

**EPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE**  
**SOUS EPREUVE A1 – ETUDE D’UN OUVRAGE**

**U11**

Durée : 4 heures – coefficient : 2

Documents remis au candidat : 15

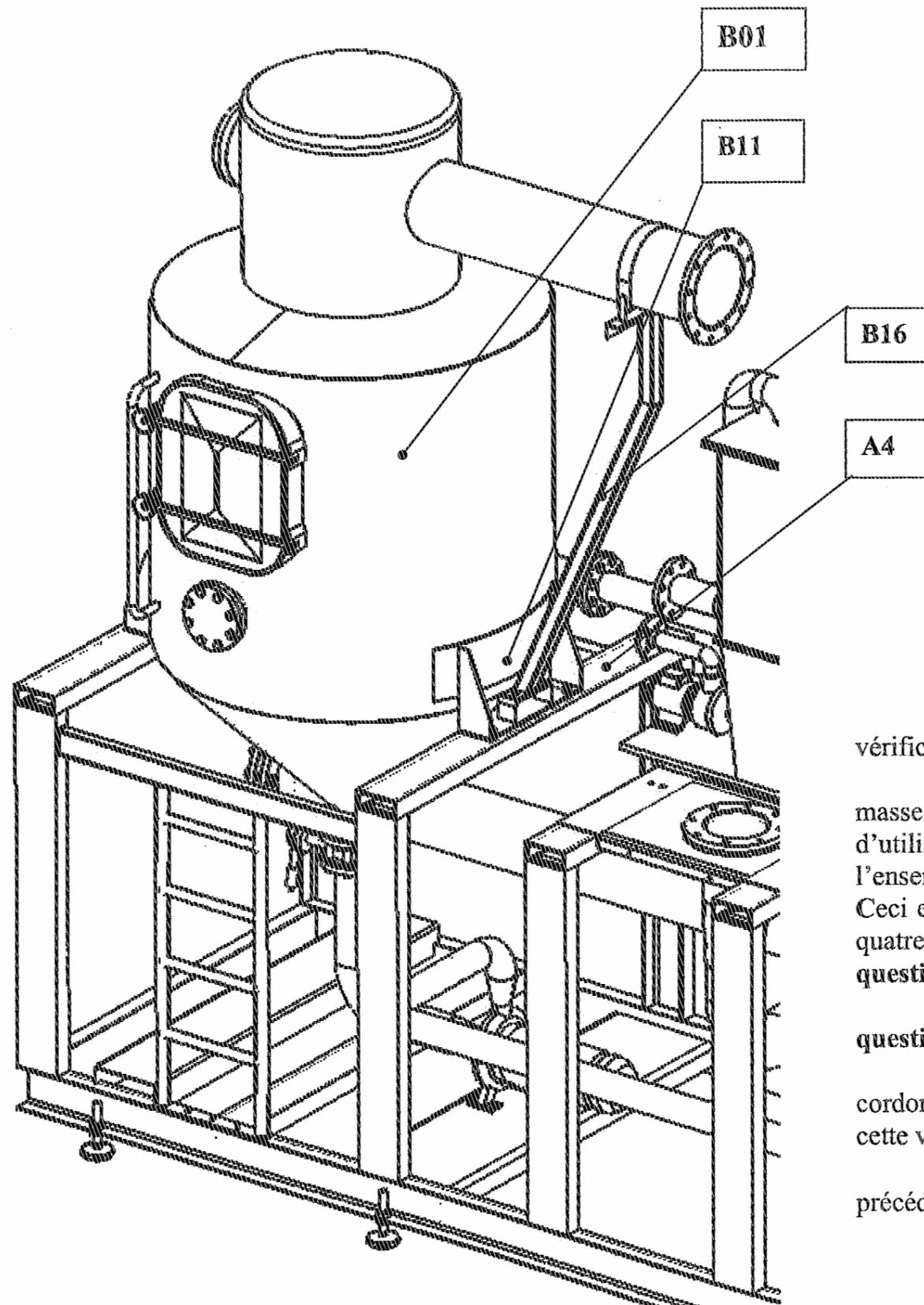
<b>Dossier Technique</b>	<b>FOLIO 1/4 DT à 4/4 DT</b>
- Contrat Ecrit	FOLIO 1/11 DR
- Mise en situation mécanique	FOLIO 2/11 DR
- Calcul d'épaisseur	FOLIO 3/11 DR
- Calcul de poids	FOLIO 4/11 DR
- Etude statique	FOLIO 5/11 DR et 6/11 DR
- Résistance des matériaux	FOLIO 7/11 DR et 8/11 DR
- Mise en situation dessin technique	FOLIO 9/11 DR
- Dessin technique	FOLIO 10/11 DR et 11/11 DR

Les feuilles 3/11 DR, 4/11 DR, 5/11 DR, 6/11 DR, 7/11 DR, 8/11 DR et 11/11 DR devront être encartées dans une copie double anonymée.

**NOTA** : Dès la distribution du sujet, assurez-vous que l'exemplaire qui vous a été remis est conforme à la liste ci-dessus ; s'il est incomplet, demandez un nouvel exemplaire au responsable de la salle.

