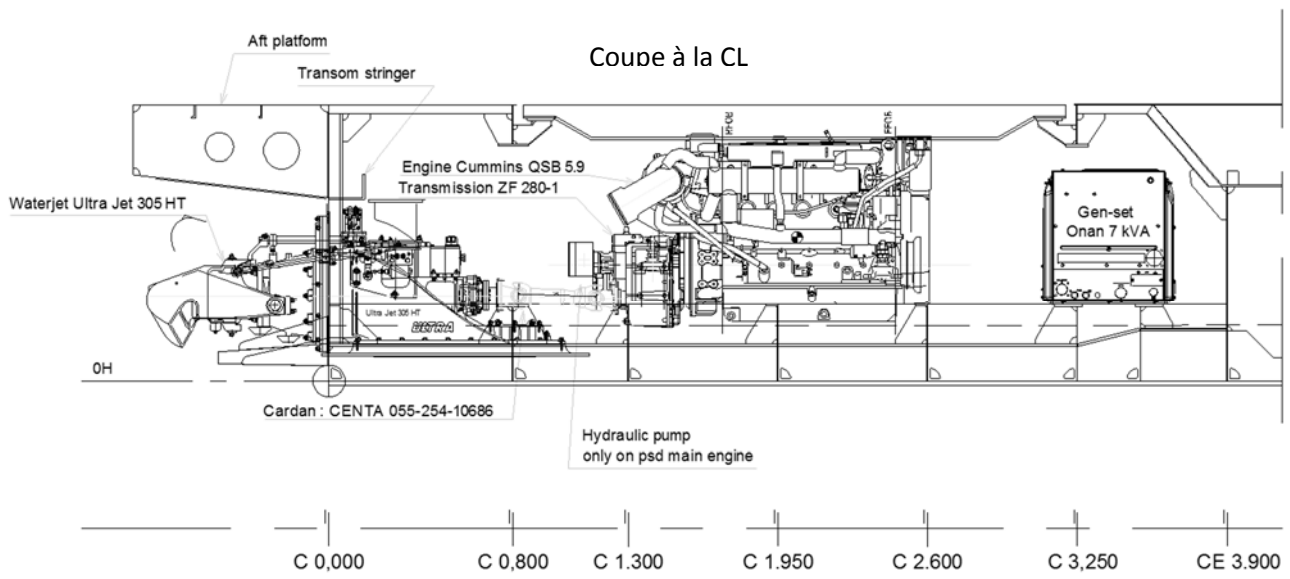
# 13,5 M CABLE LAYER CRAFT

## MAIN PARTICULARS



- Overall Length : 14,85 m
- Hull length : 13,50 m
- Moulded Beam : 4,10 m
- Beam overall : 4,50 m
- Moulded Depth : 1,20 m
- Lightweight displacement : 11,80 t
- Fully loaded displacement : 21,00 t
- Max draught : 0,65 m
- Crew : 6 persons
- Fuel capacity : 2x350 litres
- Specific equipment loading capacity : 8000 kg

### Implantation moteurs et hydrojets



# Moteur Cummins série QSB5.9

## Engine Specifications

Configuration	In-line 6-cylinder, 4-stroke diesel
Bore & Stroke	102 mm x 120 mm (4.02 in x 4.72 in)
Displacement	5.9 L (359 in³)
Aspiration	Turbocharged / Aftercooled
Rotation	Counterclockwise facing flywheel



Tableau n°1 puissance

## Power Ratings

Rating	HO/GS	HO	ID/HO	HO/GS	ID/HO	HO	MD/HO	HD/HO	ID/HO
Metric hp	480	440	425	380	355	330	305	230	230
bhp	472	436	420	375	350	325	300	225	227
KW	352	325	313	280	261	243	224	168	169
Rated rpm	3400	3400	3000	3000	2800	2800	2600	2600	3000
Max Torque ft-lbs	942	913	908	898	853	830	783	670	510
Max Torque N-m	1278	1238	1231	1218	1156	1125	1062	908	691
rpm @ max torque	2200	2000	2000	2000	2000	1800	1800	1600	1600

Ratings and specifications subject to change without notice. Not responsible for typographical errors.

Tableau n°2 consommation

## QSB5.9 QUANTUM SERIES ENGINE

### Fuel Consumption (Prop Curve)

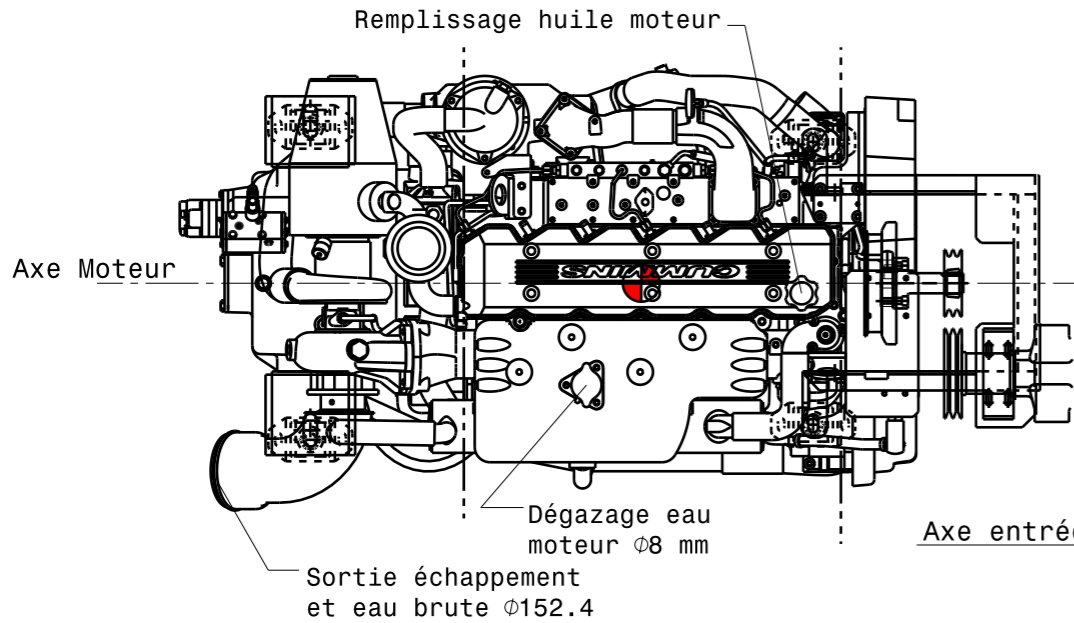
Rating	QSB5.9 - 480 HO/GS				QSB5.9 - 440 HO				QSB5.9 - 425 ID/HO				QSB5.9 - 380 HO/GS				QSB5.9 - 355 ID/HO			
rpm	3400	3200	3000	2800	3400	3200	3000	2800	3000	2800	2600	2400	3000	2800	2600	2400	2800	2600	2400	2200
KW	352	348	340	334	325	319	318	310	313	307	299	292	280	279	281	271	261	259	256	254
l/hr	97.4	79.1	62.8	52	90.6	72.8	58.7	48.6	81.3	65.5	53	43.4	76.2	60.6	48.1	39.5	68.1	55.2	44.3	36.2
bhp	472	466	456	448	436	427	426	416	420	411	401	391	375	374	377	364	350	347	343	340
gal/hr	25.7	20.9	16.6	13.7	23.9	19.2	15.5	12.8	21.5	17.3	14	11.5	20.1	16	12.7	10.4	18	14.6	11.7	9.6

Rating	QSB5.9 - 330 HO				QSB5.9 - 305 MD/HO				QSB5.9 - 230 HD/HO				QSB5.9 - 230 ID/HO			
rpm	2800	2600	2400	2200	2600	2400	2200	2000	2600	2400	2200	2000	3000	2800	2600	2400
KW	243	238	240	238	224	221	222	213	168	162	167	165	169	168	162	217
l/hr	63.3	50.8	41.6	33.5	57.3	47	37.9	30.8	42.2	36.8	29.7	23.3	47	40	33	26.8
bhp	325	319	321	320	300	296	287	286	225	217	225	222	227	226	217	207
gal/hr	16.7	13.4	11	8.9	15.1	12.4	10	8.1	11.1	9.7	7.9	6.1	12.5	10.6	8.7	7.1

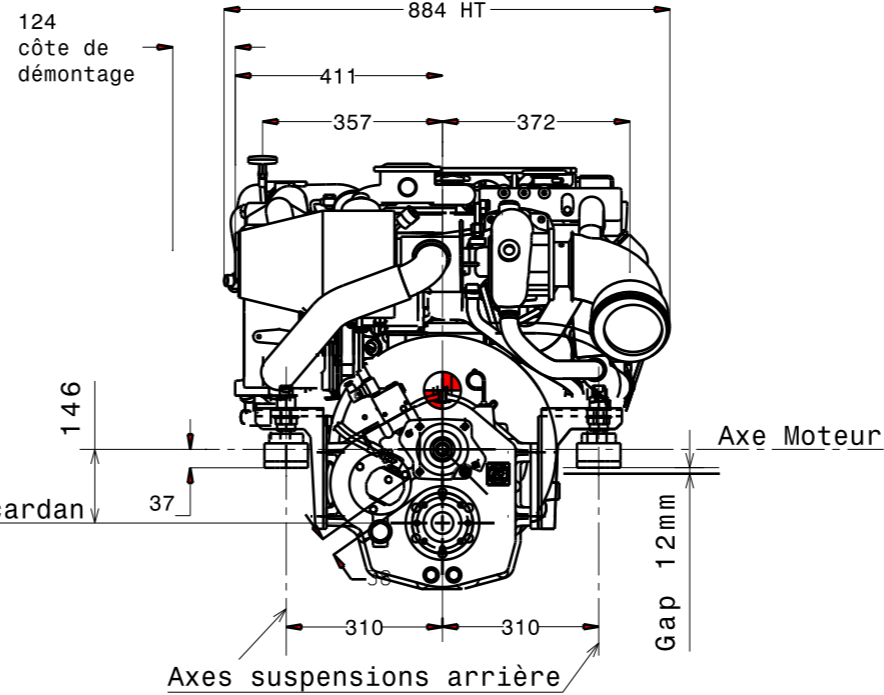
Fuel consumption data represents performance along a 2.7 fixed pitch propeller curve (for HO, ID, MCD, 3.0 for HD and CON ratings). Fuel consumption is based on fuel of 35° API gravity at 16°C (60°F) having an LHV of 42,780 KJ/KG (18,390 BTU/lb) when used at 29°C (85°F) and weighing 838.9 g/liter (7.001 lb/US gal). Observed horsepower is certified within ±5% of rated horsepower. Consult your local Cummins professional for further information.

