

<p style="text-align: center;">BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR</p> <p style="text-align: center;">CONSTRUCTION NAVALE</p>
--

ÉPREUVE D'ÉTUDE ET CONCEPTION

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

SESSION 2014

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.

Documents à rendre avec la copie :

Le document réponse 5 est à rendre même s'il n'est pas complété.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Le sujet se compose de :

- 13 pages A4 numérotées de 1/13 à 13/13,
- Un document A1 numéroté 1/1,
- Un document A2 numéroté 1/1,
- Un document A3 numéroté 1/1.

BTS Construction Navale		Session 2014
Sous-épreuve U 42 Étude d'un élément du navire	CNE4CE	Page 1/13

Etude du portique d'un chalutier à pêche arrière de 25 m

Le sujet comporte 3 **parties indépendantes** :

Partie I :	Analyse du plan de structure	7 points
Partie II :	Calcul de structure de la partie supérieure du portique	17 points
Partie III :	Conception du support des enrouleurs	16 points

Composition du sujet :

	<u>Format</u>	
Présentation et mise en situation	A4	Page 3/13
Texte du sujet	A4	Pages 4/13 à 8/13

Documents annexes :

- | | | |
|---|----|---------------------------------|
| ▪ Formulaire de RdM pour un portique encastré | A4 | Document 1 – pages 9/13 à 12/13 |
| ▪ Hypothèses de calcul pour partie II | A4 | Document 2 – page 13/13 |
| ▪ Plan du portique de pêche | A1 | Document 3 – page 1/1 |
| ▪ Plan des enrouleurs | A3 | Document 4 – page 1/1 |
| ▪ Plan des supports des enrouleurs | A2 | Document 5 – page 1/1 |

Documents à rendre :

Le document réponse 5 est à rendre même s'il n'est pas complété.

Présentation et mise en situation :



La plage arrière d'un chalutier en acier de 25 m a entièrement été modifiée pour permettre au navire la réalisation de pêches au chalut pélagique en bœufs ou à la senne danoise, avec mise en place de nouveaux treuils de funes et de nouveaux enrouleurs.

Pour cela, le navire reçoit un nouveau portique de pêche. Cet élément possède une traverse basse permettant de supporter les deux enrouleurs doubles pour le stockage des filets et une traverse haute recevant les deux treuils de caliorne et le treuil de bras.

Les treuils de caliorne permettent la montée de la pochée sur le navire et peuvent donc recevoir une charge de plusieurs tonnes.

L'étude demandée porte sur la conception du portique de pêche, avec une étude spécifique de la traverse haute et du support des enrouleurs.

PARTIE I : Analyse du plan de structure

Le chalutier est construit avec une structure en acier. A partir du plan du portique de pêche (document n°3), répondre aux questions suivantes :

- Question I-1 :** Le chalutier est construit en structure transversale. Quels sont les avantages et inconvénients d'une structure transversale vis-à-vis d'une structure mixte avec lisses ?
Donner l'écartement des couples de structure du chalutier.
- Question I-2 :** Dans la coupe au maître, comment nomme-t-on le type de liaison membrure / barrot ? Quels sont les avantages de ce type de liaison ?
- Question I-3 :** La structure est réalisée en grande partie avec des cornières. Quel type de profilé peut-on également utiliser, et avec quels avantages ?
- Question I-4 :** Donner la section du plat de quille du navire. Quel est l'avantage pour le comportement du navire d'une telle section ?
- Question I-5 :** Donner la section de la traverse basse du portique. Donner la section des montants de portique en pied (au niveau du pont de franc-bord).
- Question I-6 :** L'arrière du pied du nouveau portique repose sur le pont au niveau du couple 2. Quels renforcements sous pont et au bordé ont été réalisés pour reprendre les efforts ?

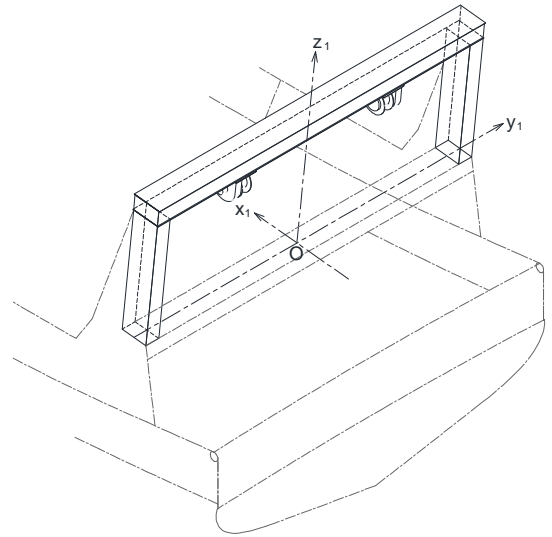
PARTIE II : Etude de la partie supérieure du portique

Objectif : Vérifier le dimensionnement de la partie supérieure du portique dans le cas de l'utilisation d'un des treuils de caliorne en accord avec le critère de dimensionnement du Bureau Veritas qui impose un coefficient de sécurité de 2 vis-à-vis de la résistance élastique du matériau choisi.

Tous les calculs seront présentés en N pour les forces, N.m pour les moments, en cm^4 pour les inerties, en cm^3 pour les modules de résistance et en MPa pour les contraintes. L'accélération de la pesanteur est prise à : $g=10 \text{ m/s}^2$.

Le portique sera calculé dans la configuration d'utilisation suivante :

- utilisation du treuil de caliorne pour la remontée de la pochée du chalut :
 - effort considéré correspondant à l'effort de calage du treuil : 5 t
 - orientation de la force de 29° sur l'arrière (pour la récupération de la pochée située à l'extérieur du tableau arrière)
 - orientation de la force de 25° vers l'axe du navire
- prise en compte de la masse de la traverse supérieure et des différents équipements en une charge répartie de 0,5 t/m sur l'ensemble de la traverse.