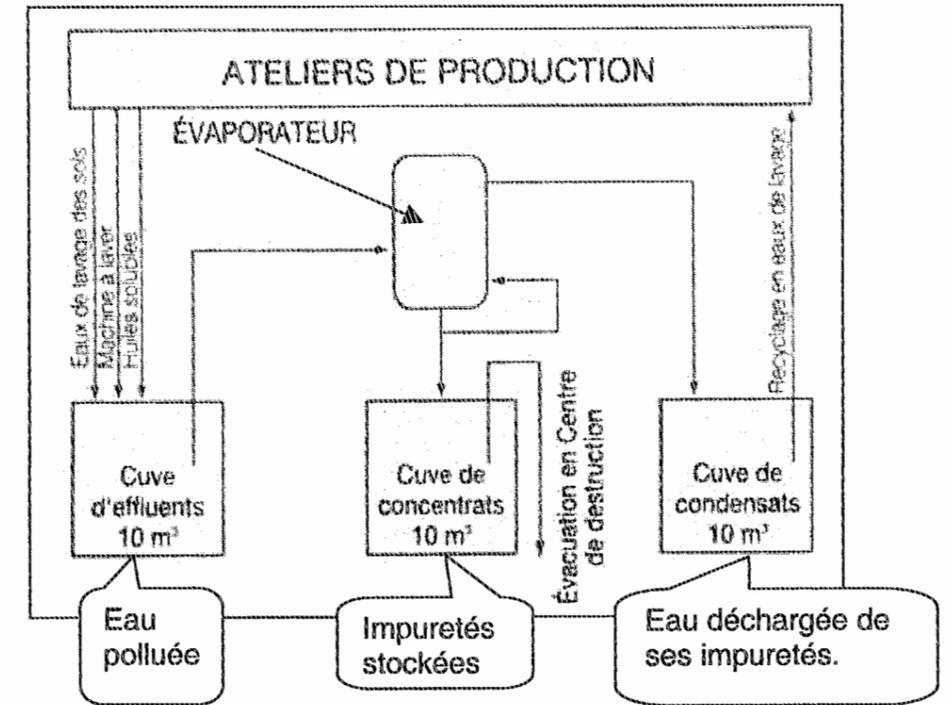
<b>CONTRAT ECRIT U11</b>				
<b>ON DONNE</b>	<b>Sur feuille :</b>	<b>ON DEMANDE :</b>	<b>ON EXIGE :</b>	<b>NOTE :</b>
- le plan de mise en situation FOLIO DR 2/11 - les documents techniques DT 1/4, DT 2/4 et DT 3/4	FOLIO 3/11 DR	<b>CALCUL D'ÉPAISSEUR</b> <b>Question n°1</b> : Choisir la bonne formule et l'encadrer. <b>Question n°2</b> : Calculer l'épaisseur minimale $e$ de la virole.	La formule est correctement choisie et encadrée. La formule utilisée est écrite. La réponse est justifiée par les calculs. L'unité est indiquée.	/ 4 pts
- le plan de mise en situation FOLIO DR 2/11 - les documents techniques DT 1/4, DT 2/4 et DT 3/4	FOLIO 4/11 DR	<b>CALCUL DE POIDS</b> <b>Question n° 3</b> : Calculer la masse de la virole. <b>Question n° 4</b> : Calculer la masse de l'échangeur rempli. <b>Question n° 5</b> : Calculer le poids de l'échangeur rempli.	Les formules utilisées sont écrites. Les réponses sont justifiées par les calculs. Les unités sont indiquées.	/ 8 pts
- le plan de mise en situation FOLIO DR 2/11 - les documents techniques DT 1/4, DT 2/4 et DT 3/4	FOLIO 5/11 DR et FOLIO 6/11 DR	<b>MECANIQUE</b> <b>Question n° 6</b> : Modéliser les actions mécaniques. <b>Question n° 7</b> : Faire le bilan des actions mécaniques. <b>Question n° 8</b> : Déterminer les caractéristiques inconnues des actions mécaniques. Choisir la méthode : graphiquement ou par calcul.	Les actions mécaniques sont modélisées sur le schéma. Les caractéristiques connues sont indiquées dans le tableau. <b>Graphiquement</b> : les résultats seront admis à 5% près. <b>Par calcul</b> : la démarche est exprimée.	/ 10 pts
- le plan de mise en situation FOLIO 2/11 DR - les documents techniques 1/4 DT, 2/4 DT, 3/4 DT et 4/4 DT	FOLIO 7/11 DR	<b>RESISTANCE DES MATERIAUX : FLEXION</b> <b>Question n° 9</b> : Déterminer le moment de flexion maxi. <b>Question n° 10</b> Déterminer le module de flexion de la traverse. <b>Question n° 11</b> Calculer la Résistance pratique à l'extension $R_{pe}$ . <b>Question n° 12</b> : Calculer la contrainte normale maxi $\sigma_{maxi}$ . <b>Question n° 13</b> : Vérifier la condition de résistance.	Le module de flexion est correctement choisi. Le diagramme des moments fléchissant est correct. Le moment de flexion maxi est identifié. Les résultats sont indiqués avec leurs unités. La condition de résistance est justifiée.	/ 10 pts
- le plan de mise en situation FOLIO DR 2/11 - les documents techniques DT 1/4, DT 2/4 et DT 3/4	FOLIO 8/11 DR	<b>RESISTANCE DES MATERIAUX : CISAILLEMENT</b> <b>Question n° 14</b> : Calculer la Résistance pratique au cisaillement $R_{pg}$ . <b>Question n° 15</b> : Ecrire la Contrainte normale maxi $\tau_{maxi}$ . Ecrire l'aire de la section des soudures cisailées. Ecrire la condition de résistance et calculer la longueur $l$ des soudures.	La résistance pratique au cisaillement est correcte. Le résultat est justifié par les calculs. L'équation de la contrainte normale maxi est écrite, ainsi que l'aire des sections cisailées. La condition de résistance est clairement exprimée et la longueur des soudures est correcte.	/ 8 pts
- le plan de mise en situation FOLIO DR 9/11 - les documents techniques DT 1/4, DT 2/4, DT 3/4 et DT 4/4	FOLIO 10/11 DR et FOLIO 11/11 DR	<b>DESSIN TECHNIQUE :</b> <b>Question 16</b> : Définir et représenter le pied à l'échelle 1 : 5 en 3 vues : - Vue de face - Vue de gauche en coupe A-A - Vue de dessus en coupe B-B Indiquer les symboles de soudure.  Définir les positionnement géométrique de perpendicularité entre les renforts et la platine inférieure.	Le soin apporté au travail est satisfaisant. La conception est en adéquation avec le problème posé. Les formes de la pièce sont clairement définies sur les 3 vues. Les soudures sont clairement définies. Le système de réglage est clairement défini et coté. Le positionnement géométrique des renforts par rapport à la platine inférieure est correctement exprimé.	/ 30 pts
			Total	/ 70 pts
			Total	/ 20 pts

Cet évaporateur est situé dans une installation de retraitement des eaux. Cette unité de traitement est installée sur un site industriel où l'on fait du traitement de surface sur des pièces métalliques.