H G F E D C B A

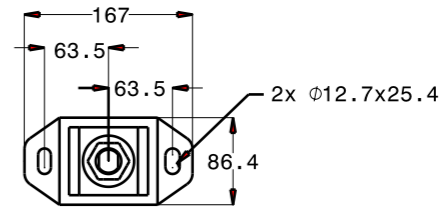
Vue suivant F



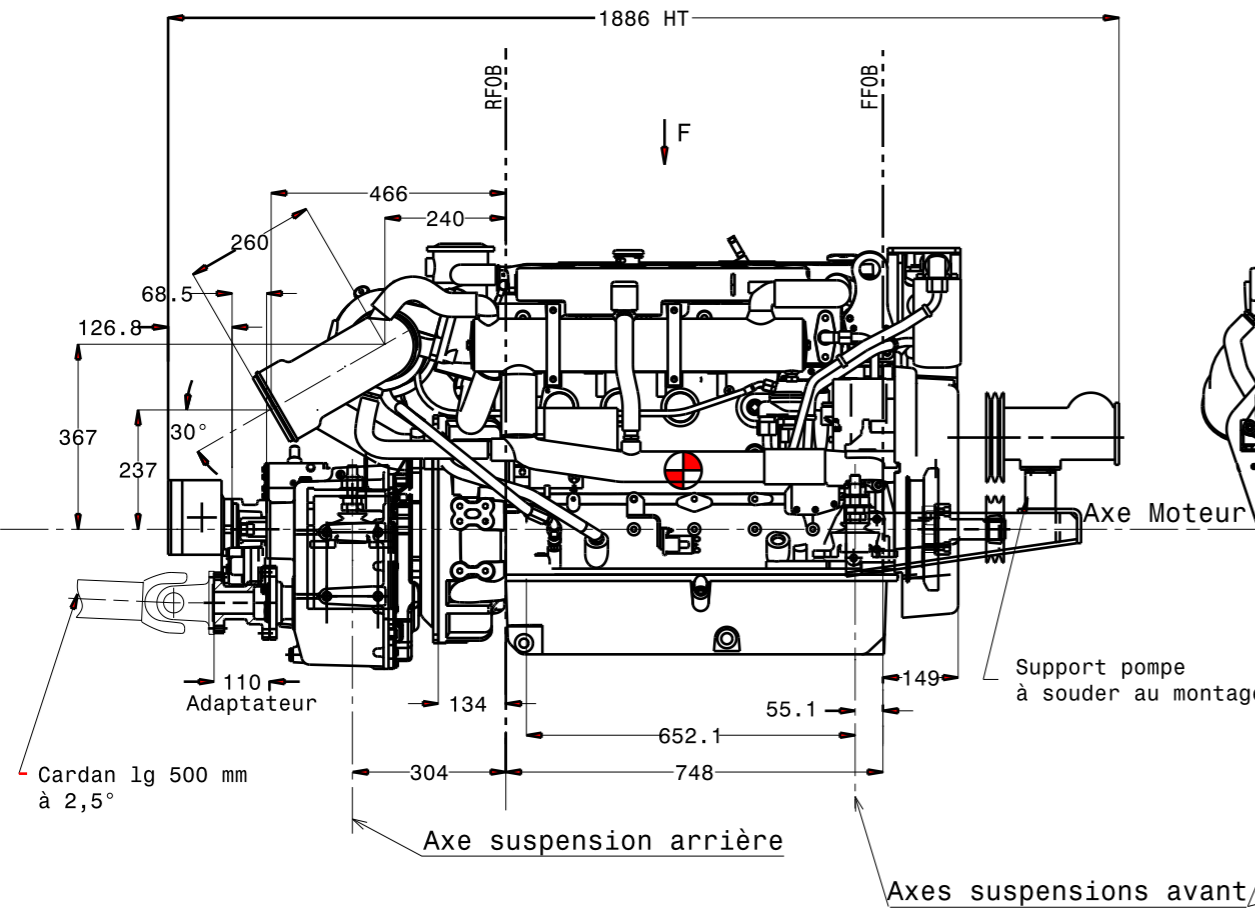
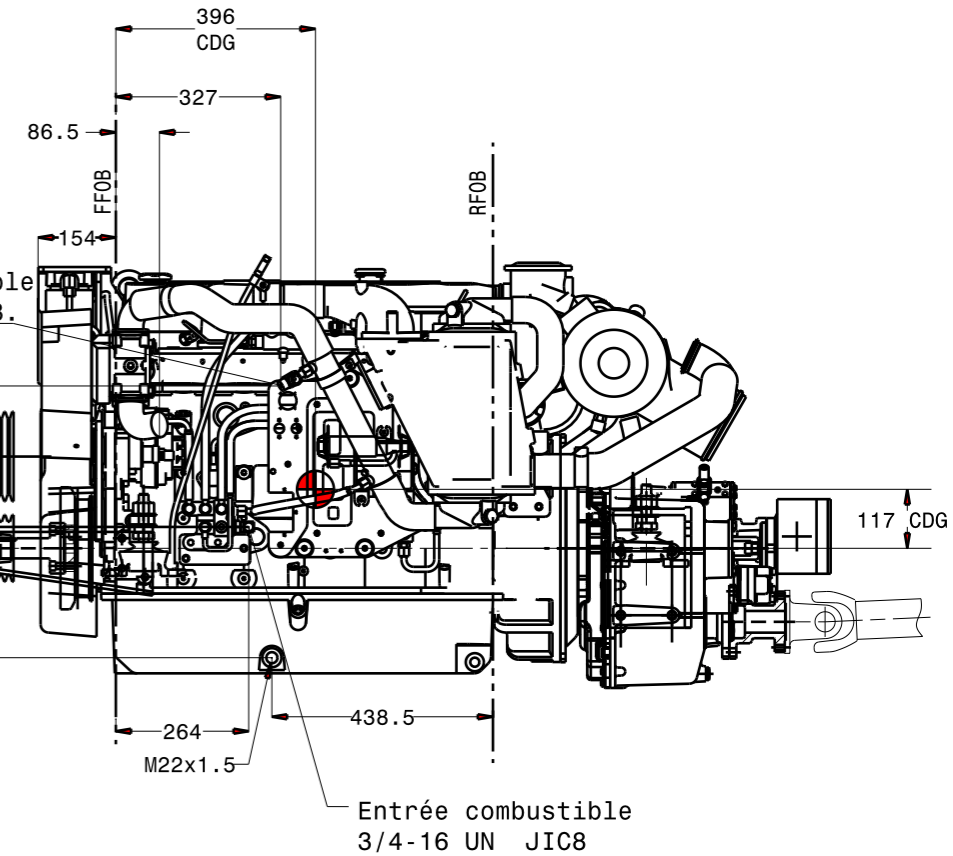
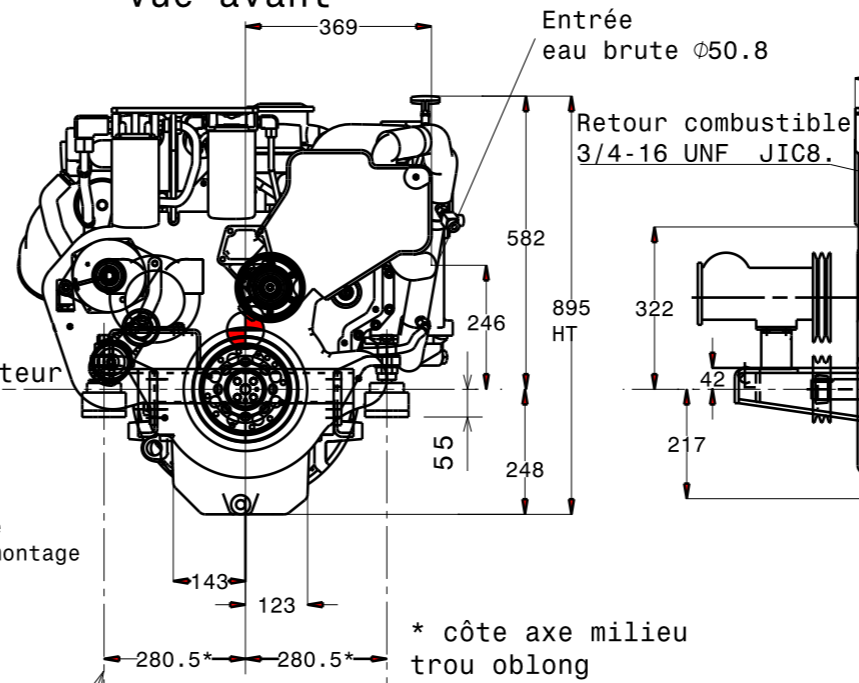
Vue arrière