Afin de simplifier le calcul, il est considéré que (voir document n°2) :

- le portique est droit avec des sections parallèles aux axes principaux ;
- l'application de la force du treuil est considérée au point E ;
- les efforts liés à la gravité sont pris parallèles à l'axe z_1 (composante sur x_1 négligée) ;
- étant donnée la position de la résultante des efforts sur le treuil, le moment de torsion sur la traverse est faible, il sera donc négligé.

L'étude est réalisée par étapes, avec au final l'addition des différents moments pour aboutir aux contraintes. Le moment de flexion maximal étant au point E, les calculs seront réalisés seulement pour ce point en considérant pour F :

$$\vec{F} = \begin{Bmatrix} -22500 \text{ N} \\ +19000 \text{ N} \\ -40500 \text{ N} \end{Bmatrix} (0, x_1, y_1, z_1)$$

1^{ère} étape : Calcul des inerties des poutres du portique (voir document n°2) :

Question II-1 : La traverse supérieure a une inertie par rapport à l'axe x_1x_1 de $I_{\text{traverse}} / x_1x_1 = 16134 \text{ cm}^4$, calculer le moment d'inertie de la traverse supérieure par rapport à l'axe z_1z_1 : $I_{\text{traverse}} / z_1z_1$.

Question II-2 : Les montants ont une inertie par rapport à l'axe x_1x_1 de $I_{\text{montant}} / x_1x_1 = 12801 \text{ cm}^4$, calculer le moment d'inertie des montants par rapport à l'axe y_1y_1 : $I_{\text{montant}} / y_1y_1$.

2^{ème} étape : Calcul du moment de flexion au point E :

Les calculs seront réalisés à l'aide du formulaire de résistance des matériaux pour un portique à deux montants encastrés (voir document n°1).

Question II-3 : Calculer les coefficients k et α

- Calcul du portique avec la charge répartie de 0,5 t/m (suivant z_1) sur la traverse supérieure :

Question II-4 : Définir la distance du point E vis-à-vis du centre du portique sur y
A l'aide du formulaire fourni (voir document n°1), calculer le moment de flexion en E à partir de la distance de E vis-à-vis du centre du portique (y).

- Calcul du portique avec la force suivant z_1 considérée en E sur la traverse supérieure :

Question II-5 : A l'aide du formulaire fourni (voir document n°1), calculer le moment de flexion au point E, et ce en considérant les valeurs suivantes aux encastremets :

$$R_{A/y_1} = 12\,307,2 \text{ N} ; R_{A/z_1} = 31\,530,5 \text{ N} \text{ et } M_{A/x_1} = 6\,744,0 \text{ N.m}$$

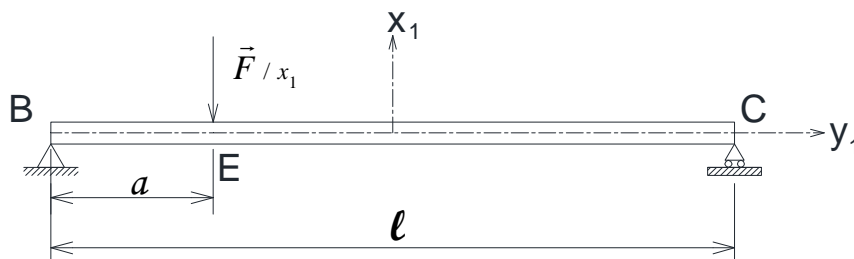
$$R_{D/y_1} = -12\,307,2 \text{ N} ; R_{D/z_1} = 8\,969,5 \text{ N} \text{ et } M_{D/x_1} = 13\,357,8 \text{ N.m}$$

- Calcul du portique avec la force suivant y_1 considérée en E sur la traverse supérieure :

Question II-6 : A l'aide du formulaire fourni (voir document n°1), calculer le moment de flexion en E à partir de la distance de E vis-à-vis du centre du portique (y).

- Calcul du portique avec la force suivant x_1 considérée en E sur la traverse supérieure :

Pour ce calcul, la traverse est considérée seule, appuyée sur les deux montants (en négligeant le moment d'encastrement généré sur le haut des montants) :



Question II-7 : Déterminer pour la traverse les efforts aux extrémités (R_{B/x_1} et R_{C/x_1}) ainsi que le moment au point E (M_{E/z_1}).

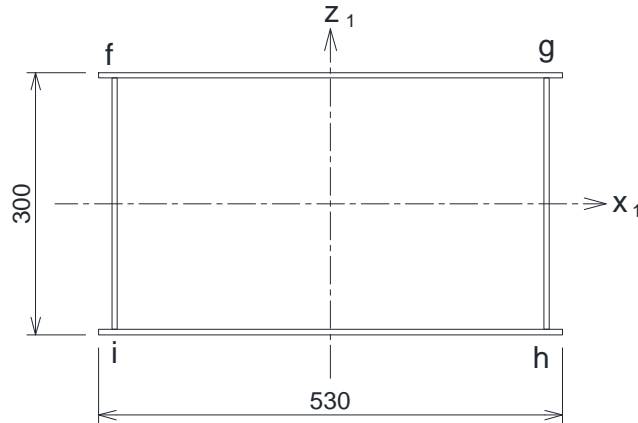
- Etape finale avec addition des moments des différentes sollicitations :

Question II-8 : Ecrire le torseur de la somme des différents moments de flexion au point E.

3^{ème} étape : Calcul des contraintes dans la traverse au point E :

Pour ce calcul, le torseur du moment de flexion en E est pris égal à :

$$\vec{M}_E = \begin{Bmatrix} 37685 \text{ N.m} \\ 0 \\ -27560 \text{ N.m} \end{Bmatrix} (0, x_1, y_1, z_1)$$



Question II-9 : A partir des moments de flexion au point E, calculer les contraintes dans la section (en f, g, h et i) en négligeant les contraintes liées à l'effort tranchant.

