

AMESYS

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR.

MISE EN FORME DES ALLIAGES MOULÉS.

Épreuve E.5

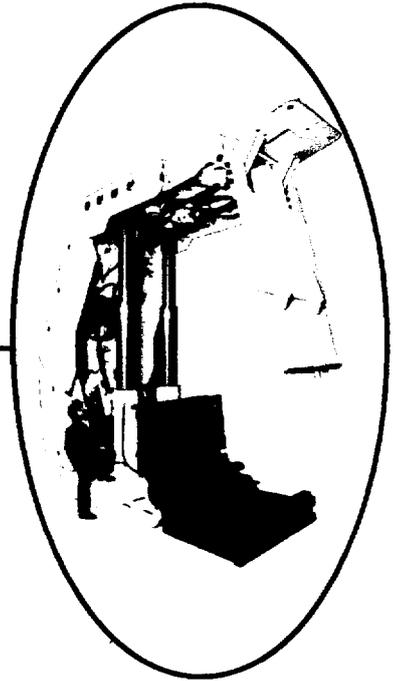
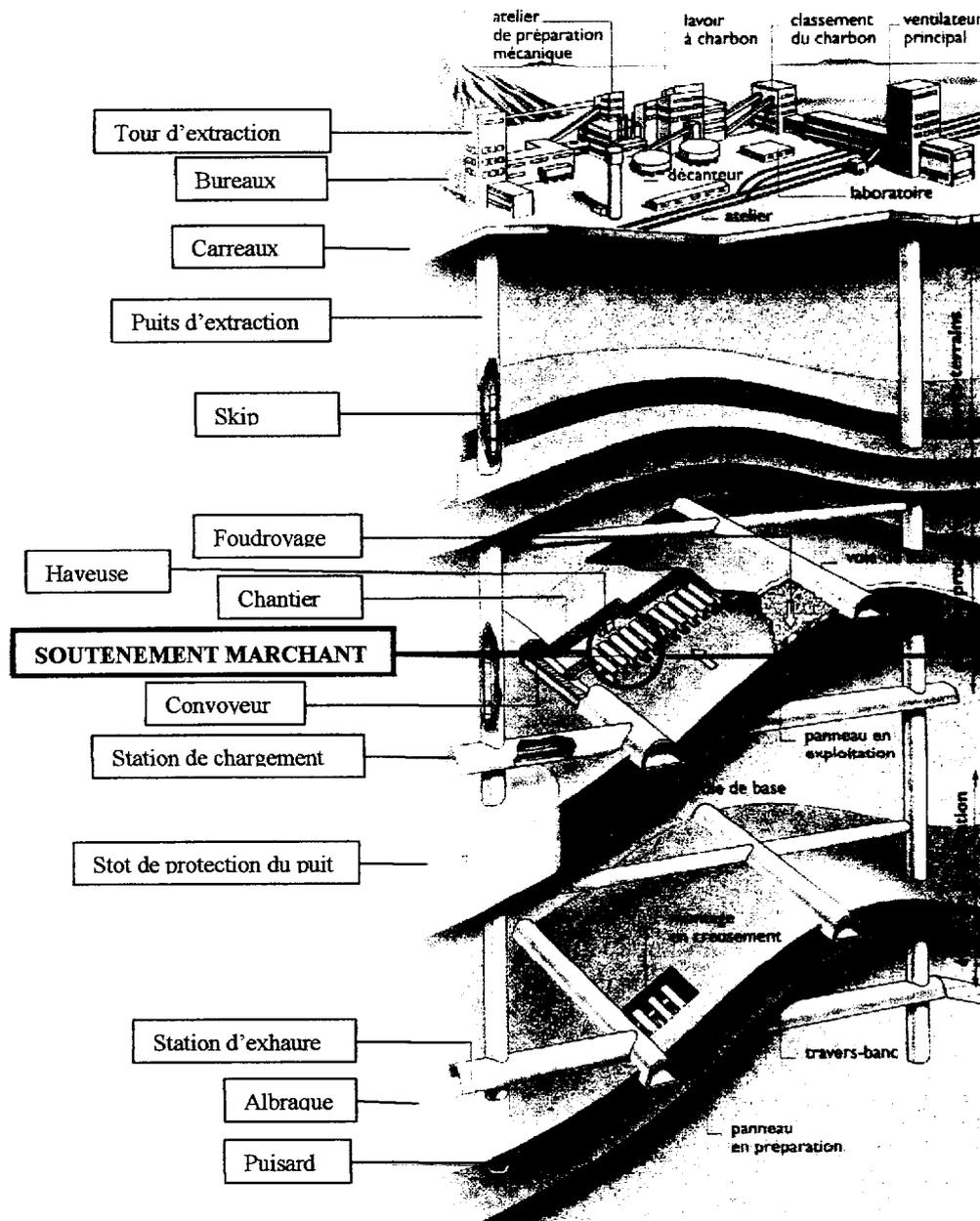
*Sous épreuve U.51.*

**Étude des systèmes**

**PRESENTATION**

**PILE DE SOUTÈNEMENT MARCHANT :**

La pièce étudiée appartient à une pile de soutènement marchant. Ce système est utilisé dans les mines pour soutenir la voûte du front de taille (zone où s'effectue l'extraction du minerais) et éviter ainsi son effondrement (ou foudroyage) lors du havage (Cf. Illustration ci-dessous). Les piles se déplacent avec le front de taille.