Principe de fonctionnement de ce système :

0606 - REA ST A



**MISE EN SITUATION MECANIQUE**

Cet évaporateur est construit suivant les indications du C O D A P 2000 .Cette condition impose la vérification de l'épaisseur de la virole rep. B01.Ceci est l'objet des questions:1 et 2.

Pendant son fonctionnement l'évaporateur contient une quantité de liquide et des impuretés dont la masse est de l'ordre de 320 kg. La masse de l'ensemble avec les accessoires est de 800 kg. Ces conditions d'utilisation imposent la vérification des supports de fixation rep. B11. On est conduit à calculer le poids de l'ensemble.

Ceci est l'objet des questions: 3, 4 et 5. Les deux traverses qui supportent l'appareil sont reliées au bâti par quatre pieds. Afin de vérifier la traverse à la flexion on calculera la charge à ses extrémités. Ceci est l'objet des questions 6,7 et 8.

L'étude de la traverse à la flexion et la vérification des conditions de résistance sont l'objet des questions : 9, 10, 11, 12 et 13.

Le support rep. B11 qui assure la liaison entre l'appareil est soudé sur la virole. La longueur des cordons de soudure doit permettre une fixation en toute sécurité des éléments. Les questions 14 et 15 assurent cette vérification.

Le dessin du sous ensemble rep. B11 et la patte rep. B16, en tenant compte des données définies précédemment, permettra la réalisation du support à l'atelier. Ceci est l'objet de la question 16.





**MECANIQUE :** l'objectif de la partie mécanique est de déterminer les caractéristiques des actions qui s'exercent sur les traverses **Rep. A4** du Bâti qui supporte l'évaporateur.

- Documents à utiliser :
- le plan de mise en situation FOLIO DR 2/11
  - les documents techniques DT 1/4, DT 2/4 et DT 3/4
  - les documents réponses FOLIO DR 5/11 et FOLIO DR 6/11

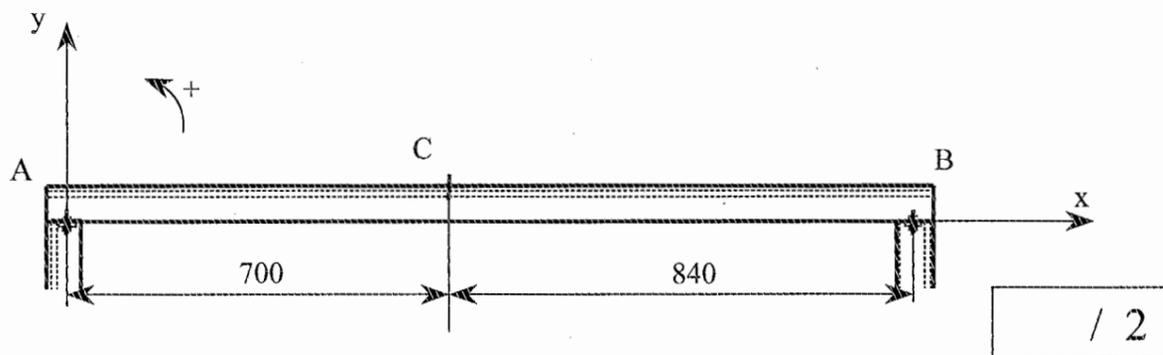
Etude statique de la traverse du bâti : - On isole la traverse **rep. A4**

- Données :
- la liaison en A entre la traverse **rep. A4** et le poteau **rep. A3** sera assimilée à une liaison ponctuelle d'axe  $A\bar{y}$
  - la liaison en B entre la traverse **rep. A4** et le poteau **rep. A3** sera assimilée à une liaison ponctuelle d'axe  $B\bar{y}$
  - le poids de l'ensemble échangeur **rep. B** est de 800 daN

- Hypothèses :
- Le problème sera assimilé à un problème plan pour des raisons de symétrie (**poids de l'échangeur, exercé en C, divisé par 2**).
  - Les liaisons sont supposées parfaites.

**Question 6 :**

Sur la modélisation ci-dessous, **MODELISER** les actions mécaniques qui s'exercent sur la traverse **rep. A4** en A, B et C



**Question 7 :**

**COMPLETER** le tableau ci-dessous, afin de faire le bilan des actions mécaniques qui s'exercent sur la traverse **rep. A4** en A, B et C

Forces	Points d'application	Directions	Sens	Intensités

/ 3

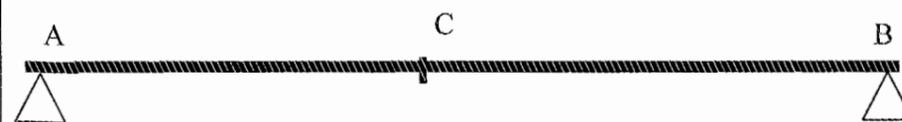
Remarque : Les résultats non identifiés seront remplacés par un point d'interrogation.

**Question 8 :**

**DETERMINER** les intensités des actions mécaniques exercées en A et B graphiquement ou par calculs

8a : Graphiquement

Ech : 1mm  $\rightarrow$  5daN



Point de départ

P +

$$\| \vec{A}_{A3/A4} \| =$$

$$\| \vec{B}_{A3/A4} \| =$$

/ 5

**8-b : Par calculs**

**8b-1 : EXPRIMER** sur l'axe y la condition  $\sum \vec{F}_{ext/A4} = \vec{0}$  (somme des forces extérieures appliquées sur la traverse **rep. A4 = 0**)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**8b-2 : EXPRIMER** la condition  $\sum \vec{M}_B(F_{ext/A4}) = \vec{0}$  (somme des moments par rapport au point B des forces extérieures appliquées sur la traverse **rep. A4 = 0**)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**8b-3 : En DEDUIRE** les modules des actions aux points A et B

.....