Les résultats seront présentés sur votre copie de la façon suivante :

Contraintes dans la traverse	f	g	h	i
Distance / axe x_1 (m)				
Distance / axe z_1 (m)				
Contrainte avec moment suivant x_1 (Mpa)				
Contrainte avec moment suivant z_1 (Mpa)				
Contrainte totale				

Question II-10 : Le portique est réalisé en acier S235JR. Que pouvez-vous conclure ?

PARTIE III : Etude des supports des enrouleurs de chalut

Objectif : Réalisation de la conception des supports des enrouleurs situés sur la traverse inférieure du portique.

Le chalutier est équipé de deux enrouleurs doubles en acier, voir document n°4, ayant les caractéristiques suivantes :

- Effort de calage au diamètre extérieur (\varnothing 2200 mm) : 2 t
- Effort de calage au fût (\varnothing 380 mm) : 12 t
- Masse propre de l'enrouleur : 2,2 t
- Volume de stockage : 2 x 3,5 m³ correspondant à deux filets de 1,05 t avec 0,15 t de chaîne, soit une masse totale de stockage de 2,4 t.

Ces enrouleurs sont positionnés sur la traverse basse du portique.

Il vous est demandé de concevoir le support coté abord de ces enrouleurs en le dessinant sur le document réponse n°5.

Les supports seront soudés à la traverse et réalisés en épaisseur 10 mm avec une platine de liaison avec l'enrouleur en 20 mm.

Question III-1 : Avant de concevoir le support, il est important de bien comprendre la géométrie de la chaise (support du moteur de l'enrouleur). Pour cela, à partir du plan de l'enrouleur, faire un schéma simplifié non coté de la section de cette pièce.

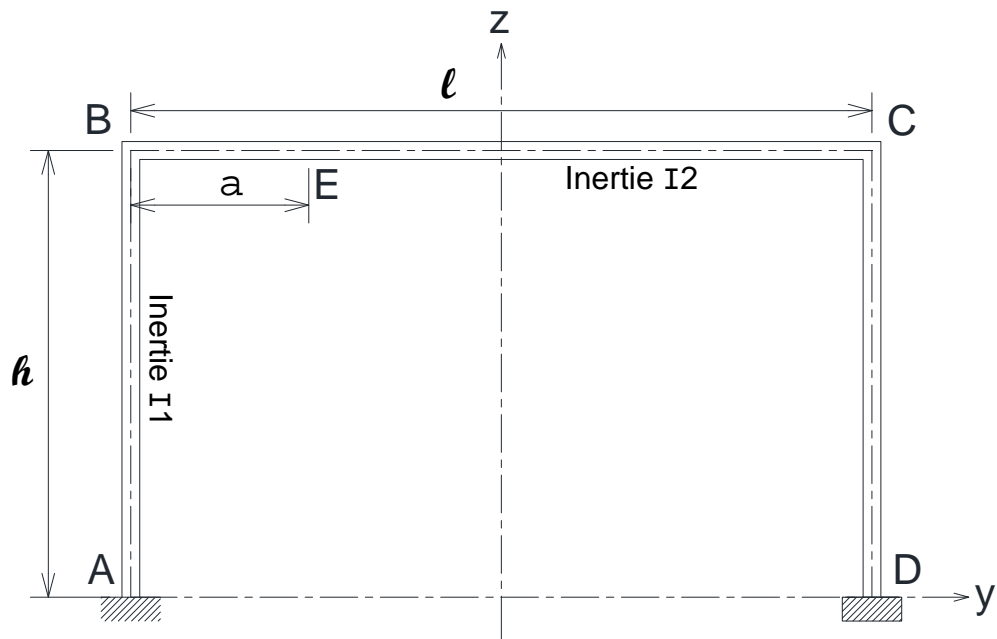
Question III-2 : Définir le type d'assemblage prévu pour l'enrouleur sur le carlingage.

Question III-3 : Réaliser le plan d'ensemble du support abord en le représentant sur les trois vues.

Question III-4 : Définir sur le plan d'ensemble les types de soudures avec symbolisation (le Bureau Veritas demande une épaisseur de gorge minimum de 4,5 mm dans le cas d'une âme en 10 mm).

Question III-5 : Réaliser le plan de vraie grandeur des différentes pièces du support à l'échelle 1/10 avec la cotation nécessaire et suffisante pour permettre leur débit.

Formulaires de résistance des matériaux
PORTIQUE A DEUX MONTANTS ENCASTRES



L'inertie I1 correspond à l'inertie de la section des montants / axe xx : $I_{\text{montant} / xx}$