Détail suspension élastique  
Ech. 1/7.5



Vue avant



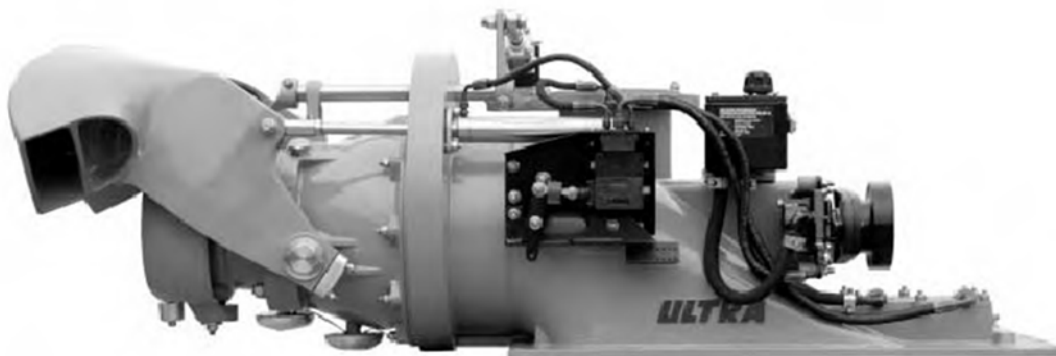
Position du centre de gravité CDG de l'ensemble

Poids de l'ensemble avec les pleins : 842 kg

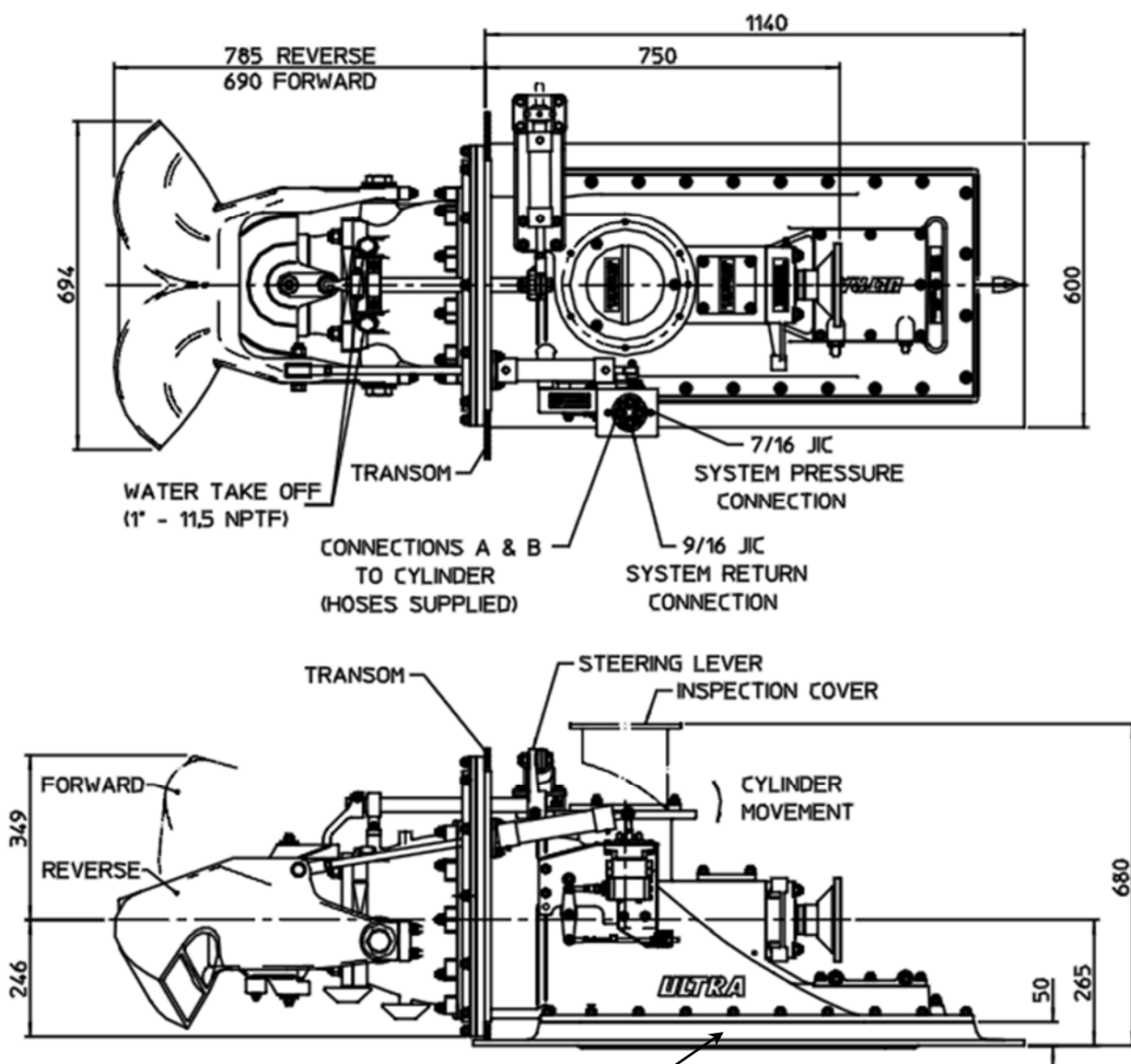
Session		2013		Moteur Cummins QSB 5.9 Avec ZF 280-1, POMPE JE271 POMPE HYDRO-ARMOR & CARDAN	I	-
Épreuve		U42			H	-
SIZE		A3		BTS Construction Navale	G	-
SCALE		1:15	842		F	-
WEIGHT (kg)		842		Document 3	E	-
DRAWING NUMBER		Document 3			D	-
SHEET		2/2		C	-	
				B	-	
				A	-	