.....

.....

.....

.....

.....

$$\|A_{A3/A4}^{\rightarrow}\| =$$

$$\|B_{A3/A4}^{\rightarrow}\| =$$

/ 5

**Total feuille 5/11 et feuille 6/11: / 10**

**FORMULAIRE**

**FLEXION :**

Condition de résistance :  $\sigma_{maxi} \leq Rpe$

$$\text{Contrainte normale maxi : } \sigma_{maxi} = \frac{Mf_{maxi}}{\frac{I_{Gz}}{v}}$$

Avec  $Mf_{maxi}$  = moment de flexion maxi en N.mm

$$\frac{I_{Gz}}{v} = \text{module de flexion en mm}^3$$

$\sigma$  = en Mpa

Résistance pratique à l'extension :  $Rpe = \frac{Re}{n}$  avec  $Re$  = limite minimale élastique  
 $n$  = coefficient de sécurité

**CISAILLEMENT :**

Condition de résistance :  $\tau_{maxi} \leq Rpg$

$$\text{Contrainte tangentielle: } \tau = \frac{T}{S}$$

Avec  $T$  = Effort tranchant en N

$S$  = Aire de la section droite en  $mm^2$

$\tau$  = en Mpa

Résistance pratique au cisaillement :  $Rpg = \frac{Rg}{n}$  avec  $Rg$  = limite au glissement =  $\frac{Re}{2}$   
 $n$  = coefficient de sécurité

$1Mpa = 1N/mm^2$

**RESISTANCE DES MATERIAUX** : l'objectif de cette partie est de vérifier les caractéristiques dimensionnelles des traverses Rep. A4 du bâti.

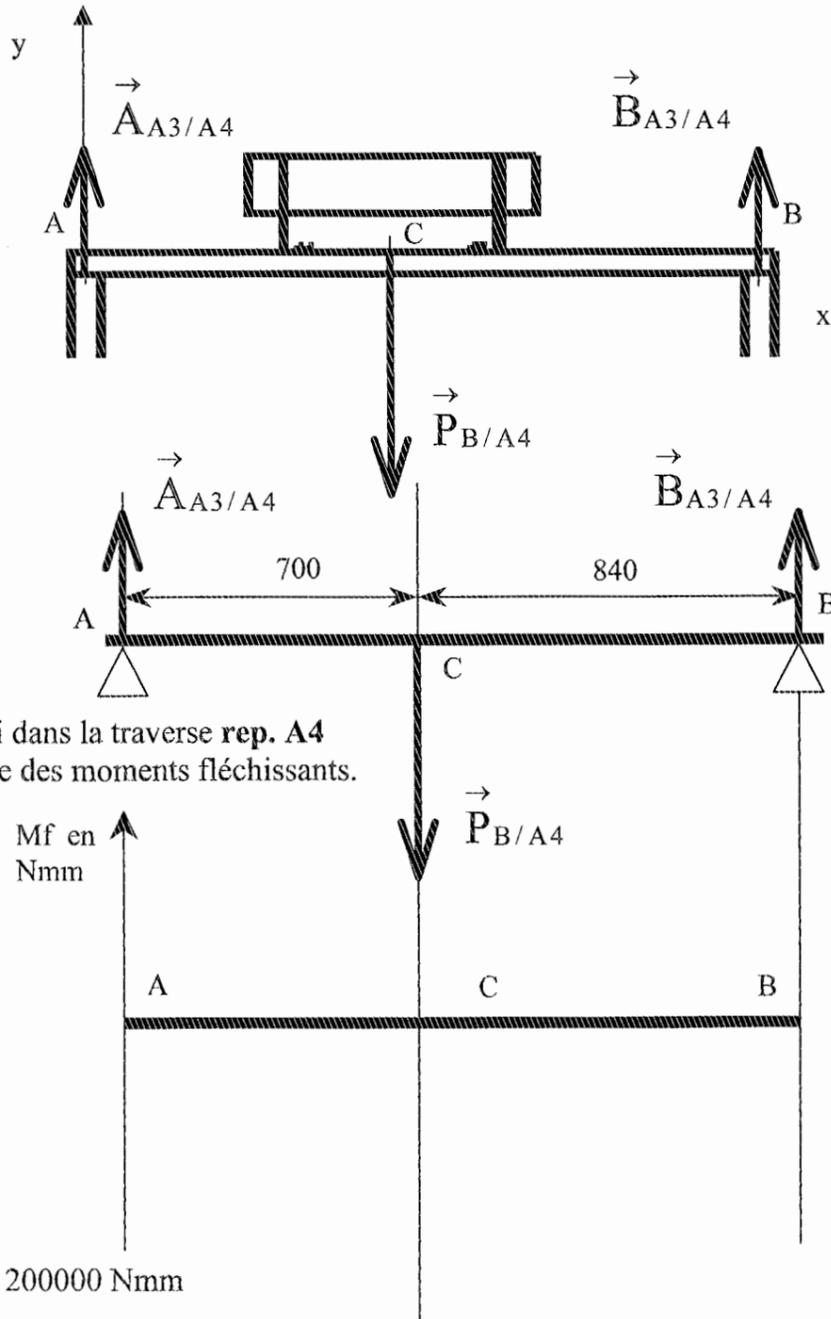
- Documents à utiliser :
- le plan de mise en situation FOLIO 2/11 DR
  - les documents techniques 1/4 DT, 2/4 DT, 3/4 DT et 4/4 DT
  - les documents réponses FOLIO 7/11 DR

**FLEXION**

**Etude des traverses rep. A4** : Pour cette étude nous allons considérer le cas le plus défavorable, c'est-à-dire, une charge concentrée au point C engendrée par le poids de l'évaporateur rep. B en fonctionnement (évaporateur + eau).  
Les traverses rep. A4 sont réalisées en **UPN 160**

- Hypothèses** :
- Le problème sera assimilé à un problème plan pour des raisons de symétrie.
  - Les liaisons sont supposées parfaites.
  - La traverse rep. A4 sera considérée comme liaison ponctuelle avec les poteaux rep. A3 en A et B.

