

SESSION 2009

**CONCOURS INTERNE DE RECRUTEMENT
DE PROFESSEURS DE L'ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL
ET CONCOURS D'ACCÈS A L'ÉCHELLE DE RÉMUNÉRATION**

**Section : GÉNIE INDUSTRIEL
Option : STRUCTURES MÉTALLIQUES**

**ÉTUDE D'UN SYSTÈME TECHNIQUE
ET/OU D'UN PROCESSUS TECHNIQUE ET/OU D'UN PRODUIT**

Durée : 6 heures

Extrait à usage didactique du CODAP 2005 autorisé.

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 ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit

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 sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

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

NB : Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Tournez la page S.V.P.

CONCENTRATEUR de SOUDE

- Etude de l'évaporateur (durée conseillée 1 heure ½)
- Etude de la structure porteuse (durée conseillée 1 heure ½)
- Etude de la préparation de fabrication (durée conseillée 3 heures)

CONCENTRATEUR DE SOUDE

Contenu du dossier :

Documents sujet

- Texte du sujet DS 1 à DS 11.....formats A4

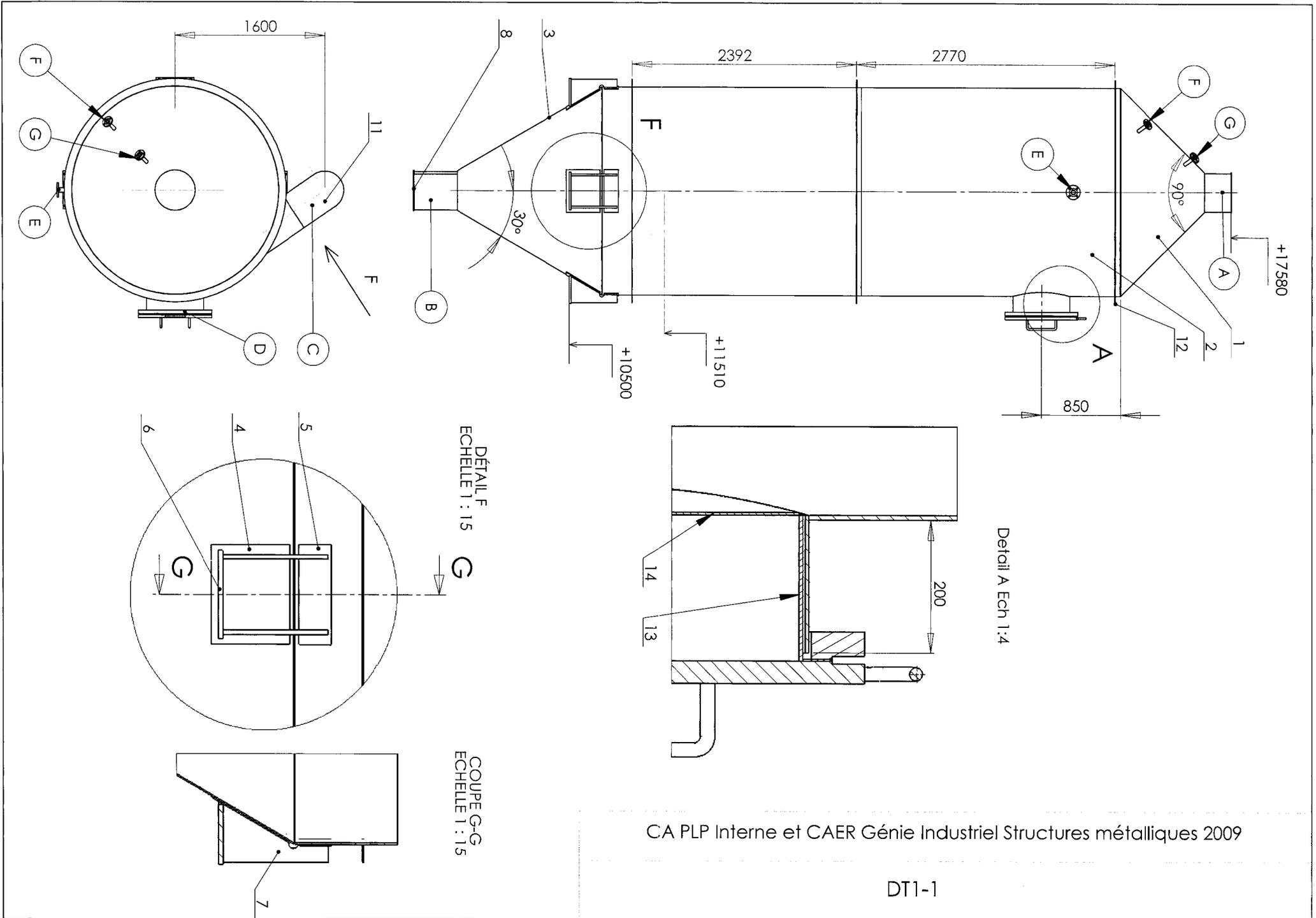
Documents techniques

- Documents DT 1.1 et DT 1.2formats A3
- Document DT 1.3format A4
- Documents DT 2 à DT 22formats A4

Documents réponses

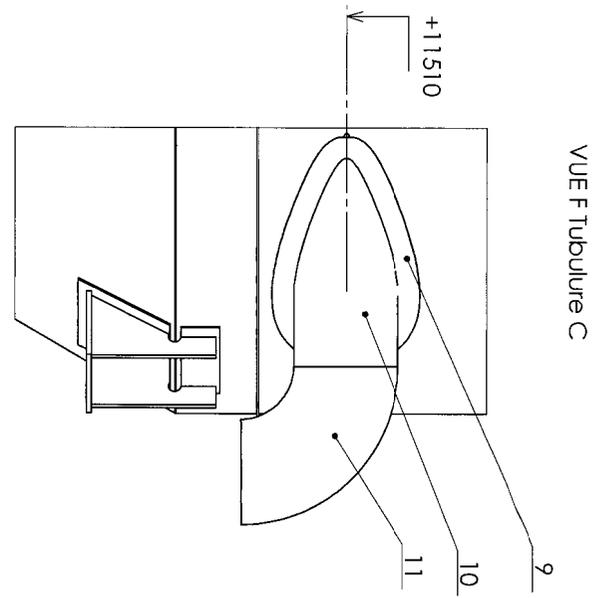
- Document DR 1format A4
- Documents DR 2 et DR 3formats A3
- Documents DR 4 à DR 8formats A4

- Feuilles de copie réglementaires anonymables

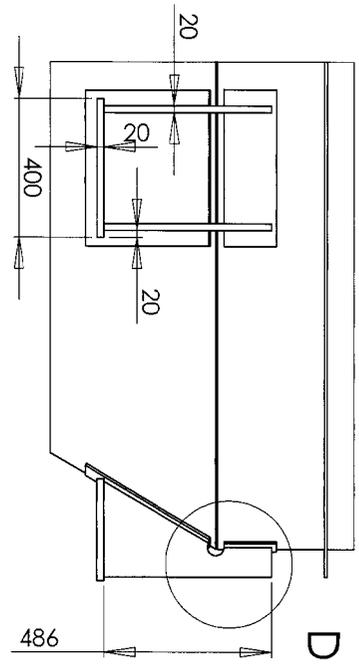
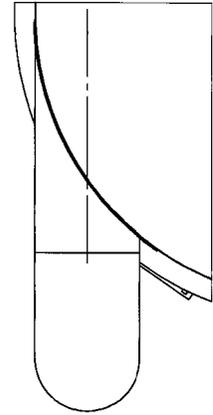