H G F E D C B A

# Waterjet Ultrajet 305HT



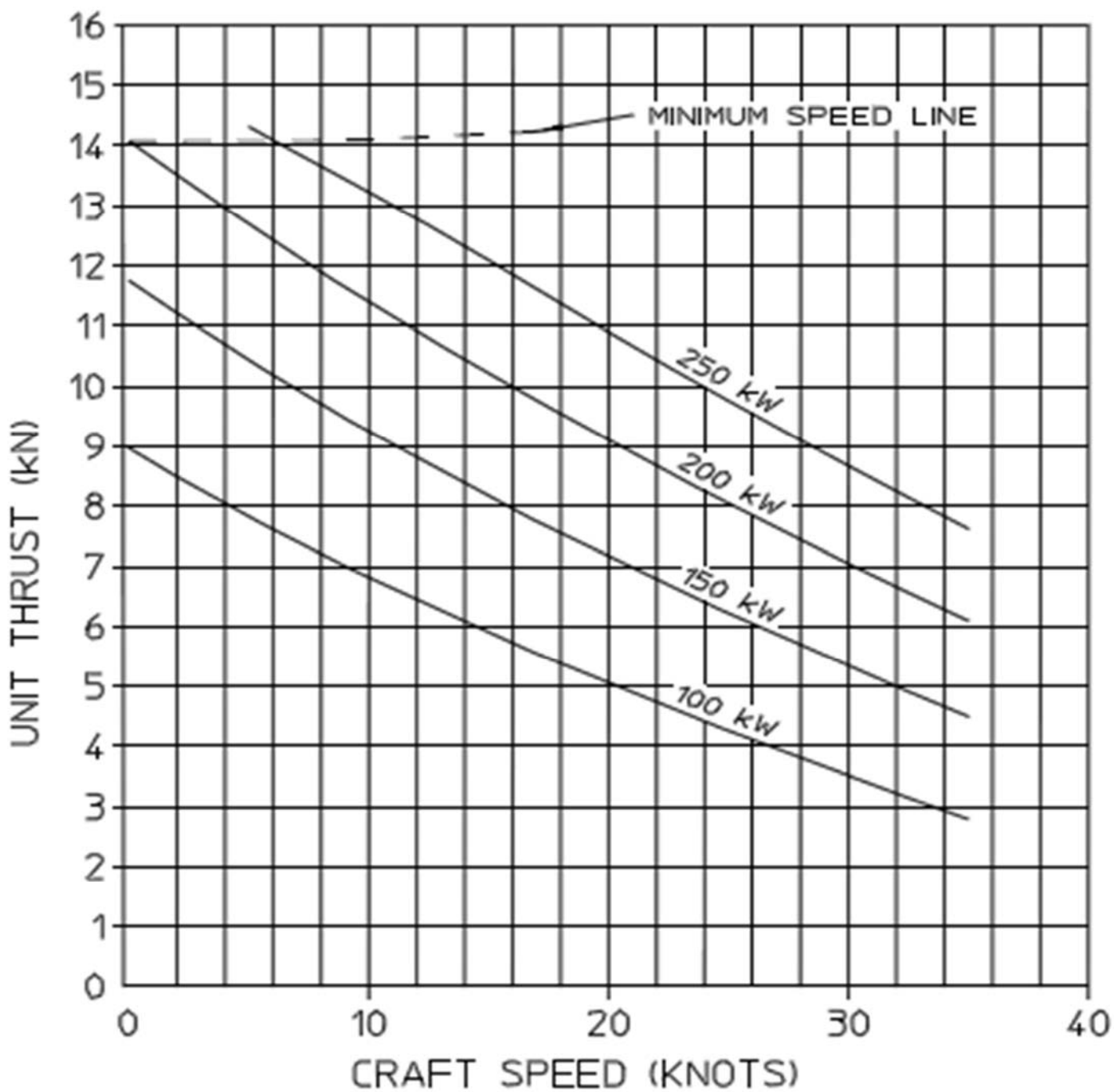
Embase non représentée



Embase alu soudée sur la coque

# Diagrammes de poussée de l'hydrojet Ultrajet 305 HT

## Courbes poussée ( $P_0$ ) en fonction de la vitesse (V)



Thrust = poussée

**Document réponse à joindre à vos copies**  
**Courbes de résistance à l'avancement du navire**

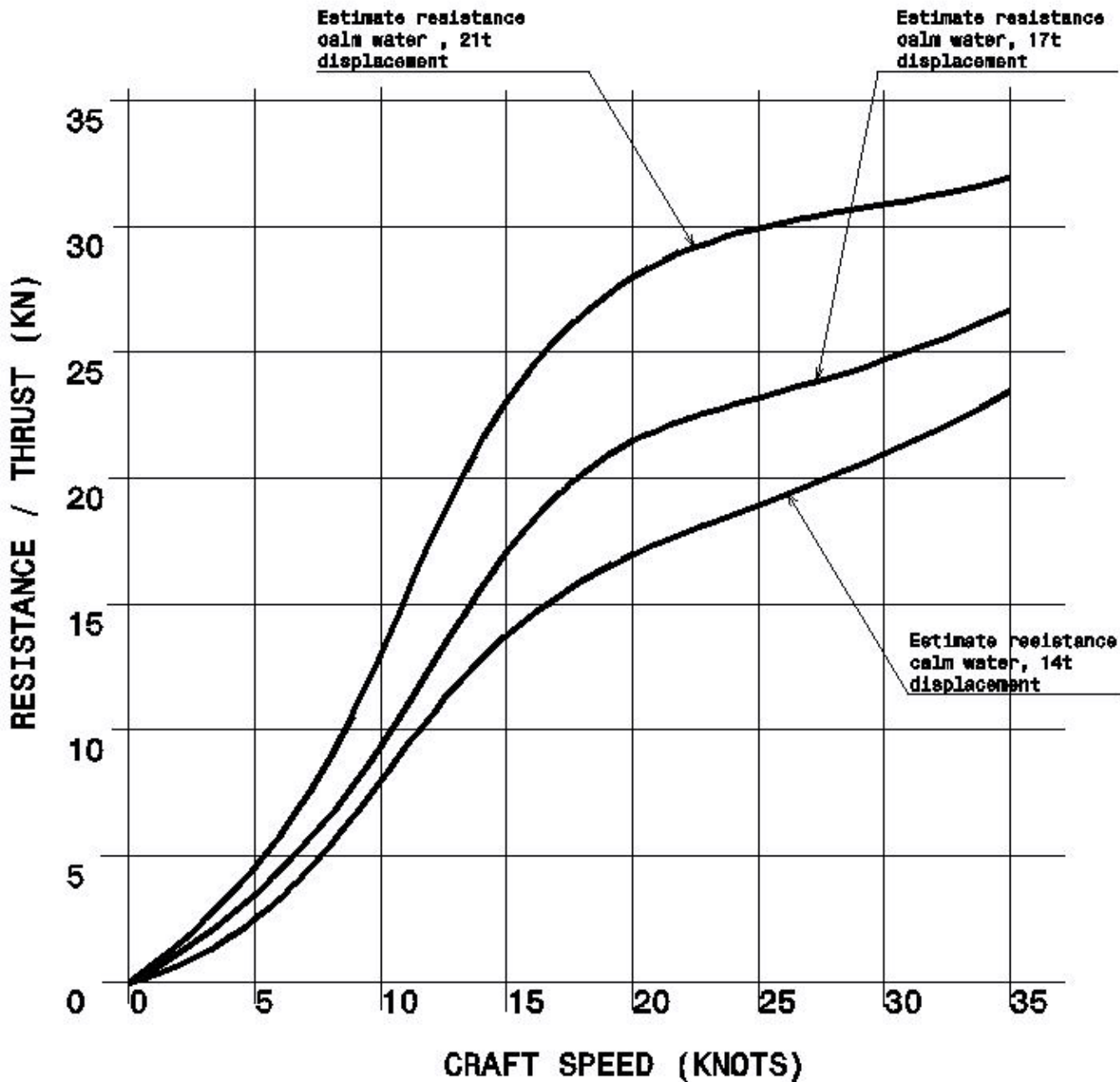


Tableau réponse question 1.3.1

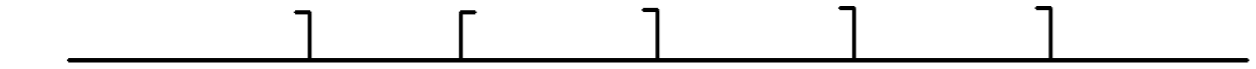
V en Nds	5	10	15	20	25	30
Po en KN						
Pt en KN						

Tableau réponse questions 1.3.2 à 1.3.4

Déplacement	V (nds)	Po (kN)	$\mathcal{P}_p$ (kW)	$\eta_h$
Cas n°1 : 14t				
Cas n°2 : 17t				
Cas n°3 : 21t				