- Données** :
- $\| \vec{P}_{B/A4} \| = 400 \text{ daN}$
  - $\| \vec{A}_{A3/A4} \| = 220 \text{ daN}$
  - $\| \vec{B}_{A3/A4} \| = 180 \text{ daN}$



**Question 9 :**

Déterminer le moment de flexion maxi dans la traverse rep. A4  
9a : **TRACER** ci-contre le diagramme des moments fléchissants.  
Calculs :

9b : En **DEDUIRE** le moment fléchissant maxi.

$M_{f_{maxi}} =$

/ 1

**Question 10 :**

En vous aidant du tableau décrivant les caractéristiques des poutres UPN,  
**DETERMINER** le module de flexion  $\frac{I_{Gy}}{v}$  de la traverse rep. A4

$\frac{I_{Gy}}{v} =$

/ 1

**Question 11 :**

Le matériau utilisé pour la réalisation de la traverse rep. A4 est du **X2 Cr Ni Mo 17-12-2** (limite minimale élastique  $R_e = 340 \text{ Mpa}$ ). On prendra un coefficient de sécurité  $n = 4$ .

**CALCULER** Résistance pratique à l'extension  $R_{pe}$

$R_{pe} =$

/ 1

**Question 12 :**

**CALCULER** la contrainte normale maxi  $\sigma_{maxi}$  (préciser les calculs)

$\sigma_{maxi} =$

/ 2

**Question 13 :**

**VERIFIER** la condition de résistance de la traverse rep. A4. **JUSTIFIER** votre réponse.

/ 2

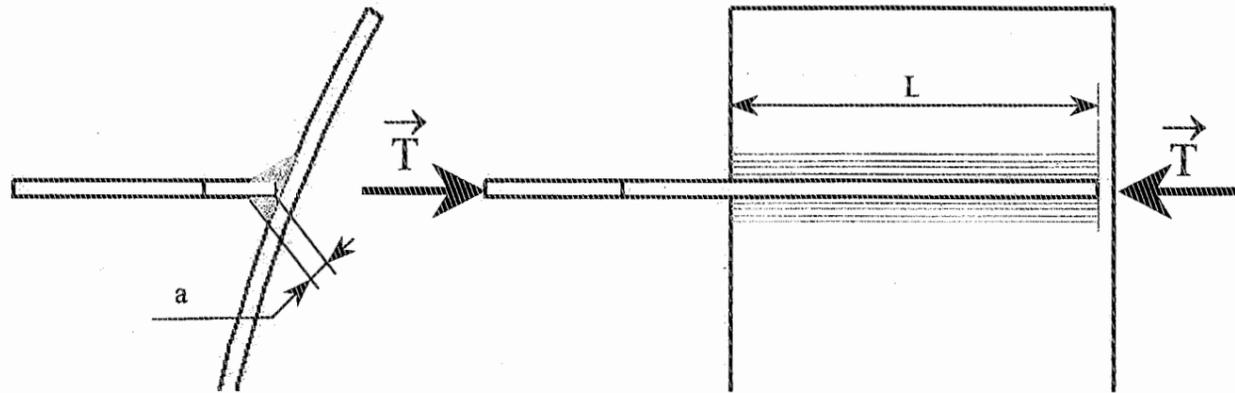
**RESISTANCE DES MATERIAUX (suite) :** l'objectif de cette partie est de déterminer la longueur des soudures permettant de fixer les pieds Rep. B11 sur la virole de l'évaporateur.

- Documents à utiliser :
- le plan de mise en situation FOLIO DR 2/11
  - les documents techniques DT 1/4, DT 2/4 et DT 3/4
  - les documents réponses FOLIO DR 8/11

**CISAILLEMENT**

Etude des soudures de fixation les pieds Rep. B11 :

Nous allons considérer que les pieds sont soumis à un effort  $\vec{T}$  tel que  $\|\vec{T}\| = 800 \text{ daN}$



**Question 14 :**

Le métal d'apport utilisé pour la soudure a une résistance limite élastique  $R_e = 320 \text{ MPa}$ .  
On adopte un coefficient de sécurité  $n = 4$ .

14a : CALCULER la limite au glissement  $R_g$

.....  
.....

$R_g =$   / 1

14b : CALCULER la Résistance pratique au cisaillement  $R_{pg}$

.....  
.....

$R_{pg} =$   / 2

**Question 15 :**

Vérification de la condition de résistance dans le but de déterminer la longueur des soudures.

15a : ECRIRE l'équation de la Contrainte tangentielle  $\tau$  sachant qu'il y a 4 soudures d'épaisseur  $a = 8 \text{ mm}$  et de longueur  $L$  :

$\tau =$   / 1

15b : ECRIRE l'aire de la section des soudures cisillées en fonction de  $a$  et  $L$