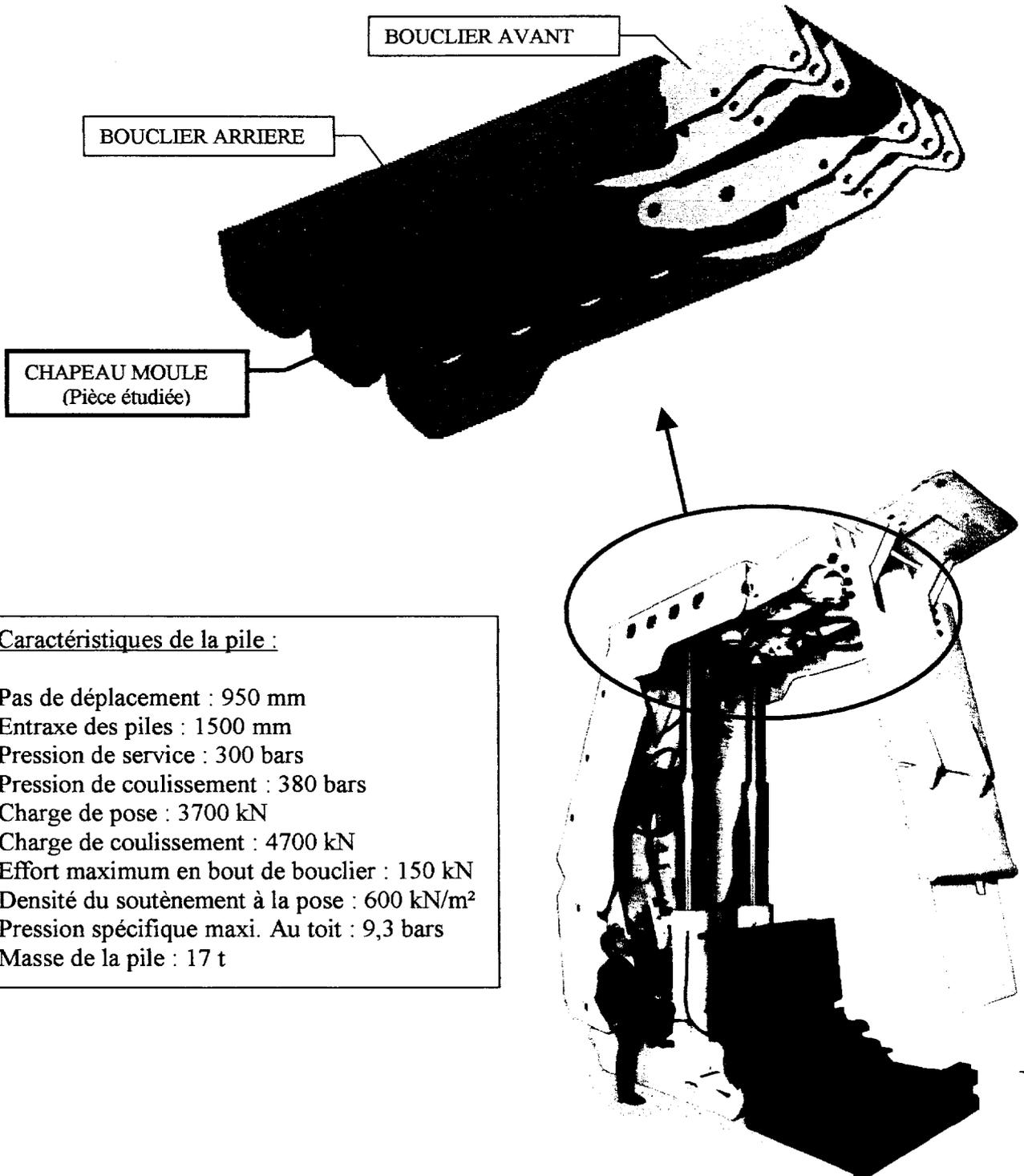
## VUE D'ENSEMBLE DU SYSTEME ET PIECE ETUDIEE

La pile comprend un socle, et un ensemble composé de 2 pièces principales, mécano soudées, au contact de la voûte :

- Le bouclier avant
- Le bouclier arrière

Les 2 boucliers sont maintenus au contact de la voûte par 2 vérins hydrauliques.

Une pièce moulée – **le chapeau** – permet d'assurer la liaison entre ces différents éléments (Vérins, boucliers avant et arrière).