H G F E D C B A

Section à CL+1600

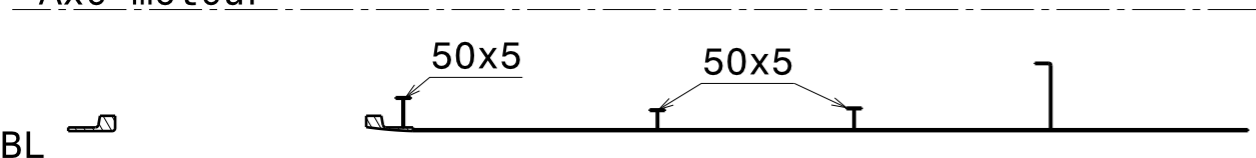


Section à l'axe support avant bâbord



Axe moteur

Section à l'axe moteur

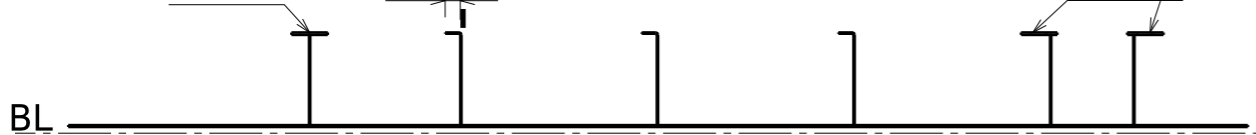


120x8

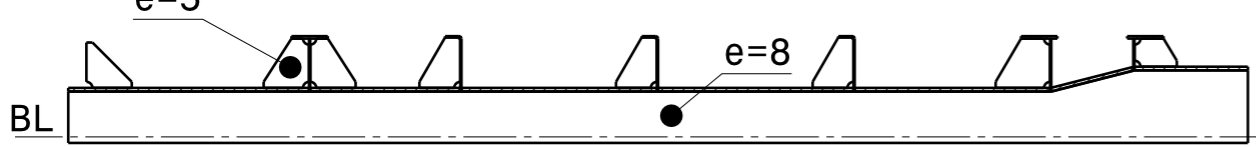
50

Section à CL+200

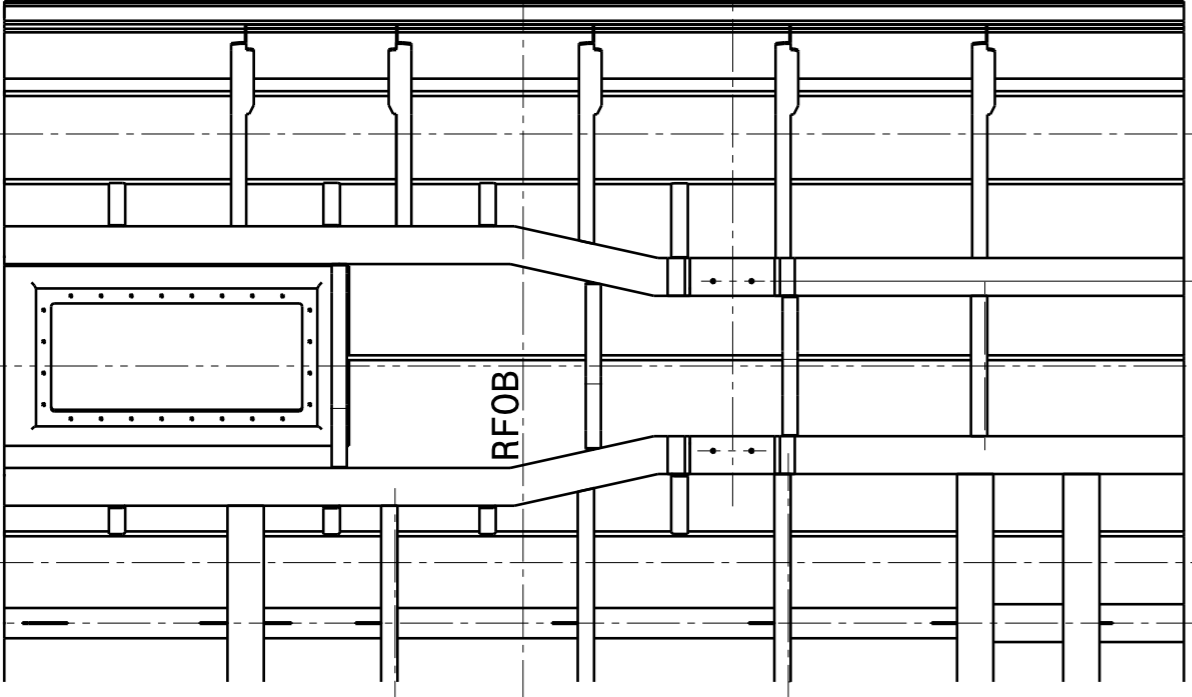
120x8



Section à la CL



C0 C800 C1300 C1950 C2403 C3250 C3900  
C400 C1110 C1625 2210 C2600 C3525



CL+1600

Axe support avant bâbord

Axe moteur

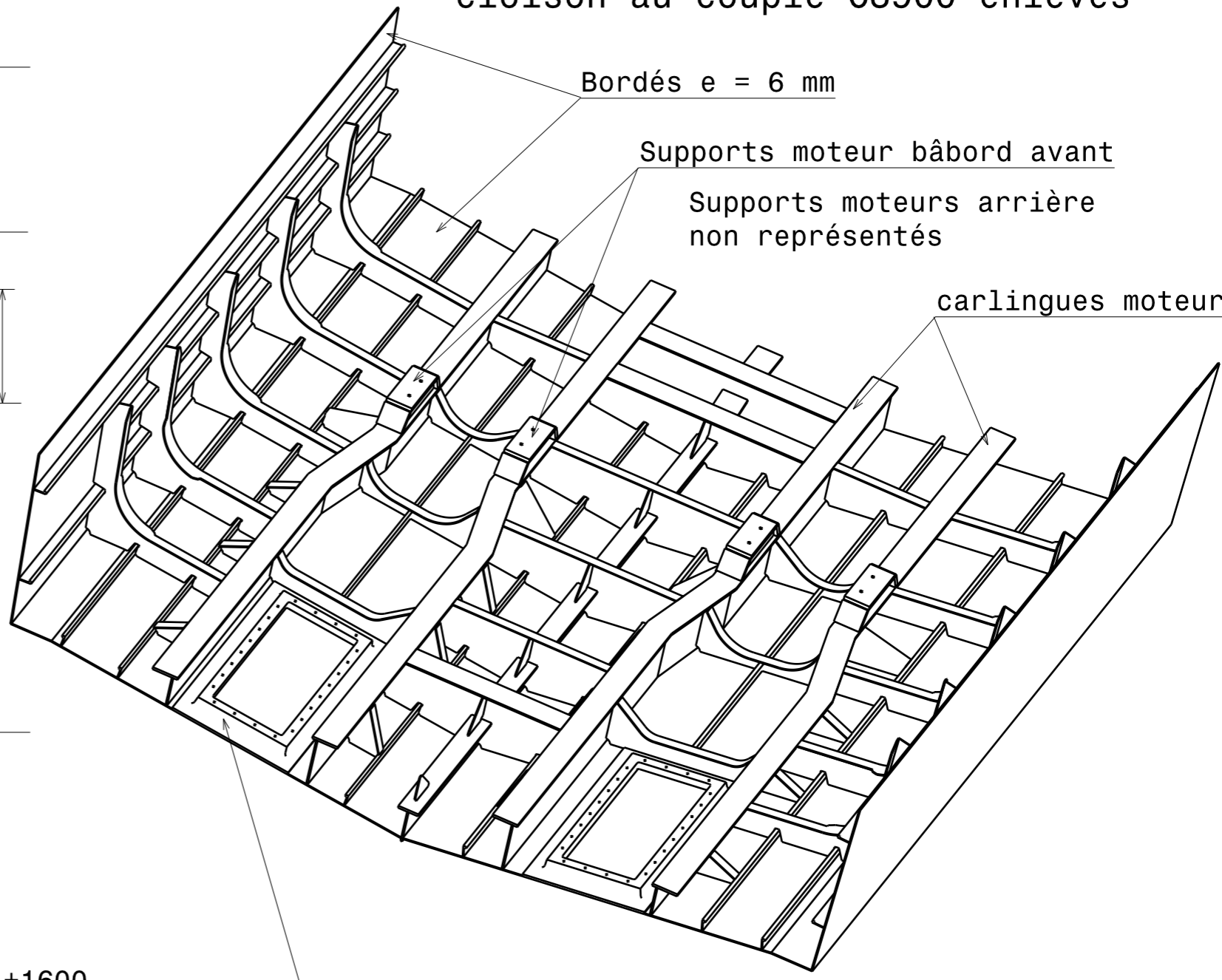
CL+200

CL

850

RFOB

Pont, tableau arrière et cloison au couple C3900 enlevés

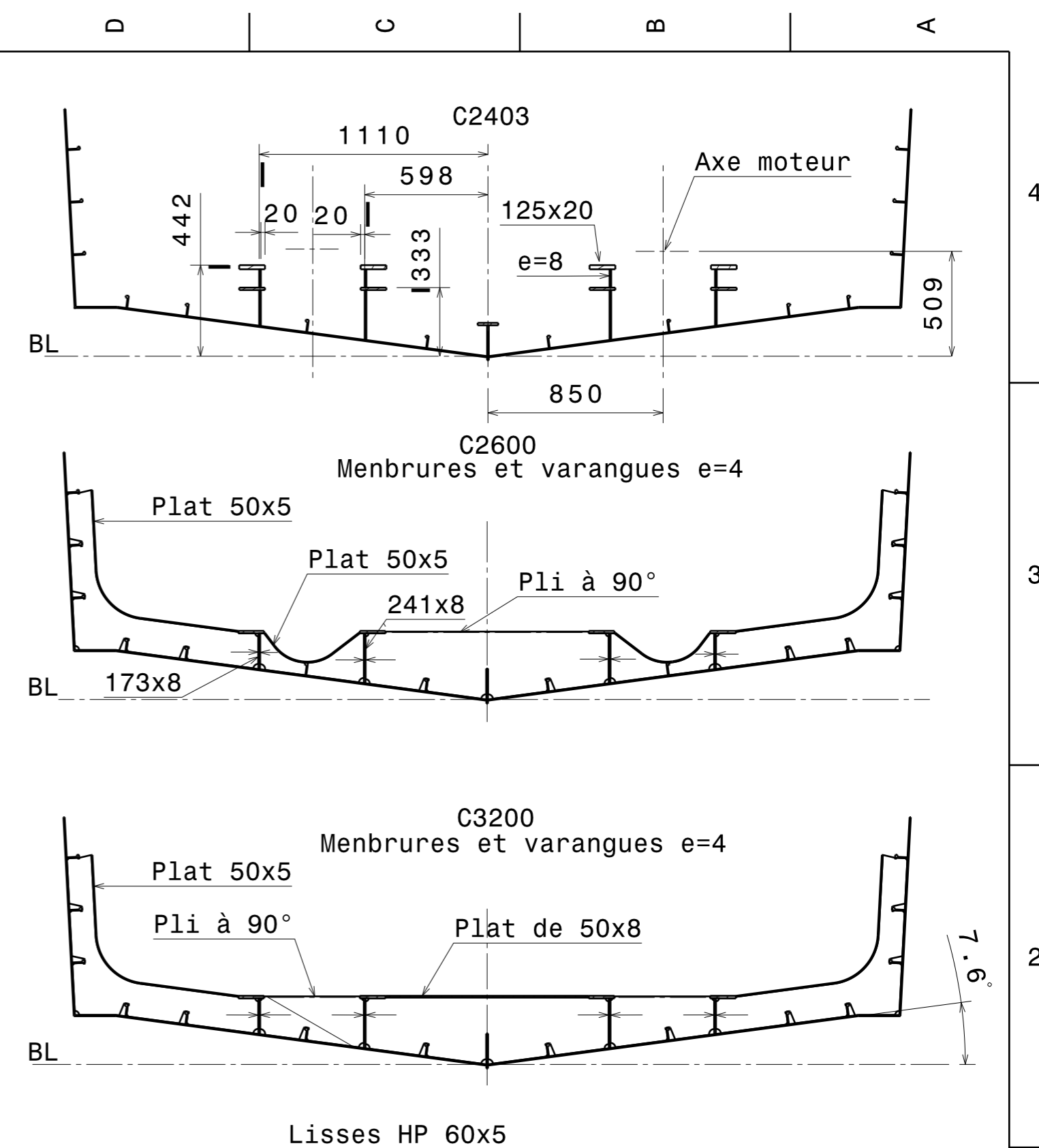
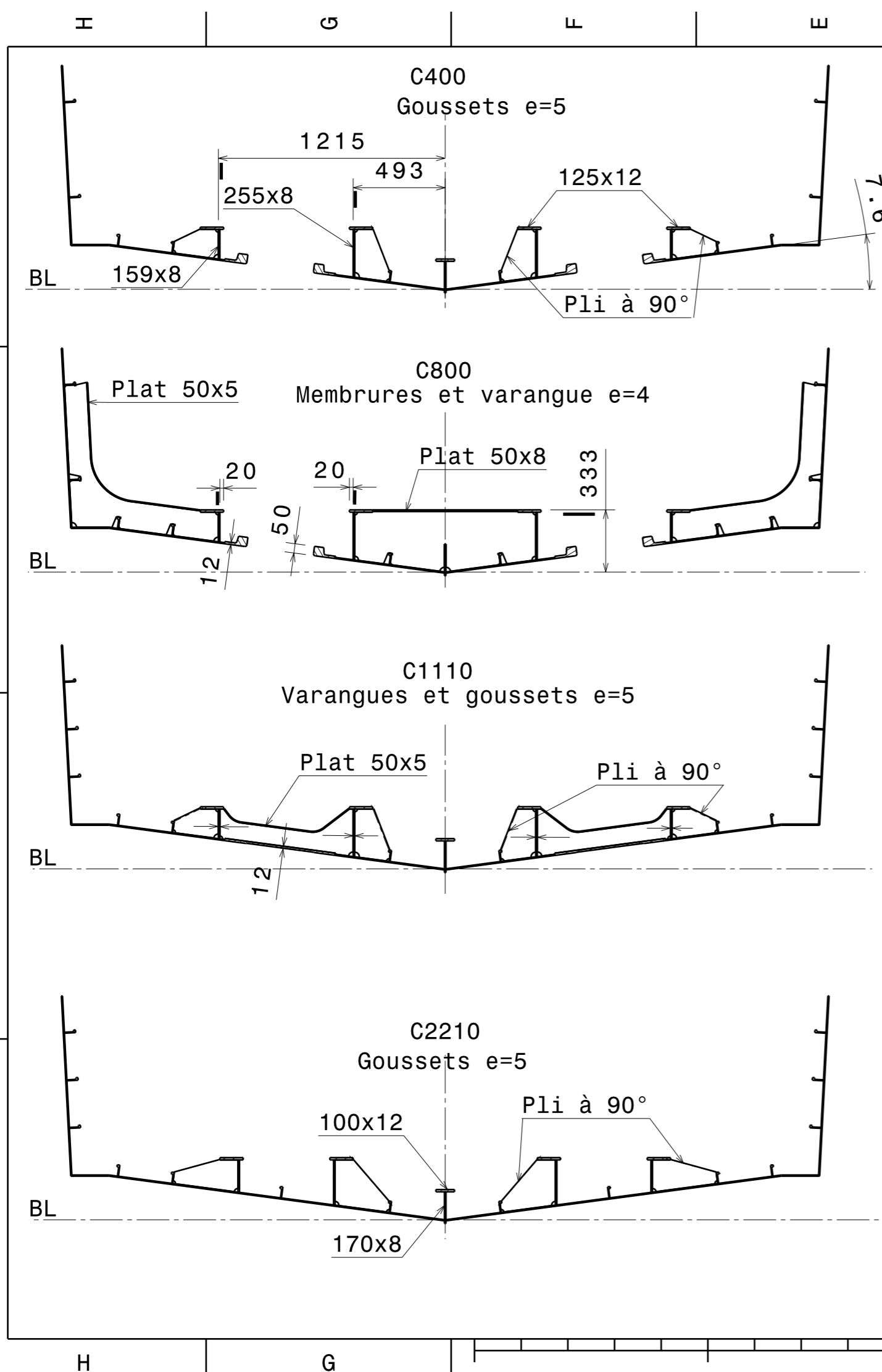