$S =$   / 1

15c : REMPLACER  $S$  dans l'équation de la Contrainte normale maxi  $\tau$

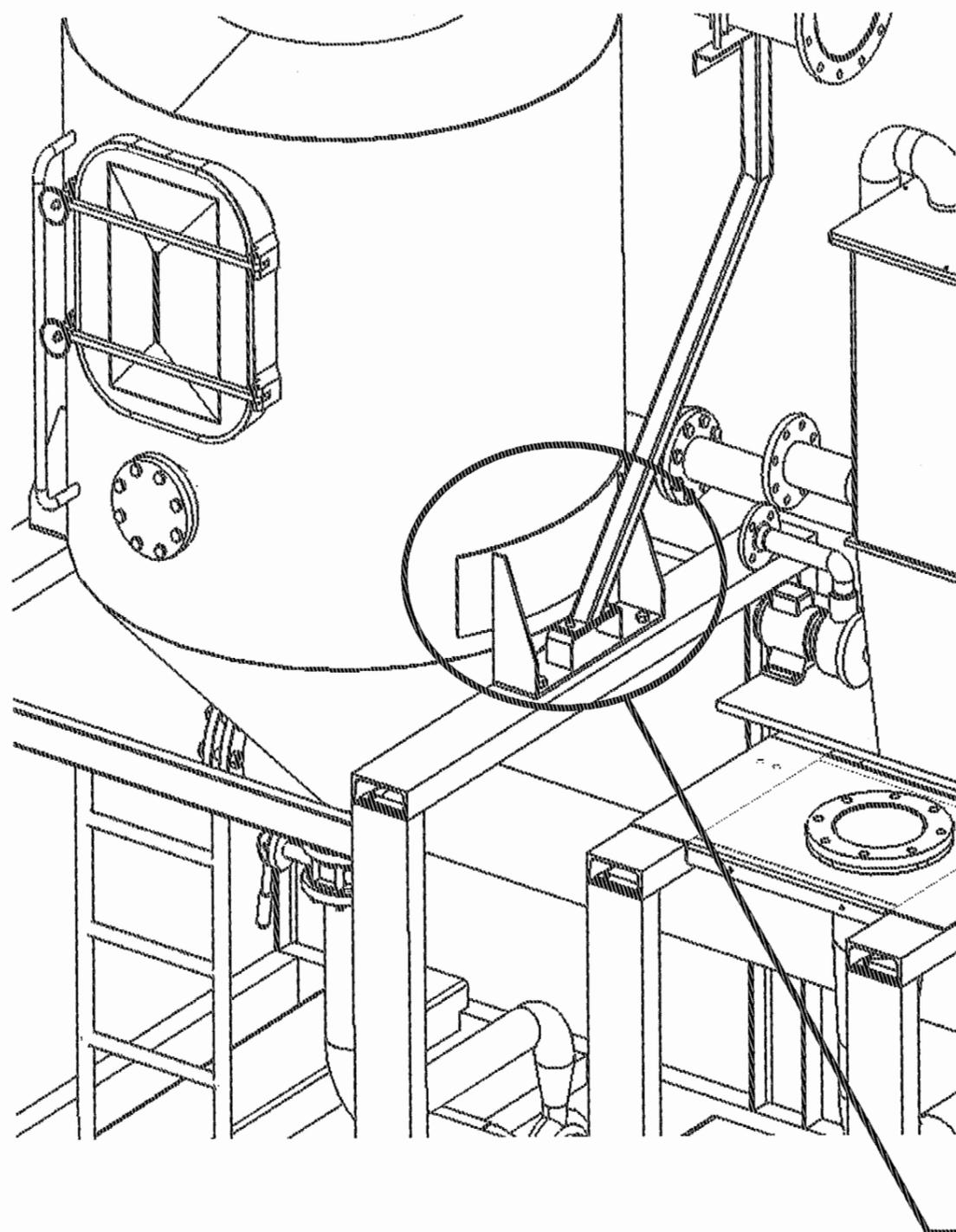
$\tau =$   / 1

15d : ECRIRE la condition de résistance des soudures et CALCULER la longueur  $L$  des soudures.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

$L =$   / 2

**Total feuille 8/11 : / 8**



## MISE EN SITUATION DESSIN TECHNIQUE

La fixation de l'évaporateur sur le bâti est réalisée par 2 pattes soudées à la virole.

L'étude consistera à concevoir les pattes de fixation. Elles sont réalisées à l'aide d'une tôle et de 2 renforts soudés sur une tôle cintrée, elle-même soudée à la virole de l'évaporateur. Elles comportent également un support en U permettant la fixation du support en té rep. B16. Le dessin du sous ensemble rep. B11 et la patte rep. B16 tiendra compte des données définies précédemment.

Pieds Rep. B11

**DESSIN TECHNIQUE** : l'étude portera sur les pieds de fixation Rep. B11 de l'évaporateur.

Documents à utiliser :

- le plan de mise en situation FOLIO DR 9/11
- les documents techniques DT 1/4, DT 2/4, DT 3/4 et DT 4/4
- les documents réponses FOLIO DR 11/11

Données : Les pieds de fixation Rep. B11 sont constitués :

- D'une platine inférieure en tôle d'épaisseur **8 mm** de longueur **600 mm** soudée aux renforts et percée pour permettre la fixation sur les traverses rep. A4 (un réglage de la position de l'échangeur devra être possible).
- De 2 renforts d'épaisseur **8 mm**, soudés à une platine cintrée et à la platine inférieure, de forme à définir.  
Espace entre les 2 renforts : **500 mm**.  
Longueur de soudure des renforts : **170 mm** minimum.
- D'une platine cintrée d'épaisseur **8 mm** soudée à la virole de l'évaporateur représentée sur le sujet.
- De 4 vis de fixation à définir.  
Rappel : Il faut également prévoir une forme dans la platine inférieure pour le réglage de la position de l'échangeur.
- D'un support en U d'épaisseur **8 mm** pour fixer le support en té rep. B16.  
Nota : Les cotes manquantes seront relevées sur le document 3/4DT et remises à l'échelle : **1/5**

**16b** : INDIQUER les symboles de soudures (procédé : soudage électrique à l'arc Gaz inerte, électrode fusible ; gorge a=8mm).

**16c** : DEFINIR les positionnement géométrique de perpendicularité entre les renfort et la platine inférieure (IT = 1).