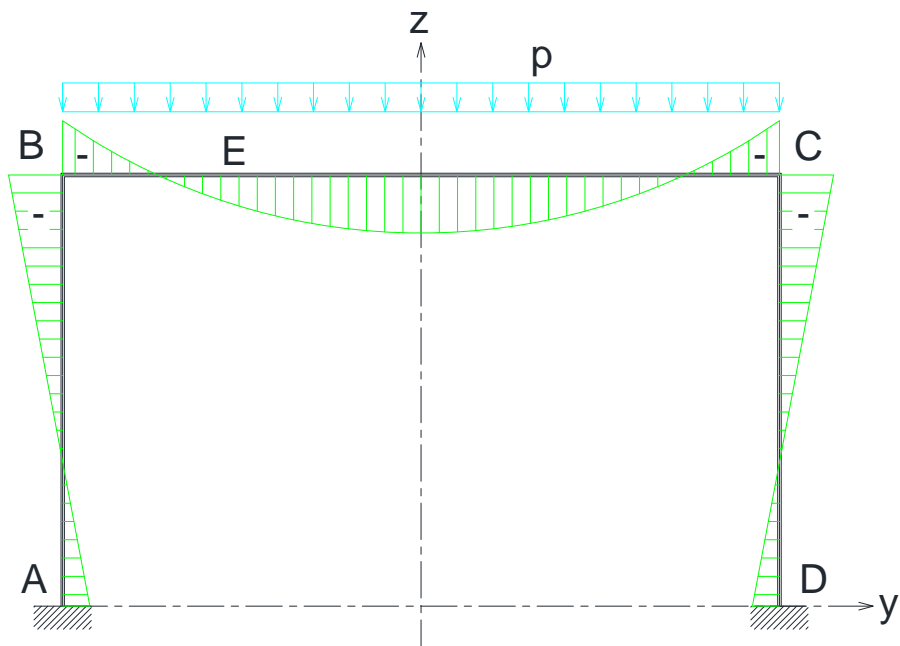
L'inertie I2 correspond à l'inertie de la section de la traverse / axe xx : $I_{\text{traverse} / xx}$

Les formulaires à suivre utilisent les variables suivantes :

$$k = \frac{I_2}{I_1} \cdot \frac{h}{l} \quad \text{et} \quad \alpha = \frac{a}{l}$$

Charge verticale uniformément répartie

Nota : Les signes des formules prennent en compte le sens de p (valeur positive à utiliser).



Efforts en A :

$$R_{A/y} = \frac{p \cdot l^2}{4 \cdot h \cdot (k + 2)} \quad R_{A/z} = \frac{p \cdot l}{2} \quad M_{A/x} = \frac{p \cdot l^2}{12 \cdot (k + 2)}$$

Efforts en D :

$$R_{D/y} = -\frac{p \cdot l^2}{4 \cdot h \cdot (k + 2)} \quad R_{D/z} = \frac{p \cdot l}{2} \quad M_{D/x} = \frac{p \cdot l^2}{12 \cdot (k + 2)}$$

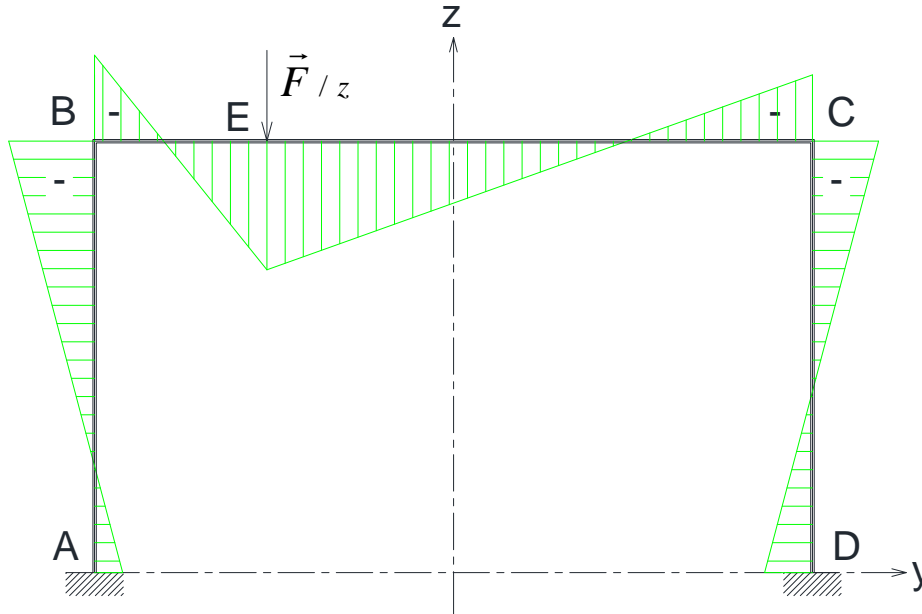
Moments sur la poutre supérieure :

$$M_{B/x} = M_{C/x} = -\frac{p \cdot l^2}{6 \cdot (k + 2)}$$

$$M_f(y)_x = -\frac{p}{2} \cdot y^2 + \frac{p \cdot l^2}{24} \cdot \frac{(3 \cdot k + 2)}{(k + 2)}$$

Force verticale concentrée au point E

Nota : Les signes des formules prennent en compte le sens de F_z (valeur positive à utiliser).



Efforts en A :

$$R_{A/y} = \frac{3F_z \cdot a \cdot (l - a)}{2h \cdot l \cdot (k + 2)} \quad R_{A/z} = F_z \cdot (1 - \alpha) \cdot \frac{6k + 1 + \alpha - 2\alpha^2}{6k + 1}$$

$$M_{A/x} = \frac{F_z \cdot a \cdot (l - a)}{2 \cdot l} \cdot \frac{5k - 1 + 2\alpha(k + 2)}{(k + 2)(6k + 1)}$$

Efforts en D :

$$R_{D/y} = -\frac{3F_z \cdot a \cdot (l - a)}{2h \cdot l \cdot (k + 2)} \quad R_{D/z} = F_z \cdot \alpha \cdot \frac{6k + 3\alpha - 2\alpha^2}{6k + 1}$$

$$M_{D/x} = \frac{F_z \cdot a \cdot (l - a)}{2 \cdot l} \cdot \frac{3 + 7k - 2\alpha(k + 2)}{(k + 2)(6k + 1)}$$