### Caractéristiques de la pile :

Pas de déplacement : 950 mm  
 Entraxe des piles : 1500 mm  
 Pression de service : 300 bars  
 Pression de coulissement : 380 bars  
 Charge de pose : 3700 kN  
 Charge de coulissement : 4700 kN  
 Effort maximum en bout de bouclier : 150 kN  
 Densité du soutènement à la pose : 600 kN/m<sup>2</sup>  
 Pression spécifique maxi. Au toit : 9,3 bars  
 Masse de la pile : 17 t

## CONSTRUCTION

Données :

On donne le dessin de définition du chapeau en  $\frac{1}{2}$  vue de dessous, et en coupe A-A.

Objectif :	- Améliorer la définition de la forme par le tracé de vues complémentaires,
Connaissances associées :	- Nature des volumes & surfaces constituant la pièce, - Représentation plane des surfaces (étendue, trace, profil, contour),

**SUR DOC REPONSE DR1 :**

- 1** Compléter le dessin de définition de la pièce en établissant la  $\frac{1}{2}$  vue suivante :

Coupe B-B sans arêtes cachées

**SUR DOC REPONSE DR2 :**

- 2** Compléter le dessin de définition de la pièce en établissant la  $\frac{1}{2}$  vue suivante :

Section J-J entière

Objectifs :	- Déterminer les cotes tolérancées de la pièce brut, - Déterminer les intervalles de tolérances sur l'empreinte,
Connaissances associées :	- Tolérances de fonderie, - Relation entre dispersions et structure du moule,

**SUR DOC REPONSE DR3 :**

- 3.1** Précisez l'intervalle de tolérance «  $IT_F$  » pour les cotes R et L du dessin de définition. Quelle information, figurant sur le dessin de définition du chapeau, permet d'affirmer que la pièce est moulée en sable ?  
A quelle catégorie de matériau (Cf. Annexe 1) appartient le matériau du chapeau ? Préciser alors quelles classes de tolérance peuvent convenir à la cotation de la pièce (Cf. extrait de la norme NF A00 510 - Cotation des brut de fonderie - Annexe 1).  
Quelle est celle qui a été retenue pour la cotation du dessin ? Expliquer.
- 3.2** Le schéma sur le document réponse DR3 montre comment est réalisée la partie de l'empreinte qui permet d'obtenir ces 2 cotes (Châssis dessus, dessous et noyau).  
Pour ces 2 cotes R et L, calculer la dispersion «  $\Delta L$  » en vous appuyant sur les documents joints (Cf. Annexe 2) et en faisant apparaître les détails de calculs.
- 3.3** En déduire l'intervalle de tolérance sur les cotes correspondantes de l'empreinte.
- 3.4** Peut-on obtenir la précision voulue sur ces 2 cotes avec cette structure (ou ce découpage) du moule ? Justifier votre réponse.  
Proposer 2 solutions **qualitatives** pour permettre l'obtention des 2 cotes dans des conditions d'obtention acceptables.

**MECANIQUE**

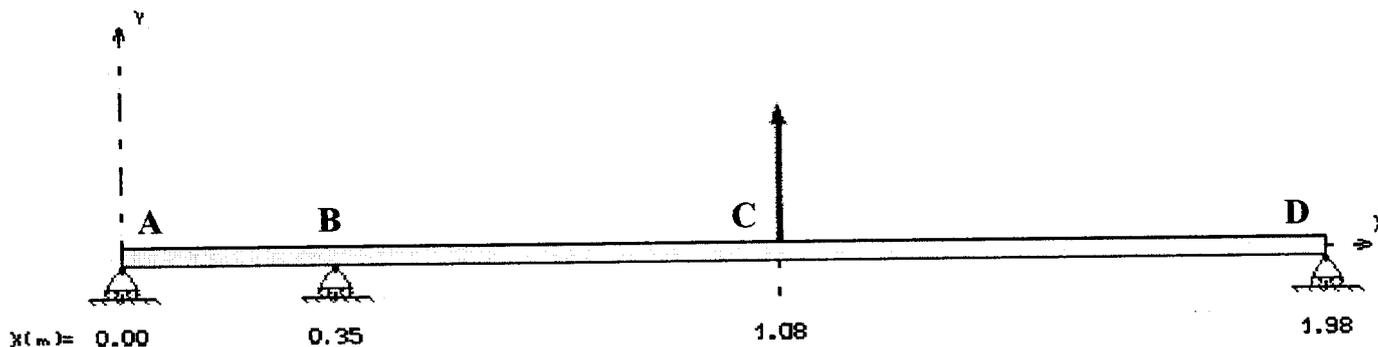
Pour cette étude on modélise la pièce comme suit :

Hypothèses :

Du fait de la symétrie matérielle et des actions mécaniques, on considère que le problème est plan dans le plan  $(O, \vec{x}, \vec{y})$ .