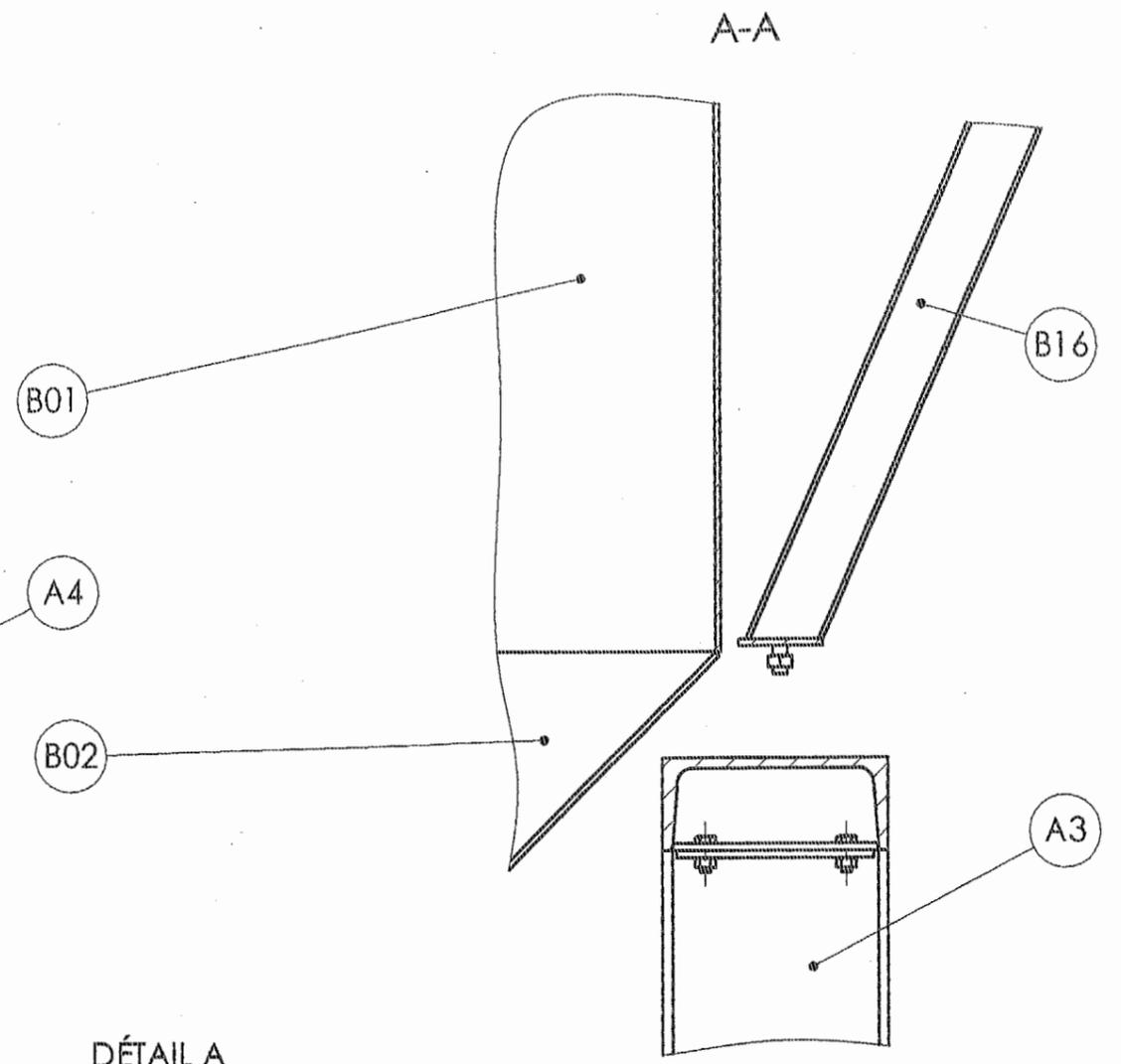
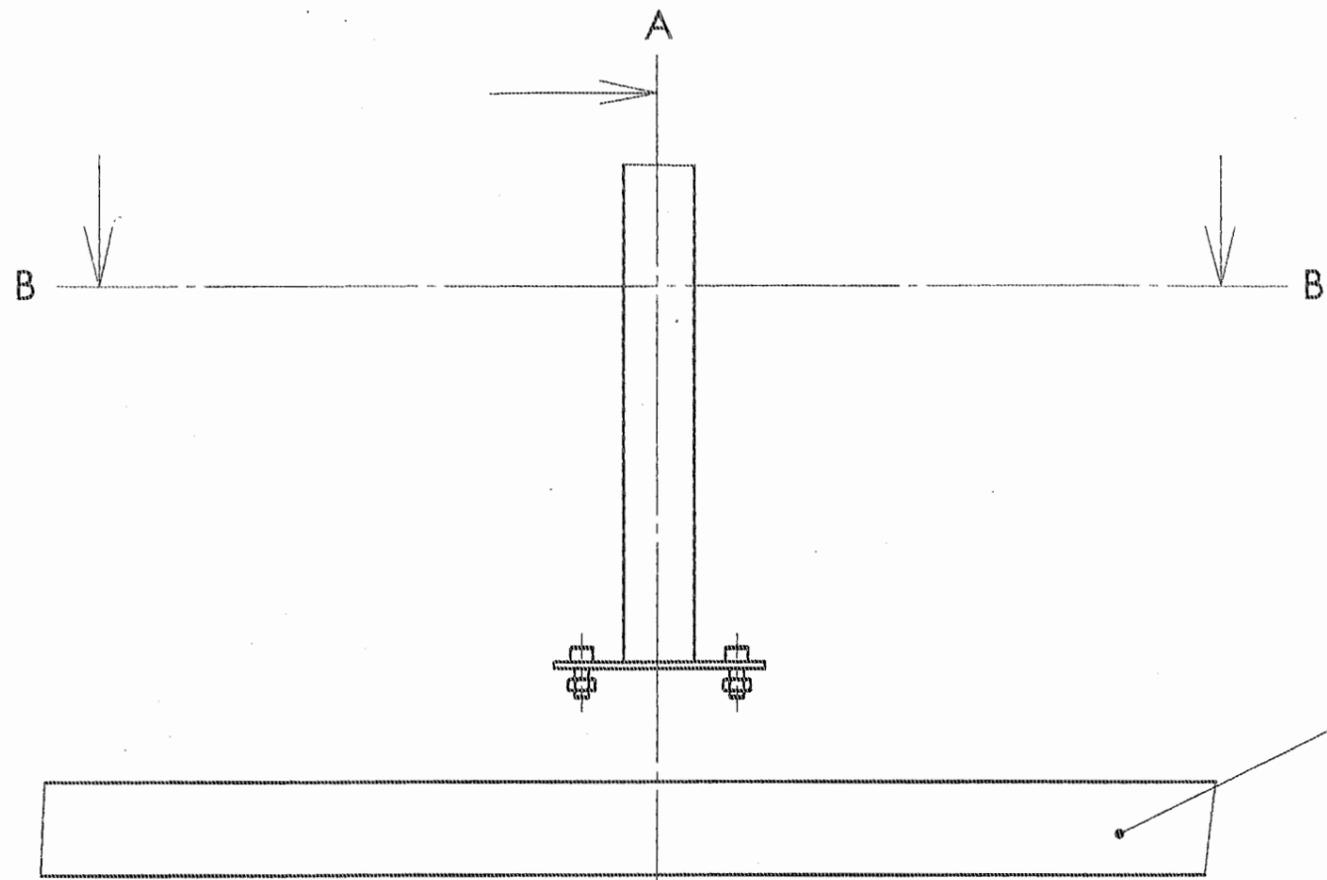
**Question 16** :