CA PLP Interne et CAER Génie Industriel Structures métalliques 2009

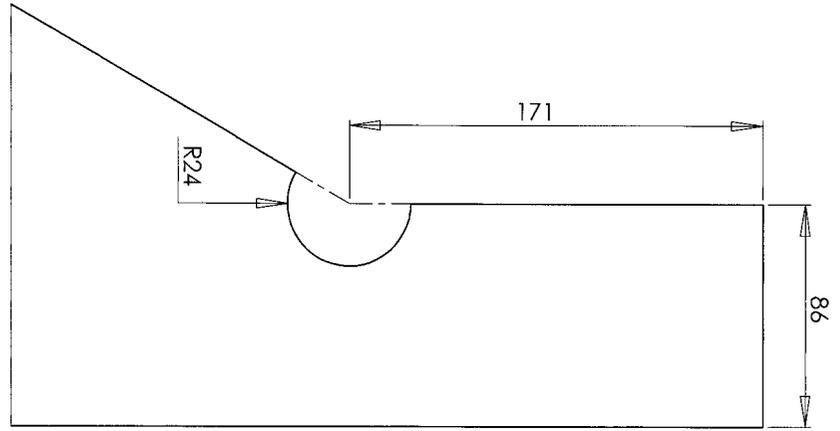
DT1-1



VUE F Tubulure C



Détail D du gousset seul



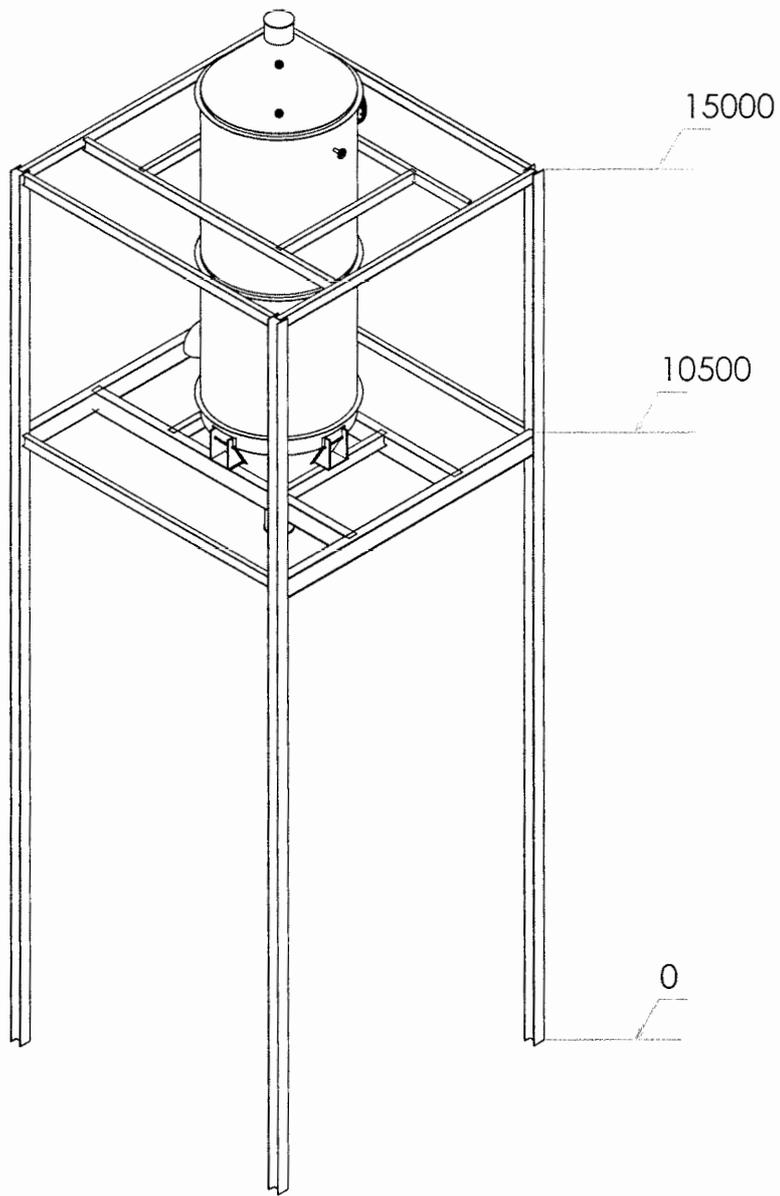
14	1	Extrémité bouchon Ep 4mm	X5CrNiMoTi 17-12-2	
13	1	Virole bouchon Φ 591 x 4	X5CrNiMoTi 17-12-2	
12	3	Frette Plat 80 x 8	X5CrNiMoTi 17-12-2	
11	2	Courbe DN 400 à 90°	X5CrNiMoTi 17-12-2	
10	2	Tube 406,4 x 6	X5CrNiMoTi 17-12-2	
9	1	Anneau renfort 80x6 mm	X5CrNiMoTi 17-12-2	
8	2	Disque Φ 426 Ep 8mm pour épreuve	X5CrNiMoTi 17-12-2	
7	8	Gousset Ep 20mm	P 265 gh	
6	4	Platine Ep20mm	P 265 gh	
5	4	Fouffure virole Ep 6mm	X5CrNiMoTi 17-12-2	
4	4	Fouffure cône Ep 6mm	X5CrNiMoTi 17-12-2	
3	1	Fond cône inférieur Ep 6mm	X5CrNiMoTi 17-12-2	
2	1	Virole Φ ext2200 Ep 7mm	X5CrNiMoTi 17-12-2	
1	1	Fond cône supérieur Ep 6mm	X5CrNiMoTi 17-12-2	
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observations
NOMENCLATURE (partielle) des Documents DT 1-1 et DT1-2				