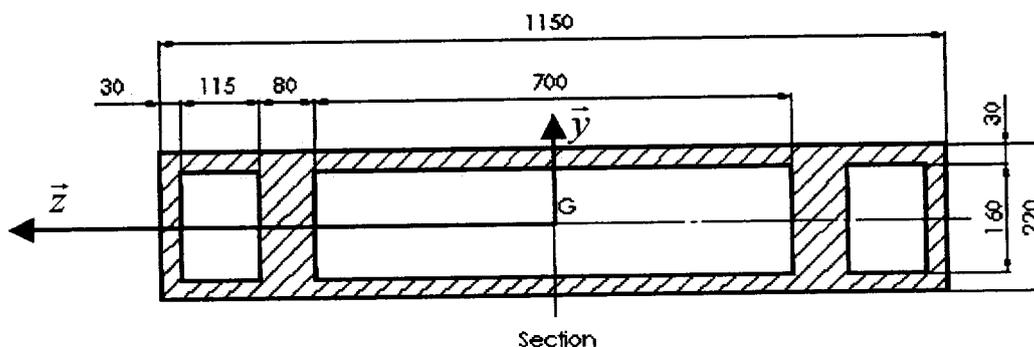
Les axes des vérins sont verticaux.

La pièce est considérée comme une poutre et le modèle retenu est le suivant :



Point	Abscisse du point (en mm)	Type de liaison	Action mécanique (en N)
A	0	Appui simple	Action du bouclier avant : $\vec{A}_{b1/c} = 2711625.\vec{y}$
B	350	Appui simple	Action du bouclier avant : $\vec{B}_{b1/c} = -5333513.\vec{y}$
C	1080	Rotule	Action des vérins : $\vec{C}_{v/c} = 3700000.\vec{y}$
D	1980	Appui simple	Action du bouclier arrière : $\vec{D}_{b2/c} = -1078112.\vec{y}$

Les dimensions retenues pour la section de la poutre sont les suivantes :

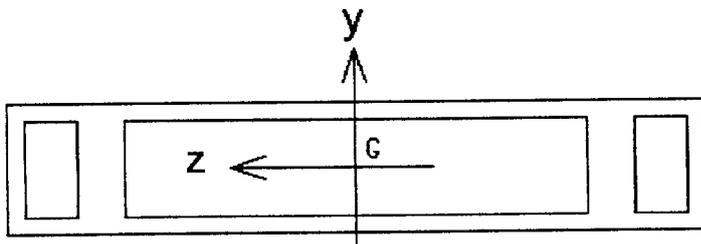


Objectifs :	- Ecrire le torseur de cohésion dans une section, - Identifier la nature des sollicitations, - Identifier la section à risque,
Connaissances associées :	- Éléments de réduction du torseur de cohésion, - Sollicitations,

**SUR DOC REPONSE DR4 :**

- 4.1 Déterminer le torseur de cohésion dans le tronçon AB.
- 4.2 Identifier les sollicitations dans le tronçon BC dont on donne le torseur de cohésion.
- 4.3 Sur le diagramme des moments fléchissant du document DR4, précisez la position de la section dangereuse, et la valeur du moment fléchissant correspondant.

Objectifs :	- Vérifier les caractéristiques dimensionnelles d'une section, - Conclure quant à la tenue de la pièce,
Connaissances associées :	- Moments quadratiques, - Conditions de résistance,

**CARACTERISTIQUES DE LA SURFACE**

PERIMETRE = 5560.00 MM

AIRE = 104200.00 MM<sup>2</sup>

CENTRE DE GRAVITE :

 $x = 575.00$  ,  $y = 110.00$  MM

MOMENTS QUADRATIQUES CENTRAUX :

 $I_{G_{zz}} = 702993333.33$  MM<sup>4</sup> $I_{G_{yy}} = 15145148333.33$  MM<sup>4</sup> $I_{G_{zy}} = 0.00$  MM<sup>4</sup>**SUR DOC REPONSE DR5 :**

- 5.1 En reprenant les valeurs du calcul informatique ci-dessus, calculer la contrainte maximale dans la section, due à la flexion.
- 5.2 Les normes de sécurité imposent sur cette pièce un coefficient  $s=6$ . Le critère de résistance est-il respecté dans ces conditions? Sinon proposer une remédiation.

**ANNEXE 1 : CONSTRUCTION – EXTRAIT DE NORME NF A00-510**

- Classes de tolérances dimensionnelles CT pour les pièces (Cas de grandes séries) :

Catégorie du matériau Méthode de moulage	Classe de tolérances dimensionnelles CT								
	Acier	Fonte grise	Fonte à graphite sphéroïdale	Fonte malléable	Alliages de cuivre	Alliages de zinc	Alliages de métaux légers	Alliages à base de nickel	Alliages à base de cobalt
Moulage en sable( machine et carapace)	8 à 10	8 à 10	8 à 10	8 à 10	8 à 10		7 à 9		
Moulage métallique basse pression			7 à 9	7 à 9	7 à 9	7 à 9	6 à 8		
Moulage à coulée sous pression					6 à 8	4 à 6	5 à 7		
Moulage à la cire perdue	4 à 6	4 à 6	4 à 6		4 à 6		4 à 6	4 à 6	4 à 6