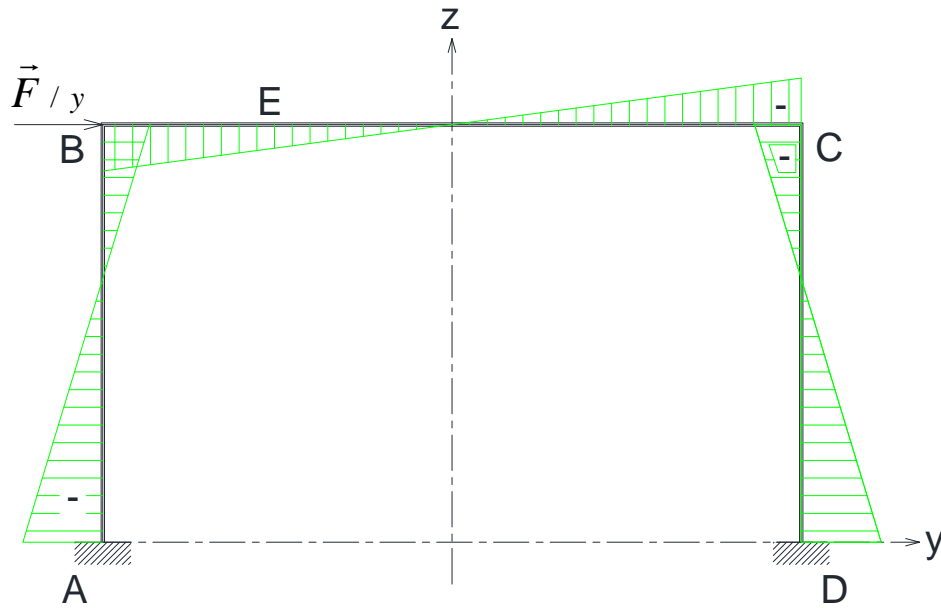
Moments sur la poutre supérieure :

$$M_{B/x} = M_{A/x} - h \cdot R_{A/y}$$

$$M_{C/x} = M_{D/x} + h \cdot R_{D/y}$$

$$M_{E/x} = M_{A/x} - h \cdot R_{A/y} + a \cdot R_{A/z}$$

Force horizontale au niveau de la traverse



Efforts en A :

$$R_{A/y} = -\frac{F_y}{2} \quad R_{A/z} = -\frac{3 \cdot F_y \cdot h}{l} \cdot \frac{k}{6k+1}$$

$$M_{A/x} = -\frac{F_y \cdot h}{2} \cdot \frac{3k+1}{6k+1}$$

Efforts en D :

$$R_{D/y} = -\frac{F_y}{2} \quad R_{D/z} = \frac{3 \cdot F_y \cdot h}{l} \cdot \frac{k}{6k+1}$$

$$M_{D/x} = \frac{F_y \cdot h}{2} \cdot \frac{3k+1}{6k+1}$$

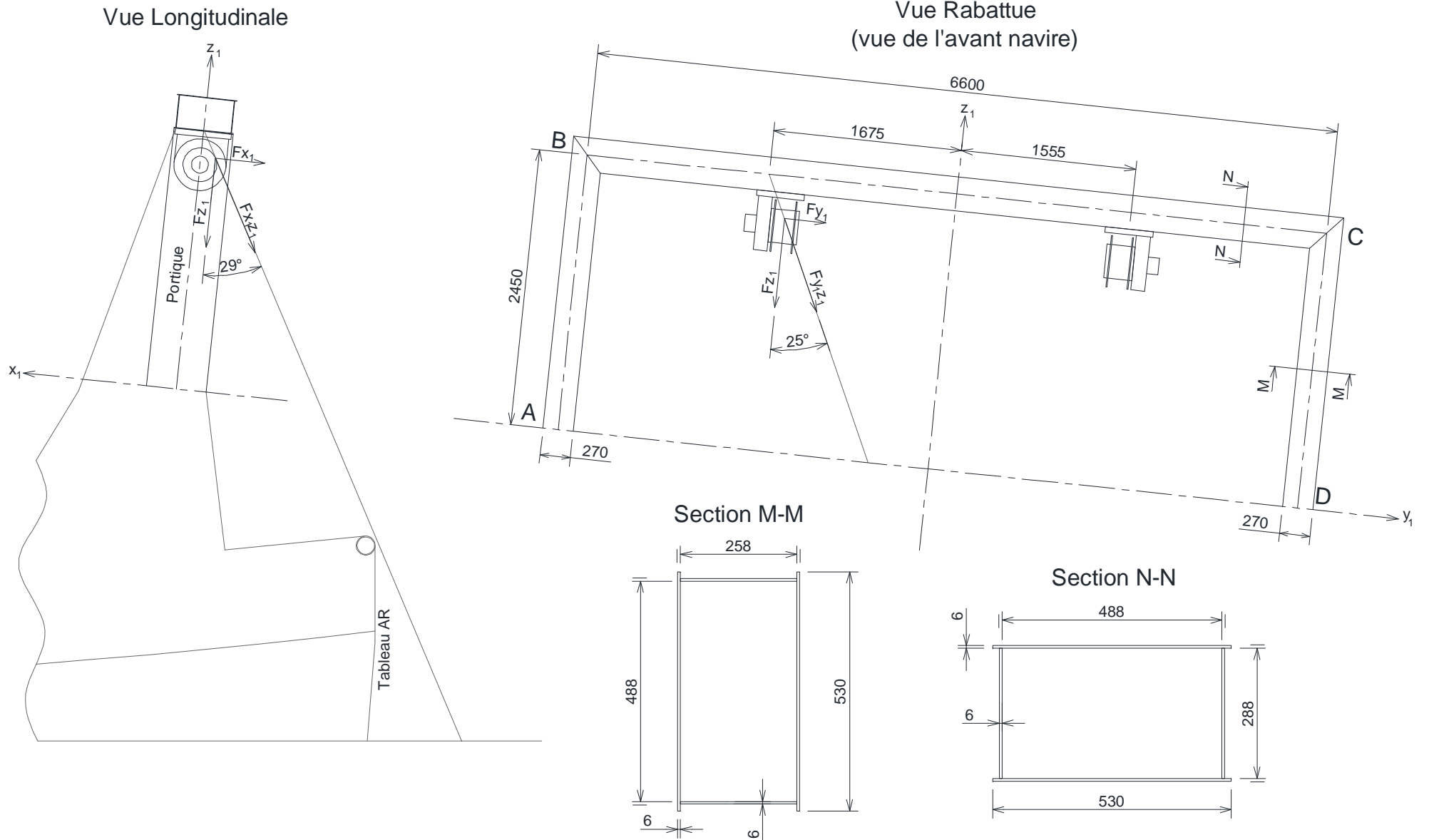
Moments sur la poutre supérieure :