NOMENCLATURE TUBULURES									
		TUBES				BRIDES			FONCTION
Rep	Nb	DN	PN	Φ ext x ep	Matière	Type	Face	Matière	
A	1	400		406,4x6	①			①	Buée vers D 521
B	1	400		406,4x6	①			①	Bouillie vers 522
C	1	400		406,4x6	①				Arrivée bouillie concentrée
D	1	600	20	610 x6	①	1	B	①	Trou d'homme
E	1	40	20	48,3 x 3,6	①	1	B	①	Tuyauterie lavage
F	1	25	20	33,4 x 3,3	①	1	B	①	Prise de pression
G	1	25	20	33,3 x 3,3	①	1	B	①	Prise de pression

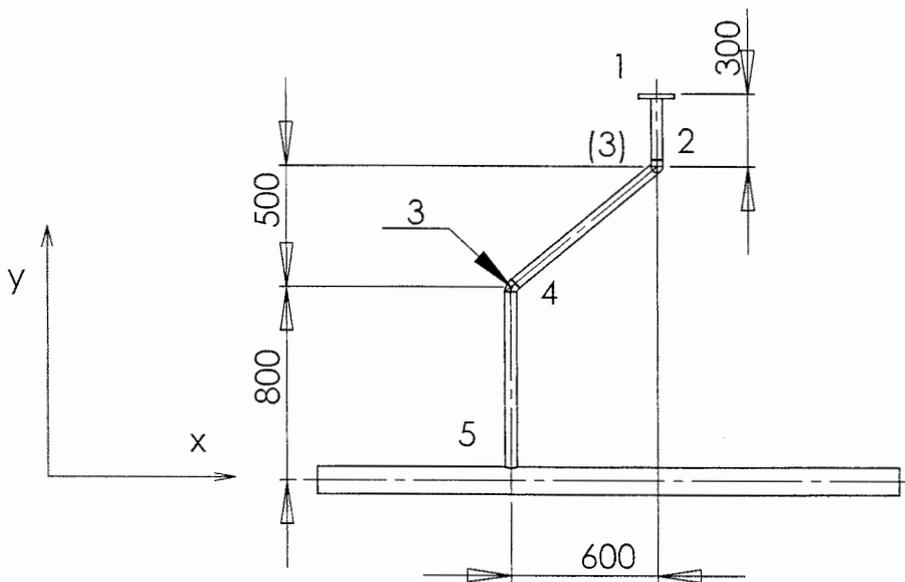
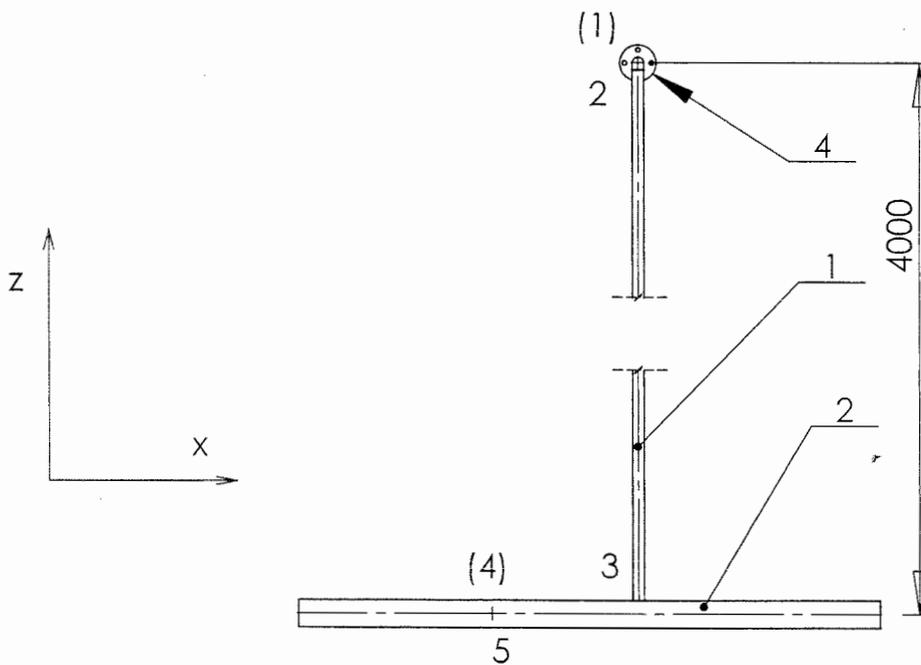
① : X5CrNiMoTi 17-12-2