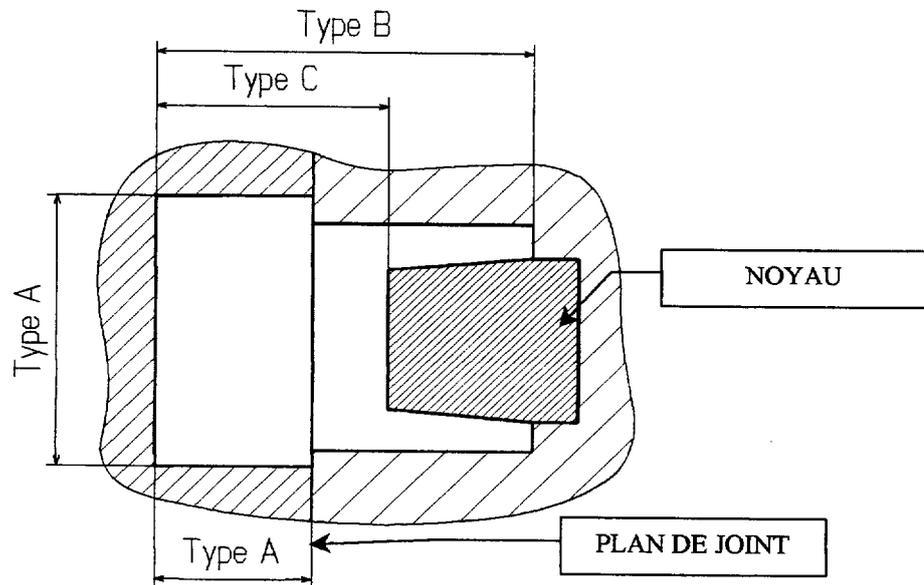
- Intervalle de tolérance « IT<sub>F</sub> » en fonction de la classe CT et de la cote nominale.

Cote nominale de A inclus		Intervalle de tolérances IT <sub>F</sub>															
		Classe de tolérances dimensionnelles CT															
		CT 1	CT 2	CT 3	CT 4	CT 5	CT 6	CT 7	CT 8	CT 9	CT 10	CT 11	CT 12	CT 13	CT 14	CT 15	CT 16
0	10			0.18	0.26	0.36	0.52	0.74	1.0	1.5	2.0	2.8	4.2				
10	16			0.20	0.28	0.38	0.54	0.78	1.1	1.6	2.2	3.0	4.4				
16	25			0.22	0.30	0.42	0.58	0.82	1.2	1.7	2.4	3.2	4.6	6	8	10	12
25	40			0.24	0.32	0.46	0.64	0.90	1.3	1.8	2.6	3.6	5.0	7	9	11	14
40	63			0.26	0.36	0.50	0.70	1.0	1.4	2.0	2.8	4.0	5.6	8	10	12	16
63	100			0.28	0.40	0.56	0.78	1.1	1.6	2.2	3.2	4.4	6	9	11	14	18
100	160			0.30	0.44	0.62	0.88	1.2	1.8	2.5	3.6	5.0	7	10	12	16	20
160	250			0.34	0.50	0.70	1.00	1.4	2.0	2.8	4.0	5.6	8	11	14	18	22
250	400			0.40	0.56	0.78	1.1	1.6	2.2	3.2	4.4	6.2	9	12	16	20	25
400	630				0.64	0.90	1.2	1.8	2.5	3.6	5	7	10	14	18	22	28
630	1000					1.00	1.4	2.0	2.8	4.0	6	8	11	16	20	25	32
1000	1600						1.6	2.2	3.2	4.6	7	9	13	18	23	29	37
1600	2500							2.6	3.8	5.4	8	10	15	21	26	33	42
2500	4000								4.4	6.2	9	12	17	24	30	38	49
4000	6300									7.0	10	14	20	28	35	44	56
6300	10000										11	16	23	32	40	50	64

## ANNEXE 2 : CONSTRUCTION – DETERMINATION DES DISPERSIONS

- Cas des pièces en alliage d'aluminium pour une fabrication normale:

Rappel : La dispersion «  $\Delta L$  » sur une cote correspond à la **différence entre les cotes mini et maxi mesurées sur un lot de pièces fabriquées**. Elle dépend donc du procédé de fabrication et de la position de la cote dans le moule.



La valeur de cette dispersion «  $\Delta L$  » peut être estimée, en fonction du procédé, du type de cote et de la valeur nominale «  $L$  » de la cote considérée:

Type de cote	Calcul de la dispersion sur une cote « $L$ »	
	Moulage coquille	Moulage sable
<b>Cote de type A</b> (cote dans 1 partie du moule)	$0,2 + \frac{1,5.L}{1000}$	$0,5 + \frac{2.L}{1000}$
<b>Cote de type B</b> (cote affectée par la position relative de 2 éléments du moule)	$0,3 + \frac{2.L}{1000}$	$0,8 + \frac{2,5.L}{1000}$
<b>Cote de type C</b> (cote affectée par la position relative de 3 éléments du moule)	$0,4 + \frac{2,5.L}{1000}$	$1 + \frac{3.L}{1000}$
<b>Limite d'application</b> ( $L$ est la plus grande dimension de la pièce en mm)	$L < 1000$	$L < 2000$