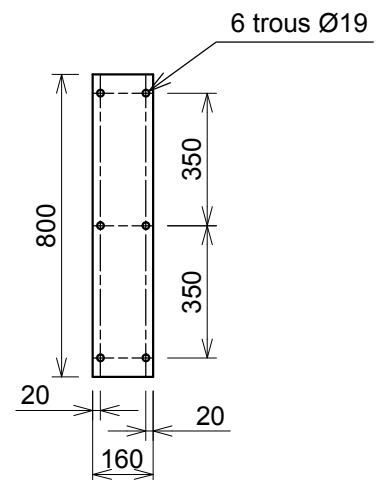
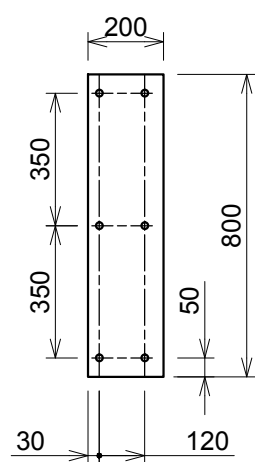
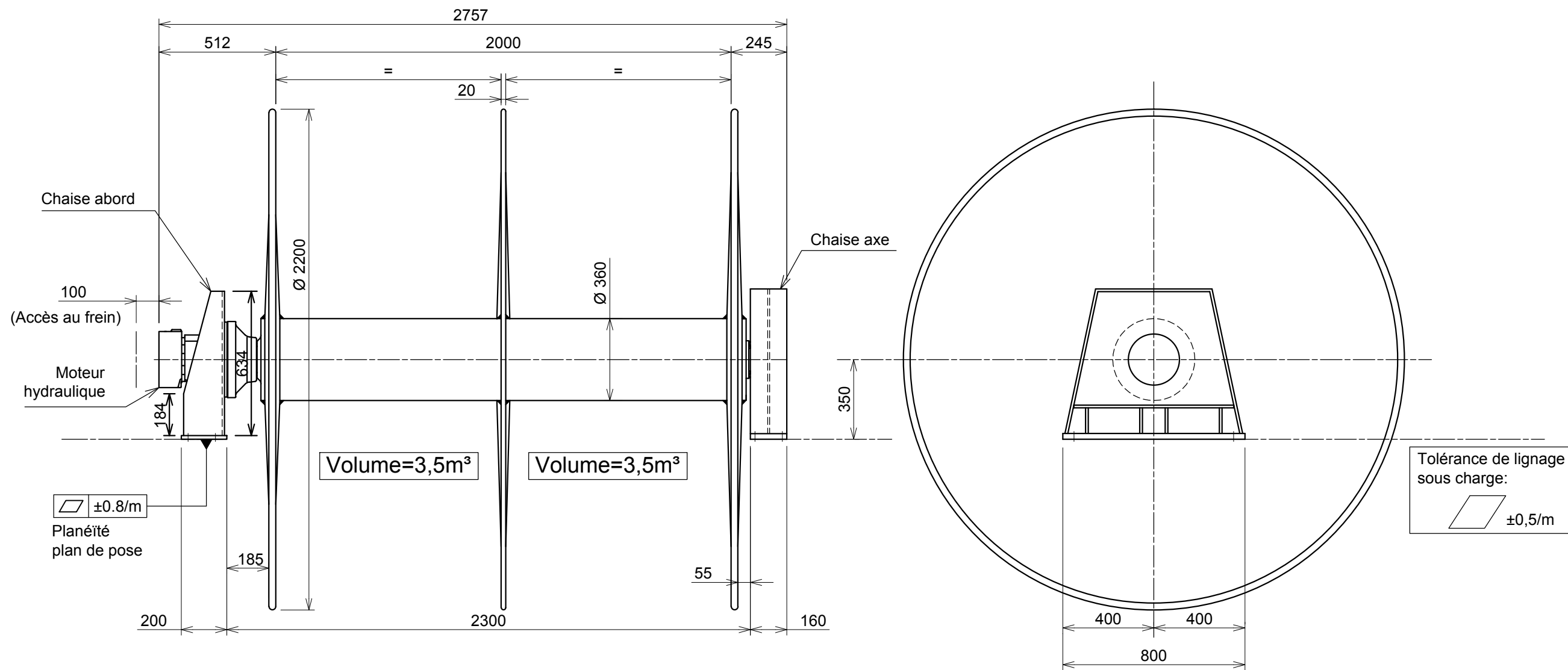
$$M_{B/x} = \frac{F_y \cdot h}{2} \cdot \frac{3k}{6k+1}$$