CA PLP Interne et CAER Génie Industriel Structures métalliques 2009

DT1-3



DT2



4	1	Bride ISO PN16 DN 40 Type 1	X2CrNi18-10	
3	3	Courbe 3D DN 40	X2CrNi18-10	Rmoy 57 mm
2	1	Tube DN 100 114.3x3.6	X2CrNi18-10	
1	1	Tube DN 40 48.3x3.6	X2CrNi18-10	
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observations

CA PLP Interne et CAER Génie industriel Structures métalliques 2009

DT3

C4.1 - ENVELOPPES CYLINDRIQUES DE SECTION DROITE CIRCULAIRE

C4.1.1 - OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

Les règles du présent chapitre permettent de vérifier l'épaisseur des enveloppes cylindriques de section droite circulaire soumises à une pression extérieure.

Une telle enveloppe peut être constituée de plusieurs éléments assemblés par des soudures bout à bout. Il n'y a pas lieu de tenir compte d'un coefficient de soudure dans les calculs.

L'enveloppe peut être munie d'anneaux raidisseurs rapportés qui doivent alors satisfaire aux règles de C4.5.

Les règles du présent chapitre couvrent les modes de défaillance par déformation excessive et par instabilité élastique et élasto-plastique sous l'action de la pression extérieure.

C4.1.2 - CONDITIONS D'APPLICATION DES RÈGLES

C4.1.2.1 - Température de calcul

La température de calcul ne doit pas excéder la température la plus élevée figurant sur l'abaque de C4.9.2 relatif au matériau concerné.

C4.1.2.2 - Défauts de circularité

L'ovalisation et les écarts locaux de circularité de l'enveloppe doivent rester dans les limites indiquées en F1.5.

C4.1.2.3 - Ouvertures

Si l'enveloppe cylindrique comporte des ouvertures, il y a lieu de s'assurer que ces ouvertures n'affectent pas la résistance de l'enveloppe à l'action de la pression extérieure.

C4.1.2.4 - Sollicitations autres que la pression

Les règles du présent chapitre ne prennent en compte que l'action de la pression extérieure.

C4.1.3 - NOTATIONS

e	=	épaisseur admise de l'enveloppe cylindrique.
D_e	=	diamètre extérieur de l'enveloppe cylindrique.
L	=	longueur déterminée selon C4.1.4.
h_2	=	flèche intérieure d'un fond bombé (profondeur théorique de la partie bombée) ⁽¹⁾ .
P	=	pression extérieure de calcul.
P_a	=	pression extérieure maximale admissible de l'enveloppe cylindrique.
K	=	coefficient égal à : 1 pour une situation normale de service, 1,35 pour une situation exceptionnelle de service ou d'essai de résistance.
E	=	module d'élasticité à la température de calcul donné par le tableau C4.9.2.
f	=	contrainte nominale de calcul.

C4.1.4 - DÉTERMINATION DE LA LONGUEUR L

L est la longueur mesurée parallèlement à l'axe de l'enveloppe entre deux éléments raidisseurs consécutifs (2).

Un élément raidisseur peut être :

a) Un anneau raidisseur rapporté satisfaisant aux règles de C4.5.

La longueur L est alors à mesurer à partir d'un plan perpendiculaire à l'axe de l'enveloppe passant par le centre de gravité de l'ensemble constitué par l'anneau raidisseur et les longueurs d'enveloppe participantes éventuelles (voir C4.5 et figure C4.1.4a).

b) Un fond bombé.