Embase waterjet soudée sur bordé

Session		2013		I	-
Épreuve		U42		H	-
SIZE		A3		G	-
SCALE		1:25		F	-
DRAWING NUMBER		Document 6		E	-
SHEET		1/2		D	-
				C	-
				B	-
				A	-

H G B A





Session	2013	Vedette câblière Structure compartiment moteur		I	-	
Épreuve	U42			H	-	
SIZE	A3		BTS Construction navale		G	-
SCALE	1:25				F	-
				E	-	
				D	-	
				C	-	
				B	-	
				A	-	
			Document 6	PAGE	2/2	

## Calcul réglementaire des carlingues moteur

### 1. Contraintes admissibles dans le matériau

Les contraintes admissibles sont telles que :  $\sigma_{am} = 0,7 \cdot R_{lim}$  et  $\tau_{am} = 0,45 \cdot R_{lim}$  avec  $R_{lim} = \text{minimum de } R_{p0.2} \text{ et } 0,7 \cdot R_m \text{ en N/mm}^2$ .

Mechanical properties for rolled products with  $3 \text{ mm} \leq t \leq 50 \text{ mm}$

Grade	Thickness t (mm)	Temper condition	Yield strength $R_{p0.2}$ min (N/mm <sup>2</sup> )	Tensile strength $R_m$ min or range (N/mm <sup>2</sup> )
5083	$3 \leq t \leq 50$	0 (H111)	125	275-350
	$3 \leq t \leq 50$	H112	125	275
	$3 \leq t \leq 50$	H116	215	305
	$3 \leq t \leq 50$	H321	215-295	305-385

### 2. Module de résistance d'un raidisseur

Le module de résistance  $W$  d'un raidisseur par rapport à l'axe de flexion (parallèle au bordé) est défini avec son bordé associé.

La largeur de bordé associé  $b_p$  est obtenue par la formule suivante :  $b_p = \min(s ; 0,2 \cdot l)$  où :

- $s$  = écartement du raidisseur =  $(s_1 + s_2)/2$  où  $s_1$  et  $s_2$  représentent l'écartement du raidisseur avec les 2 raidisseurs adjacents.
- $l$  = portée (longueur) du raidisseur.

Si le raidisseur n'est pas perpendiculaire au bordé, on peut alors le calculer par la formule approchée suivante :  $w = w_0 \cdot \cos \alpha$  où :

- $w_0$  est le module de résistance du raidisseur considéré comme perpendiculaire au bordé
- $\alpha$  est l'angle entre le raidisseur et la normale au bordé.

### 3. Échantillonnage du raidisseur

3.1. Le module de résistance  $W$  en  $\text{cm}^3$  du raidisseur avec son bordé associé doit être tel que :

$$W \geq 1000 \cdot \frac{l^2 \cdot s \cdot p}{m \cdot \sigma_{am}}$$

où  $p$  est la pression de conception en  $\text{kN/m}^2$ ,  $l$  et  $s$  sont la portée et l'écartement en  $\text{m}$ ,  $\sigma_{am}$  est la contrainte normale admissible en  $\text{N/mm}^2$  et :

- $m=10$  pour les raidisseurs transversaux
- $m=12$  pour les raidisseurs longitudinaux

3.2. La section de cisaillement  $A_{sh}$  en  $\text{cm}^2$  du raidisseur (section de l'âme) doit être telle que :

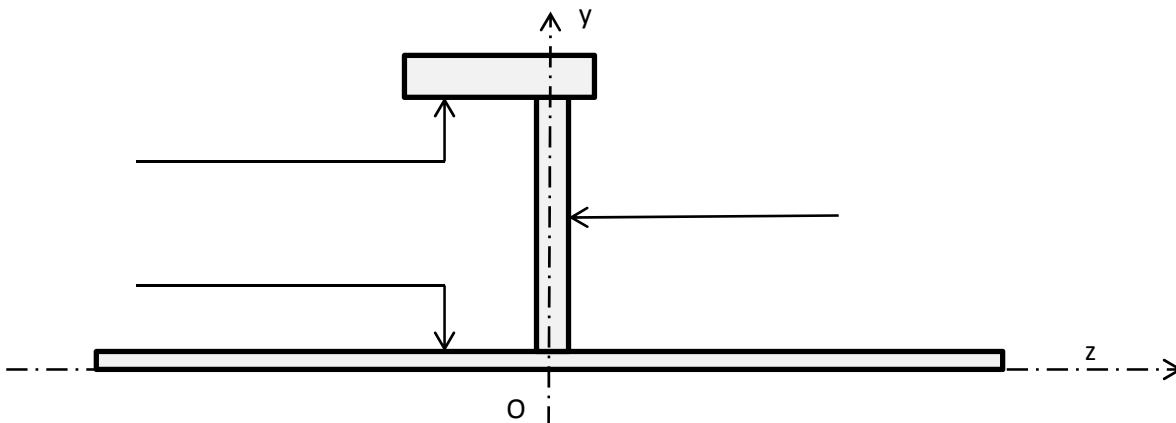
$$A_{sh} \geq 5 \cdot \frac{l \cdot s \cdot p}{\tau_{am}}$$

où  $p$  est la pression de conception en  $\text{kN/m}^2$ ,  $l$  et  $s$  sont la portée et l'écartement en  $\text{m}$ ,  $\tau_{am}$  est la contrainte tangentielle admissible en  $\text{N/mm}^2$

**Document réponse à joindre à vos copies**

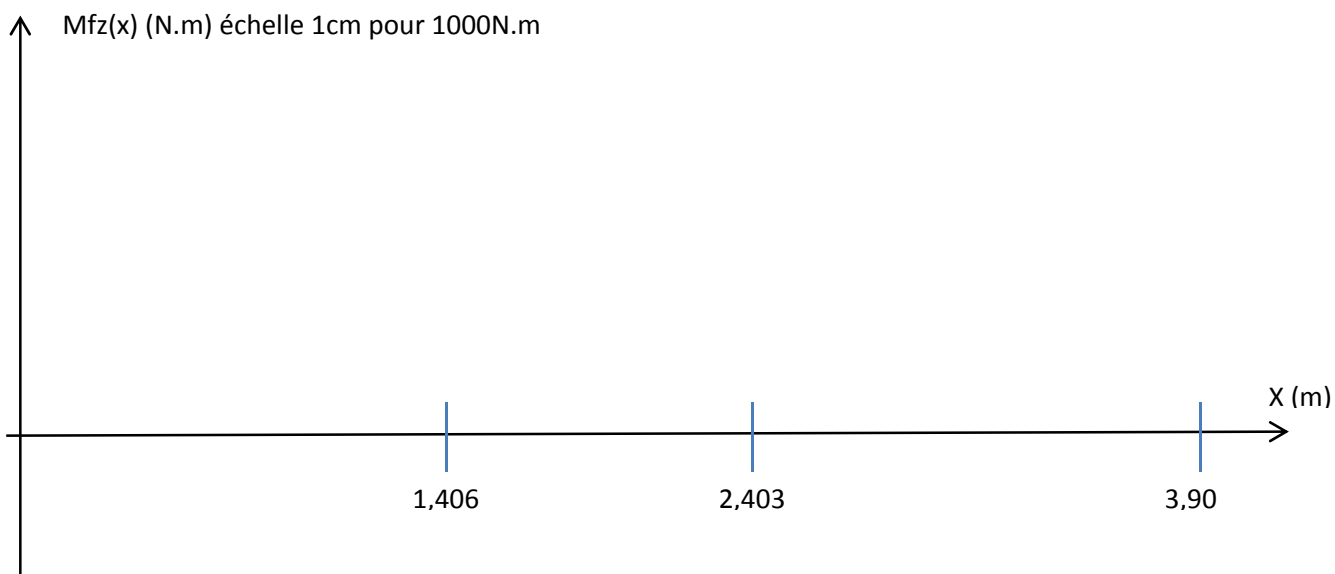
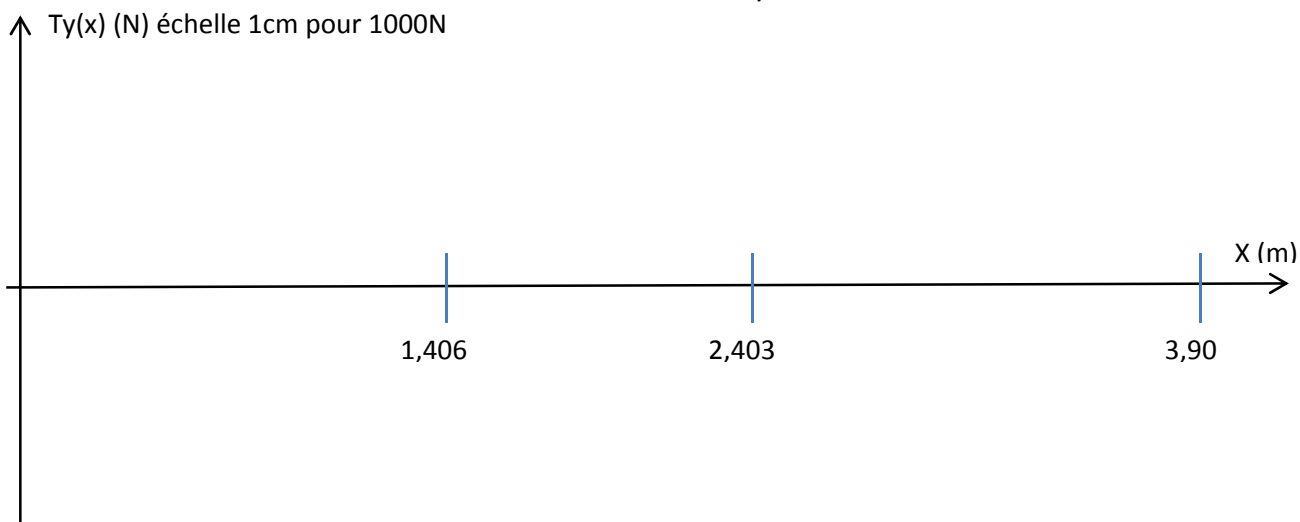
Modélisation de la section de la carlingue