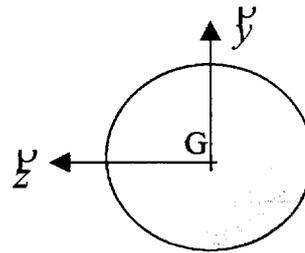
- Détermination de l'intervalle de tolérance «  $IT_E$  » à imposer sur la cote correspondante de l'empreinte (moule en position remoulé) :

$$IT_E = IT_F - \Delta L$$

**ANNEXE 3 : MECANIQUE – FORMULAIRE****Formulaire sur les moments quadratiques :**

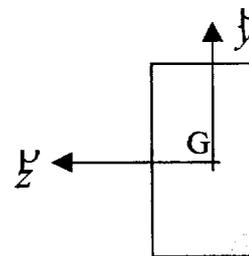
- Section circulaire de diamètre  $d$  et de centre  $G$ :

$$I_{Gz} = I_{Gy} = \frac{\pi d^4}{64}$$



- Section rectangulaire de centre  $G$ , de hauteur  $H$ , de largeur  $B$  :

$$I_{Gz} = \frac{BH^3}{12} ; I_{Gy} = \frac{HB^3}{12}$$



- Formule de Huygens :  $I_{Az} = I_{Bz} + S.d^2$  avec :
  - :  $I_{Az}$  = Moment quadratique ( $m^4$ ) de la section selon  $(A, z)$
  - :  $I_{Bz}$  = Moment quadratique ( $m^4$ ) de la section selon  $(B, z)$
  - :  $d$  = Distance (m) entre les axes  $(A, z)$  et  $(B, z)$ .
  - :  $S$  = Aire de la section ( $m^2$ )