$$M_{C/x} = -\frac{F_y \cdot h}{2} \cdot \frac{3k}{6k+1}$$


$$M_f(y)/x = -\frac{F_y \cdot h}{l} \cdot \frac{3k}{6k+1} \cdot y$$

Hypothèses de calcul pour l'étude de la partie supérieure du portique

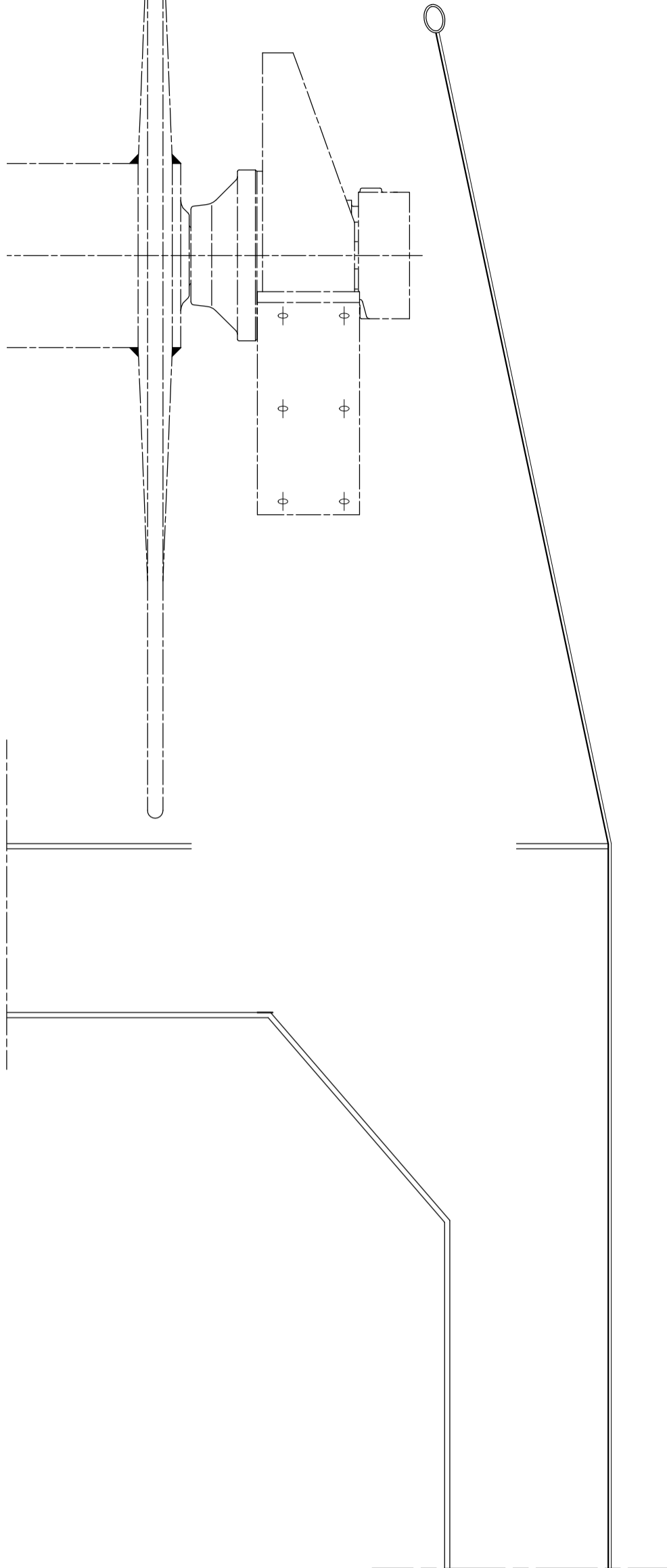




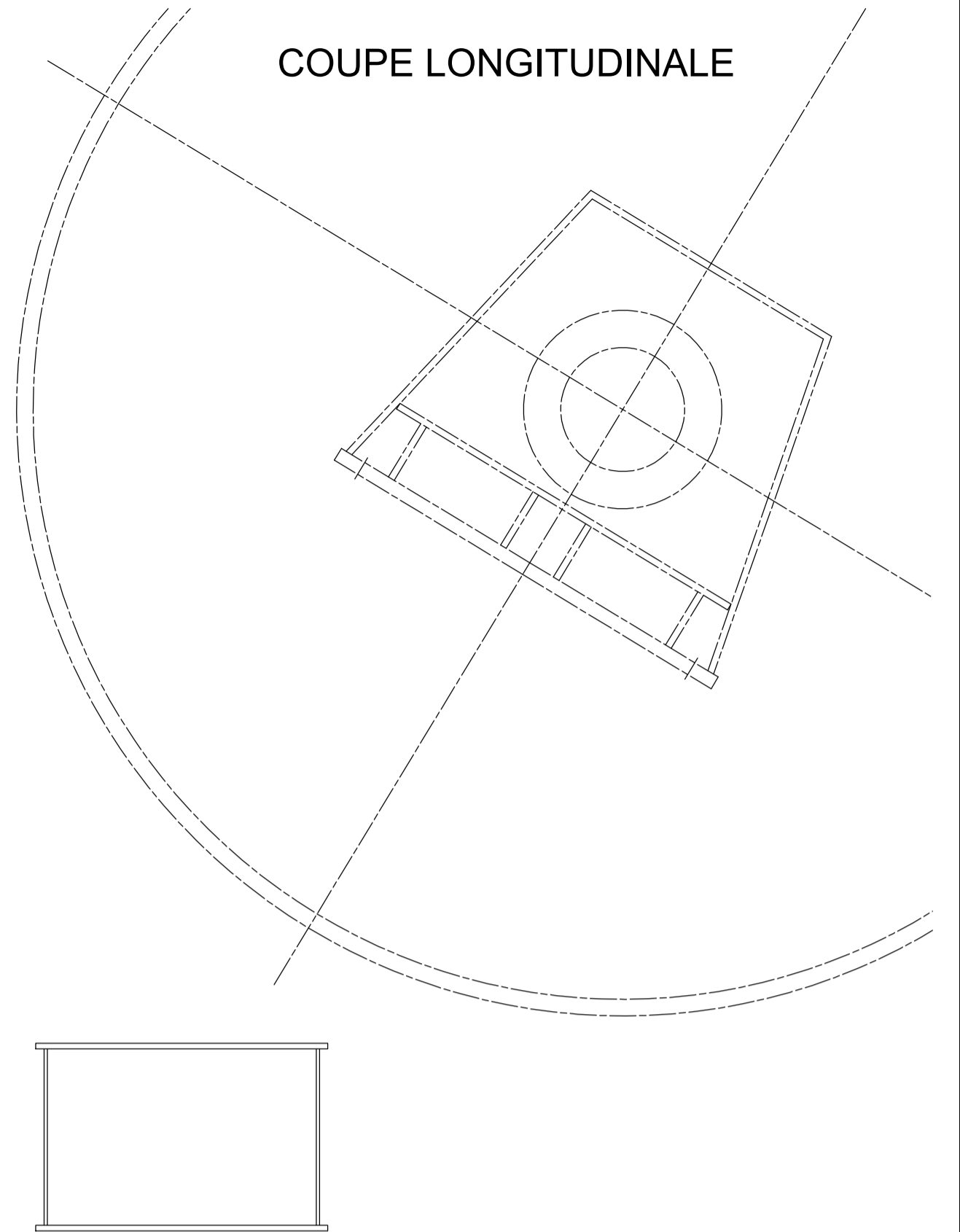
NOTA: Deux Enrouleurs Symétriques

BTS Construction Navale			
Session 2014 Epreuve U42			
PLAN DES ENROULEURS			
Document n° 4			