Question 2.2.2 a)

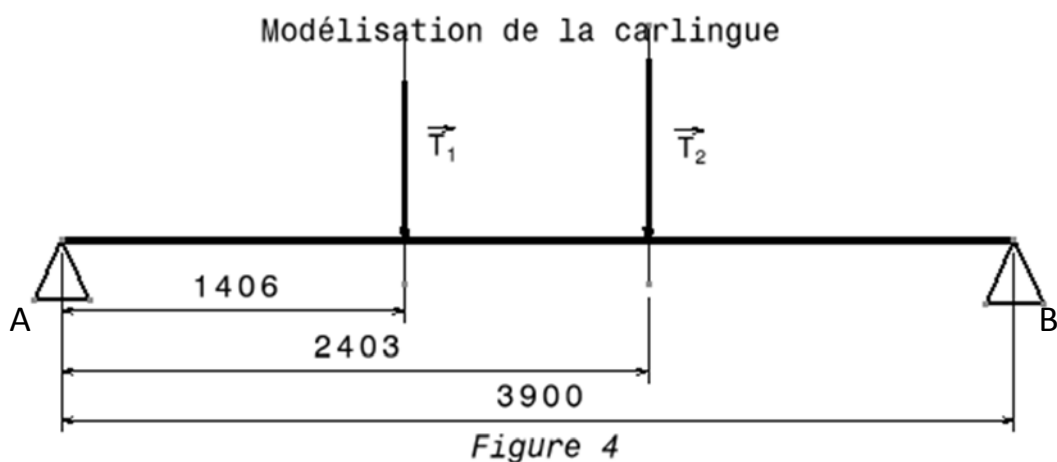
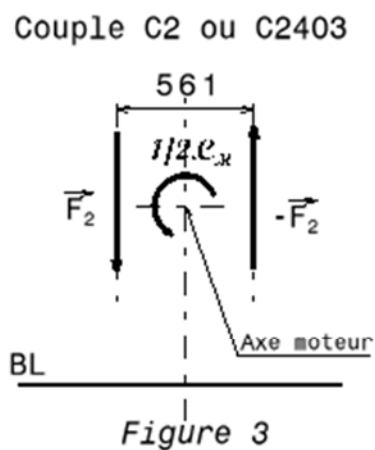
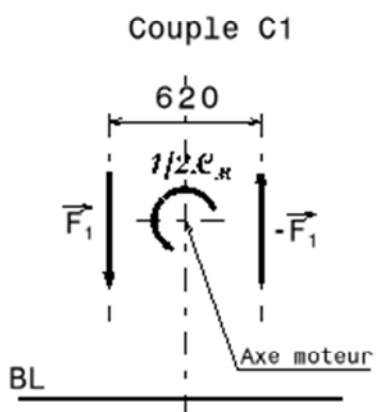
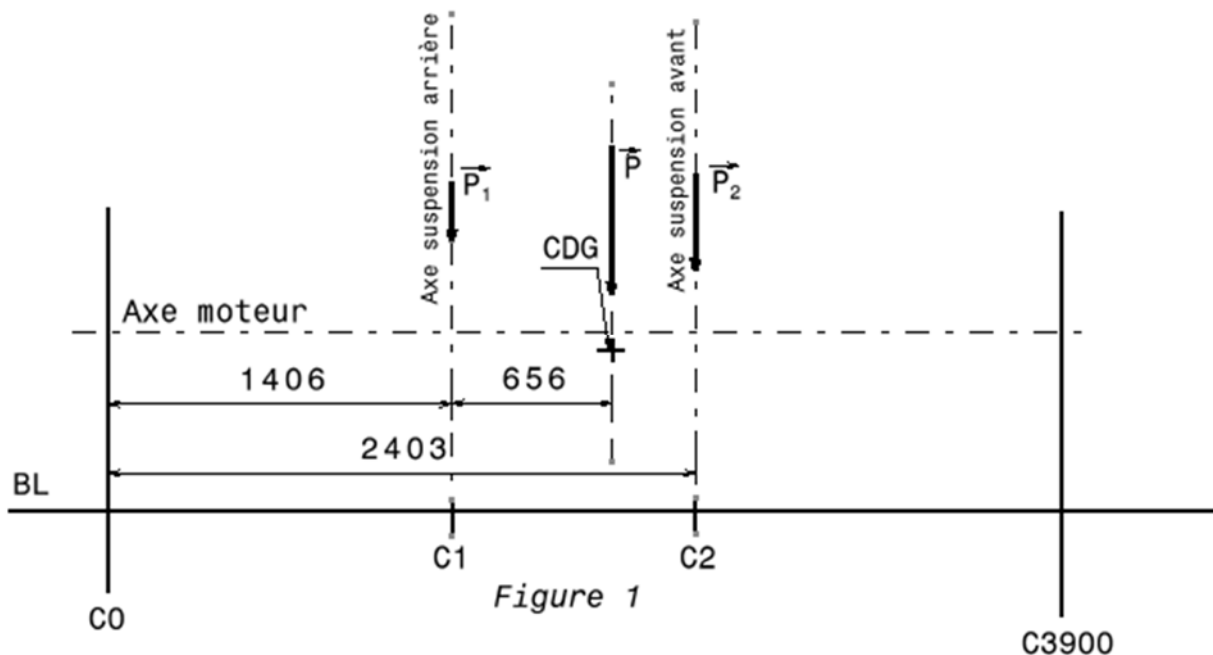