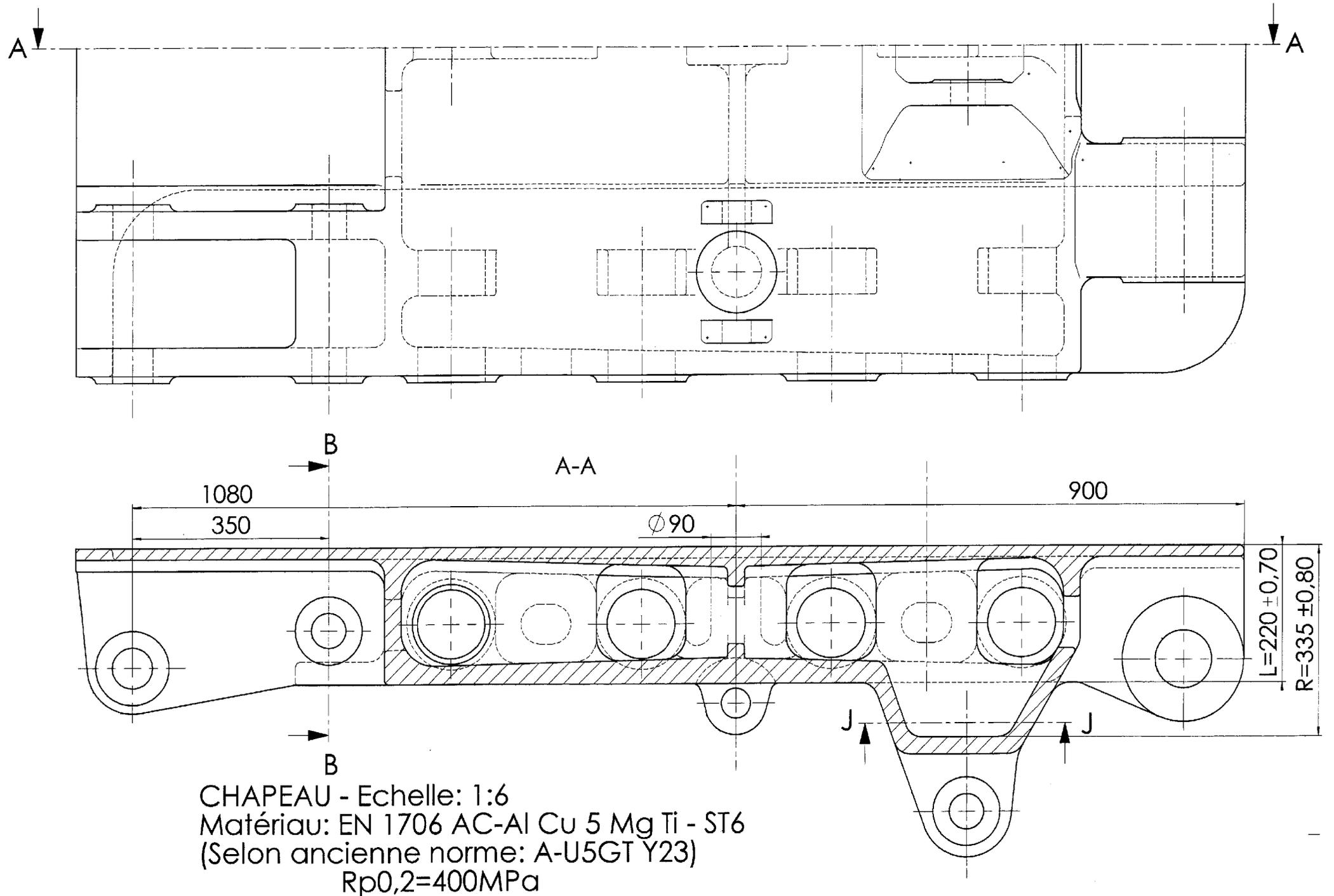
**Formulaire sur la flexion :**

- Champ des contraintes normales dans une section sollicitée en flexion selon  $z$  :

$$\sigma(y) = -\frac{Mf_z}{I_{Gz}} \cdot y$$

- Avec :  $\sigma(y)$  : Contrainte normale au point d'ordonnée  $y$ ,  
 $Mf_z$  : Moment fléchissant selon  $z$ .  
 $I_{Gz}$  : Moment quadratique selon l'axe  $(G, z)$

- Critère de résistance : 
$$\sigma_{Max} \leq \frac{R_{p0,2}}{S}$$



DANS CE CADRE  
NE RIEN ÉCRIRE

Académie : \_\_\_\_\_ Session : \_\_\_\_\_  
Examen ou Concours \_\_\_\_\_ Série\* : \_\_\_\_\_  
Spécialité/option\* : \_\_\_\_\_ Repère de l'épreuve : \_\_\_\_\_  
Épreuve/sous-épreuve : \_\_\_\_\_  
NOM : \_\_\_\_\_  
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)  
Prénoms : \_\_\_\_\_ N° du candidat   
Né(e) le : \_\_\_\_\_ (le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

\* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

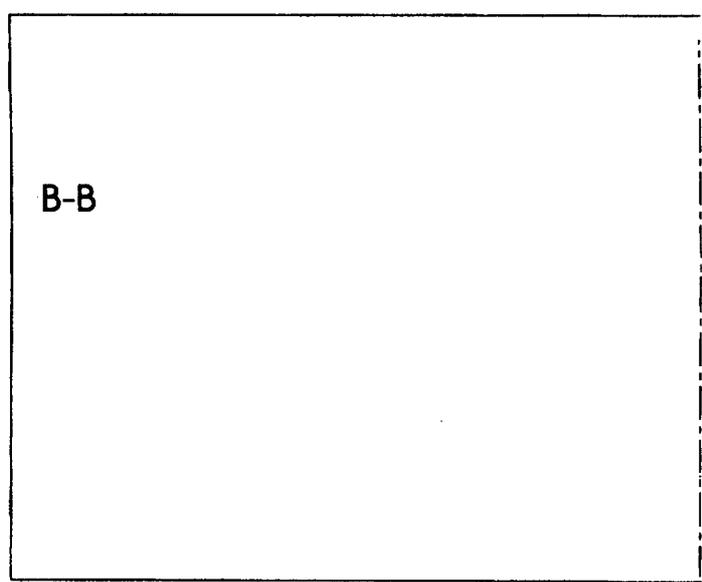
AMESYS

U51 - ETUDE DES SYSTEMES

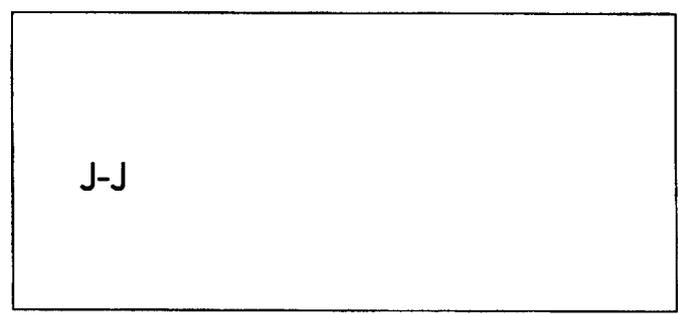
DOSSIER REPONSE

Page 1

**DOCUMENT REPONSE DR1 (ECHELLE 1 :6)**



**DOCUMENT REPONSE DR2 (ECHELLE 1 :6)**



DANS CE CADRE  
NE RIEN ÉCRIRE

Académie : \_\_\_\_\_ Session : \_\_\_\_\_  
Examen ou Concours \_\_\_\_\_ Série\* : \_\_\_\_\_  
Spécialité/option\* : \_\_\_\_\_ Repère de l'épreuve : \_\_\_\_\_  
Épreuve/sous-épreuve : \_\_\_\_\_  
NOM : \_\_\_\_\_  
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)  
Prénoms : \_\_\_\_\_ N° du candidat   
Né(e) le : \_\_\_\_\_ (le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

\* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

AMESYS

**DOCUMENT REPONSE DR3 :**

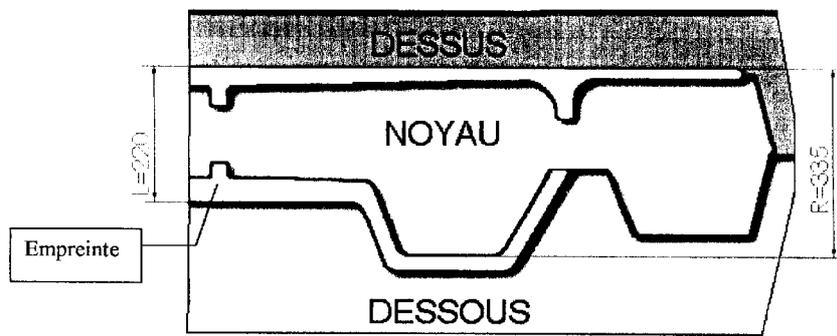
3.1 Intervalle de tolérance de la cote R :  $IT_{FR} = \dots\dots\dots$   
Intervalle de tolérance de la cote L :  $IT_{FL} = \dots\dots\dots$

Justification de la méthode de moulage (sable) :   
.....  
.....

Catégorie du matériau :   
Justification : .....

Classes de tolérances possibles :   
Classe de tolérances correspondant aux cotes R et L :   
Justification : .....

3.2 Vue en coupe du moule sur la zone étudiée :



Dispersion sur la cote R :  $\Delta L_R = \dots\dots\dots$   
Dispersion sur la cote L :  $\Delta L_L = \dots\dots\dots$

3.3 Intervalle de tolérance sur les cotes de l'empreinte :  
 $IT_{ER} = \dots\dots\dots$   
 $IT_{EL} = \dots\dots\dots$

3.4 Faisabilité des 2 cotes avec la précision voulue ?   
.....  
Remédiation : .....

DANS CE CADRE  
NE RIEN ÉCRIRE

Académie : \_\_\_\_\_ Session : \_\_\_\_\_  
 Examen ou Concours \_\_\_\_\_ Série\* : \_\_\_\_\_  
 Spécialité/option\* : \_\_\_\_\_ Repère de l'épreuve : \_\_\_\_\_  
 Épreuve/sous-épreuve : \_\_\_\_\_  
 NOM : \_\_\_\_\_  
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)  
 Prénoms : \_\_\_\_\_ N° du candidat   
 Né(e) le : \_\_\_\_\_  
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

\* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

AMESYS

**DOCUMENT REPONSE DR4 :**

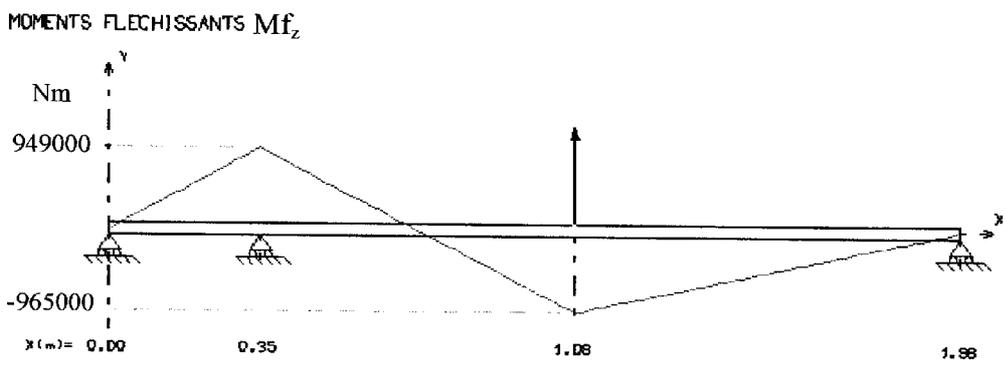
4.1 Torseur de cohésion sur le tronçon AB :

$$T_G(PDroite / PGauche) = \begin{bmatrix} \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots \end{bmatrix}_{(G, R, P, B)}$$

4.2 Sollicitations du tronçon BC à partir du torseur de cohésion :

$$T_G(PDroite / PGauche) = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 2621888 & 0 \\ 0 & -2621888.x + 1866730 \end{bmatrix}_{(G, R, P, B)}$$

4.3 Section dangereuse à partir du diagramme des moments fléchissant :



Valeur du moment fléchissant correspondant:  $M_f_z = \dots\dots\dots$

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

Académie :	Session :
Examen ou Concours	Série* :
Spécialité/option* :	Repère de l'épreuve :
Épreuve/sous-épreuve :	
NOM : <small>(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)</small>	
Prénoms :	N° du candidat <input type="text"/>
Né(e) le :	<small>(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)</small>

\* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

AMESYS

U51 - ETUDE DES SYSTEMES

DOSSIER REPONSE

Page 4

**DOCUMENT REPONSE DR5 :**

5.1 Calcul de la contrainte maximale de flexion dans la section :

5.2 Conclusion quant au respect du critère de résistance :

Si critère non respecté, remédiation proposé :