**16a** : DEFINIR et REPRESENTER le pied à l'échelle 1 : 5 en :

- Vue de face ;
- Vue de dessus en coupe B-B sans le support rep. B16 ;
- Vue de gauche en coupe A-A.

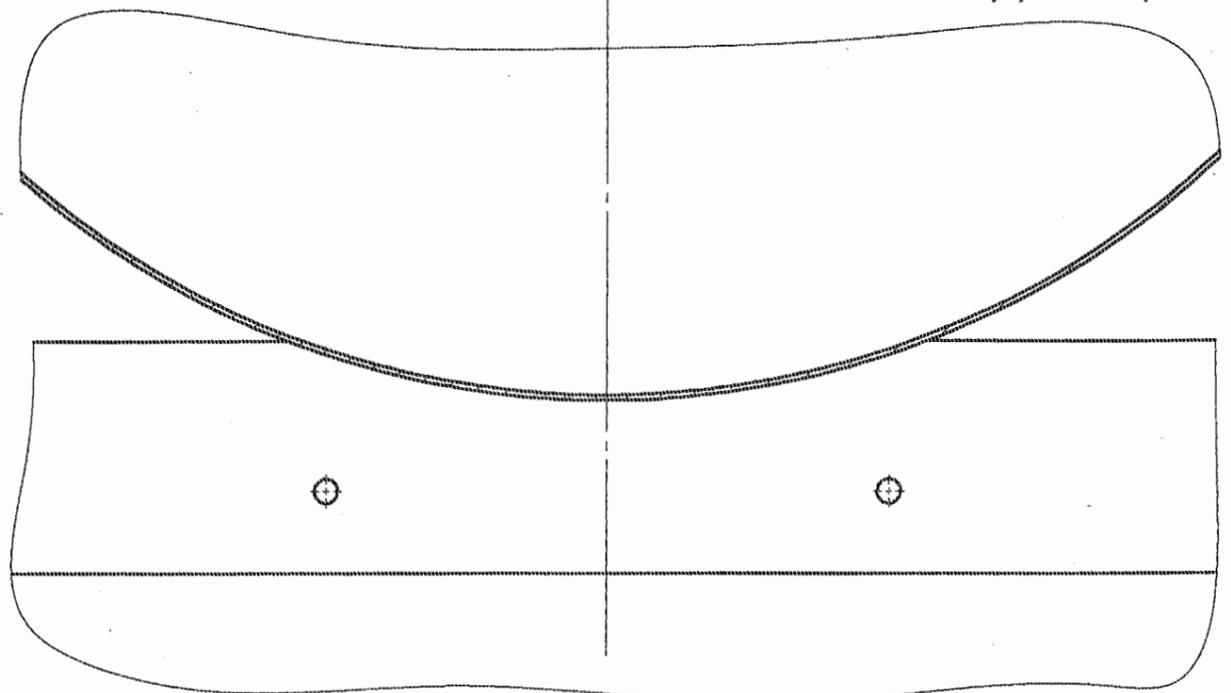
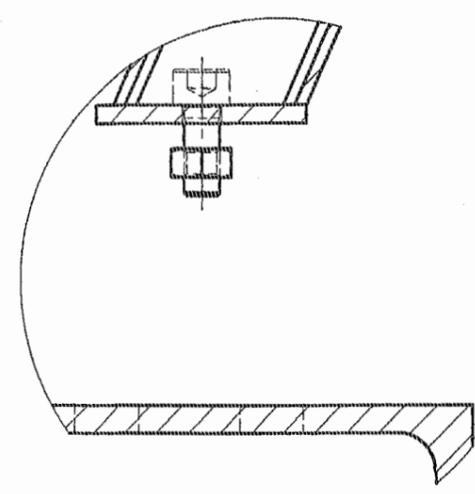
**16b** : INDIQUER les symboles de soudures (procédé : soudage électrique à l'arc Gaz inerte, électrode fusible ; gorge a=8mm).

**16c** : DEFINIR les positionnement géométrique de perpendicularité entre les renfort et la platine inférieure (IT = 1).



B-B sans le support rep. B16

DÉTAIL A  
ECHELLE 1 : 2



Barème de notation

Qualité du dessin	/2
La conception est rationnelle	/5
Vue de face	/5
VUE de gauche en coupe AA	/5
VUE de dessus en coupe B-B	/5
Symbolisation des soudures	/4
Cotation du système De réglage.	/2
Tolérances géométriques	/2
Total	/30

Nota : Les vis de fixation seront représentées par des traits d'axe sur les 3 vues et représentées entièrement sur la vue de détail A