Date : 01/06/2014	Revision	A	B
Format A3	Ech. - Sc.	1:20	Feuille - Sh. 1 / 1

COUPE TRANSVERSALE
VUE L'AVANT NAVIRE

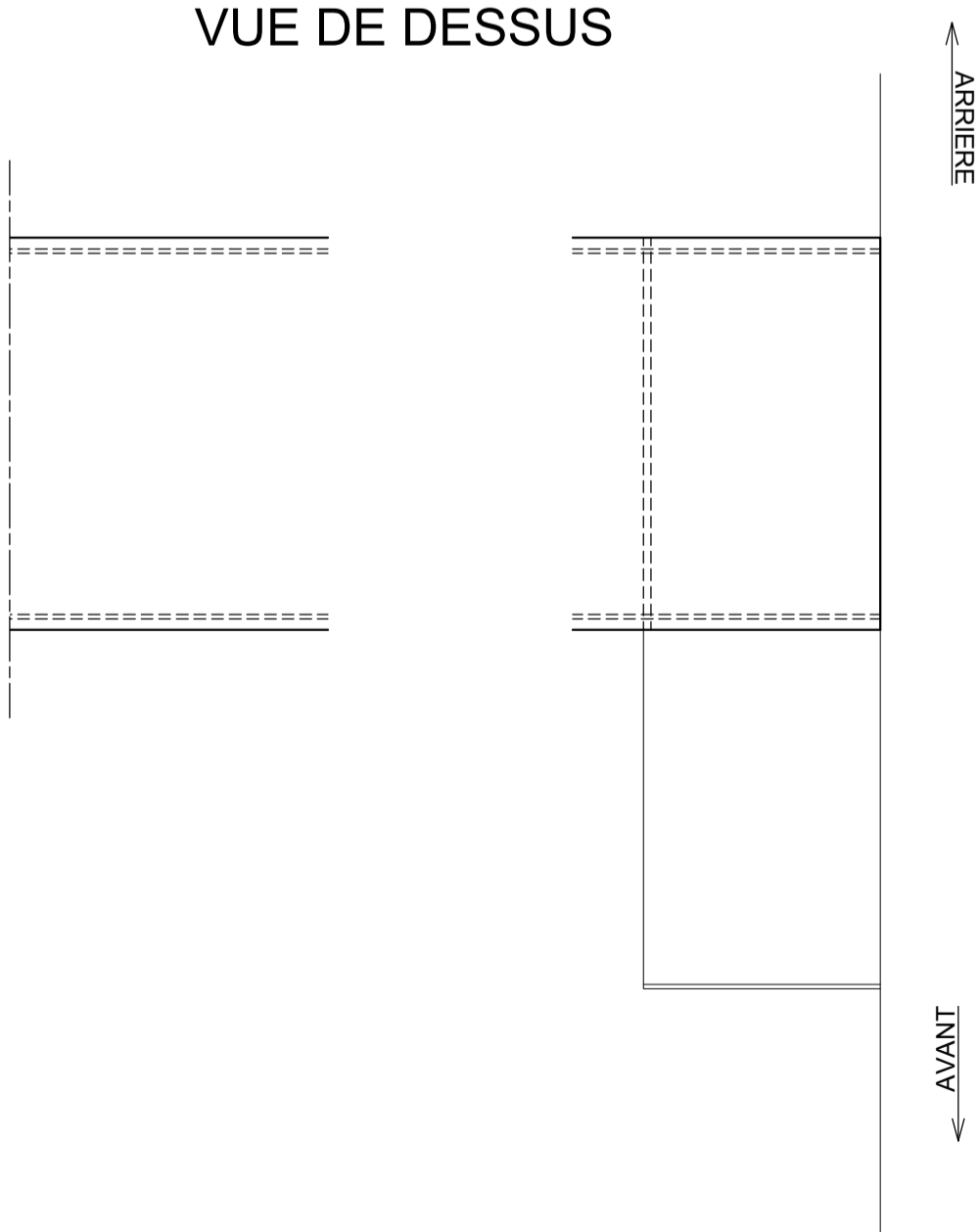


COUPE LONGITUDINALE



COTATIONS DES
DIFFERENTES PIECES DU SUPPORT

VUE DE DESSUS



BTS Construction Navale			
Session 2014			
Epreuve U42			
PLAN DES SUPPORTS DES ENROULEURS			
Document n° 5			
Date : 01/06/2014	Revision		
Format A2	Ech. - Sci. 1:10	Feuille - Sh. 1 / 1	