Diagrammes de l'effort tranchant  $T_y(x)$  et du moment fléchissant  $M_fz(x)$

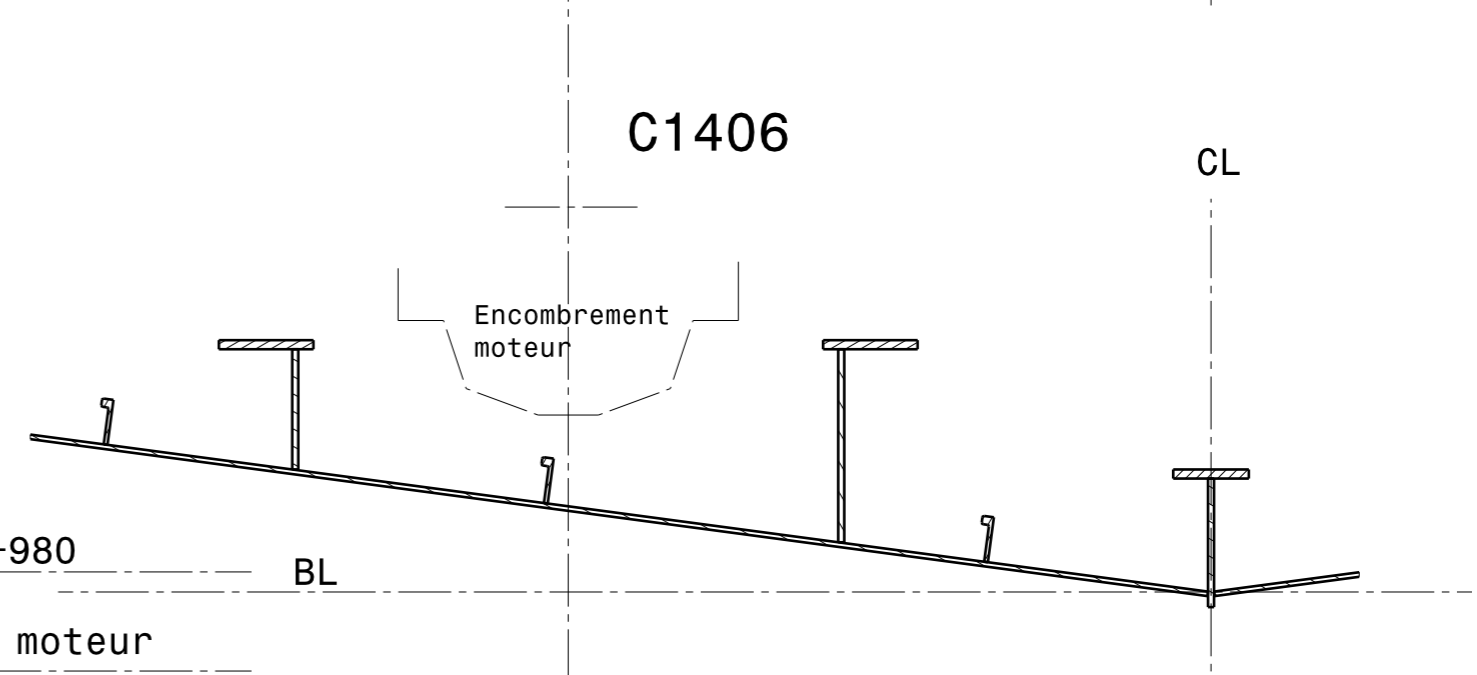
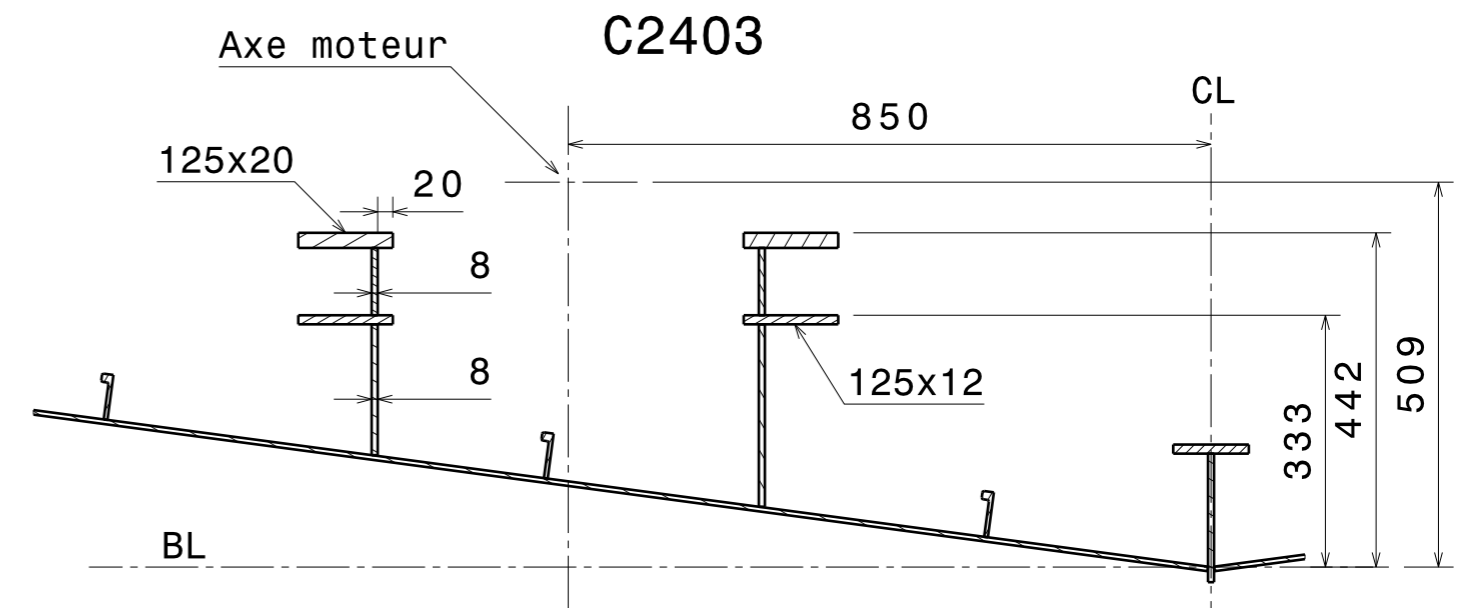
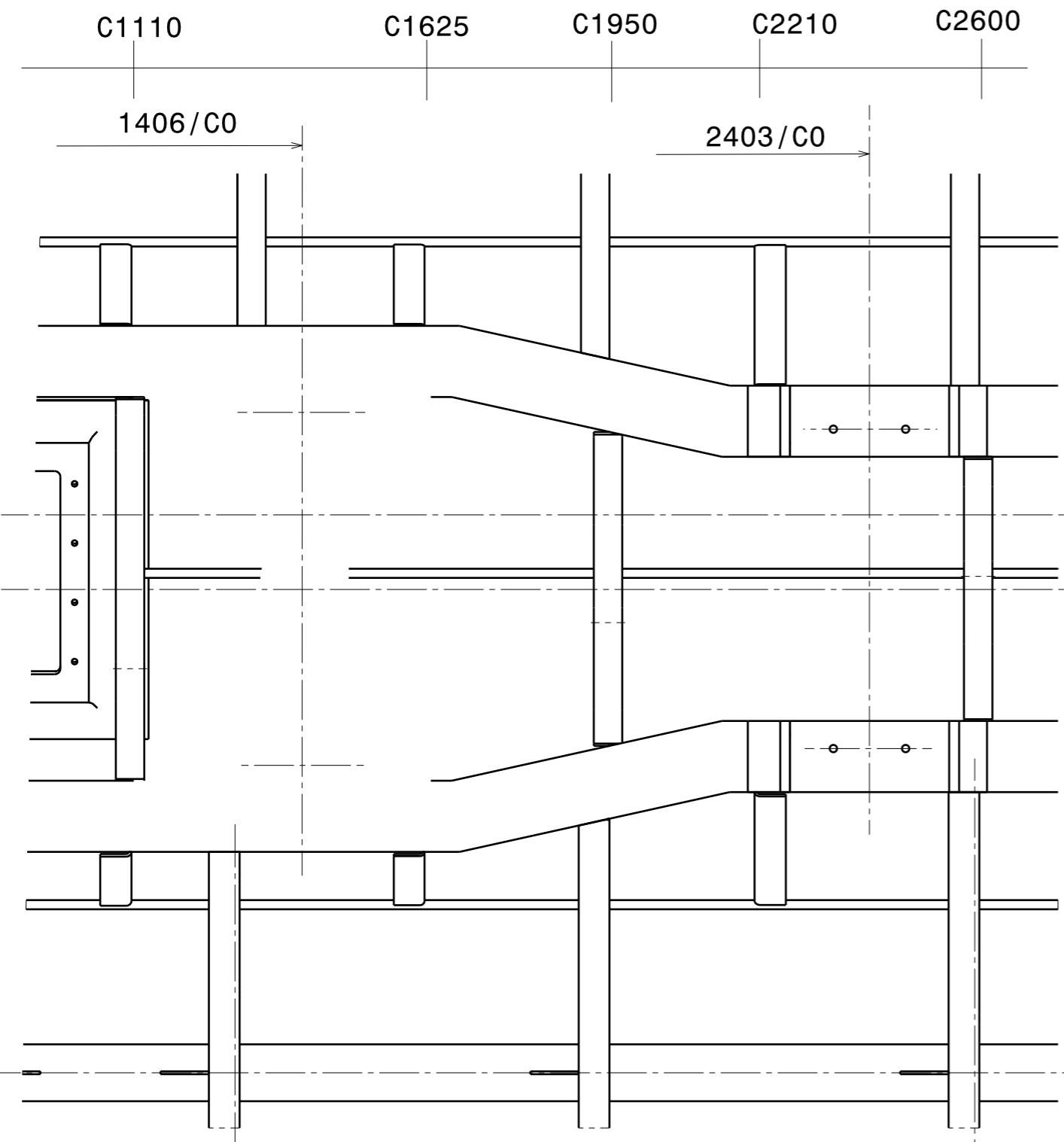
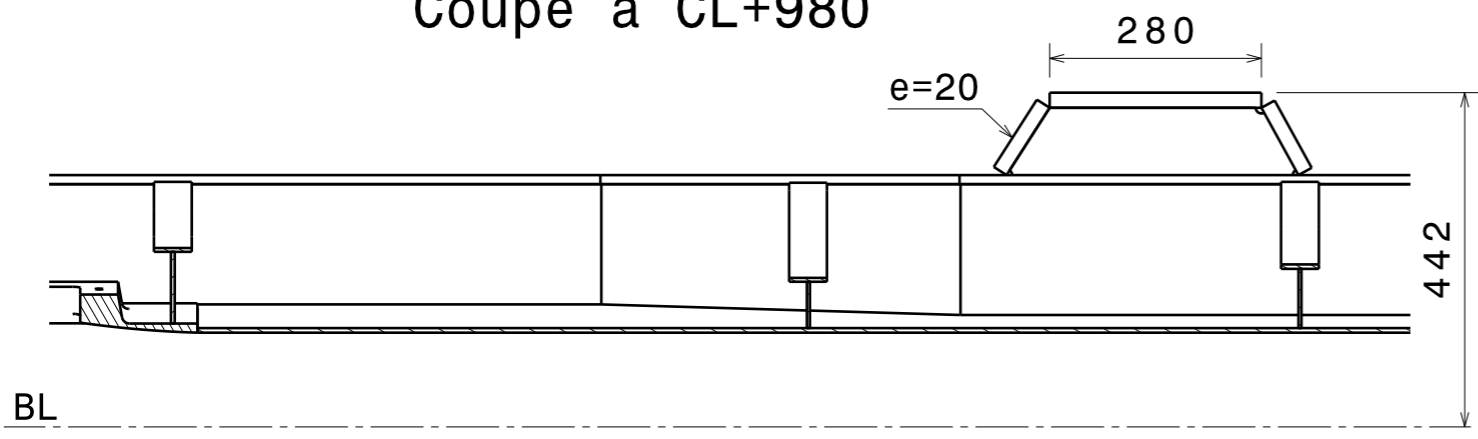
Question 2.3.4 b)



### Modélisation des charges moteur



# Coupe à CL+980



**Document réponse à joindre à vos copies**

Session 2013		Vedette câblière Supports moteurs		I	-
Épreuve U42				H	-
SIZE A3		BTS Construction navale		G	-
SCALE 1:10				D	-
DRAWING NUMBER Document 10		SHEET 1/1		F	-
				E	-
				C	-
				B	-
				A	-