La longueur L est alors à mesurer à partir d'un plan perpendiculaire à l'axe de l'enveloppe, situé à une distance du plan de raccordement de la partie bombé avec le bord cylindrique égale à : $\frac{h_2}{3}$ (voir figures C4.1.4a et b).

c) La jonction d'une double enveloppe sur l'enveloppe cylindrique.

- Lorsqu'une pression intérieure s'exerce dans l'enceinte entre les deux enveloppes, la longueur L est à mesurer à partir de la limite de la zone d'enveloppe sur laquelle s'exerce cette pression (voir figure C4.1.4c).

La jonction n'a pas à satisfaire aux règles de C4.5 (mais sa résistance aux sollicitations qu'elle supporte doit bien entendu être vérifiée).

- Lorsqu'une dépression règne dans l'enveloppe cylindrique intérieure, la jonction doit, pour être considérée comme élément raidisseur, satisfaire aux règles de C4.5 ; la longueur L est alors à mesurer à partir d'un plan perpendiculaire à l'axe de l'enveloppe passant par le centre de gravité de la jonction (voir C4.5 et figure C4.1.4d).

d) La jonction de l'enveloppe cylindrique avec une enveloppe conique de même axe.

La longueur L est alors à mesurer (voir C4.7) :

- à partir de l'intersection des surfaces externes des deux enveloppes si la jonction ne comporte pas d'anneau raidisseur rapporté,

- à partir d'un plan perpendiculaire à l'axe de l'enveloppe passant par le centre de gravité de l'ensemble constitué par l'anneau raidisseur et les longueurs d'enveloppes participantes éventuelles si la jonction comporte un anneau raidisseur rapporté.

La jonction doit satisfaire aux règles de C4.7.

Dans le cas d'un raccordement par l'intermédiaire d'une partie torique, le rayon de raccordement doit être au plus égal à 1/10 du diamètre extérieur de l'enveloppe cylindrique.

e) Une bride d'assemblage soudée à l'enveloppe et satisfaisant aux règles de C4.5.

La longueur L est alors à mesurer à partir du plan de joint (voir figure C4.1.4b).

f) Une plaque tubulaire, un fond plat soudé ou une structure intérieure (plateau de colonne, chicane, etc...) convenablement raidie.

La longueur L est alors à mesurer à partir de la limite de la zone d'enveloppe sur laquelle s'exerce la pression.

Les figures C4.1.4a à d illustrent les définitions ci-dessus et précisent comment mesurer L .

C4.1.5 - RÈGLE DE CALCUL

Pour l'application de la présente règle, E et f doivent être exprimés en mégapascals ; la valeur de P_a est obtenue dans la même unité.

C4.1.5.1 - Enveloppes cylindriques telles que $D_e/e \geq 10$

La vérification de la résistance de l'enveloppe cylindrique s'effectue comme suit :

a) Calculer les valeurs $\frac{L}{D_e}$ et $\frac{D_e}{e}$.

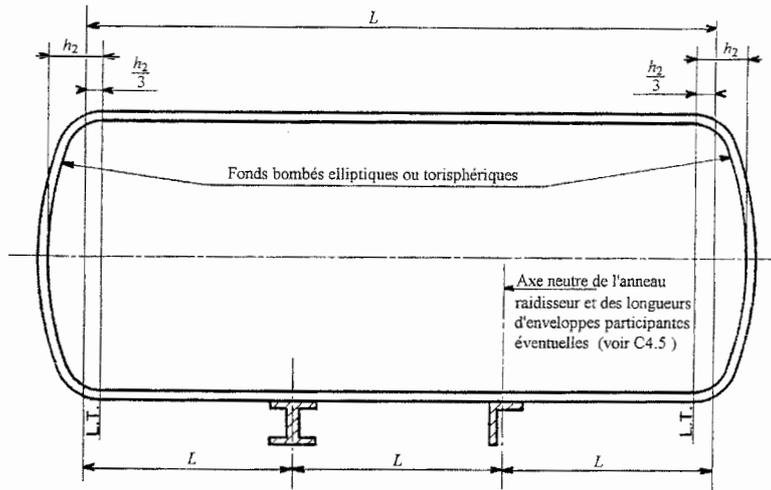


Figure C4.1.4 a

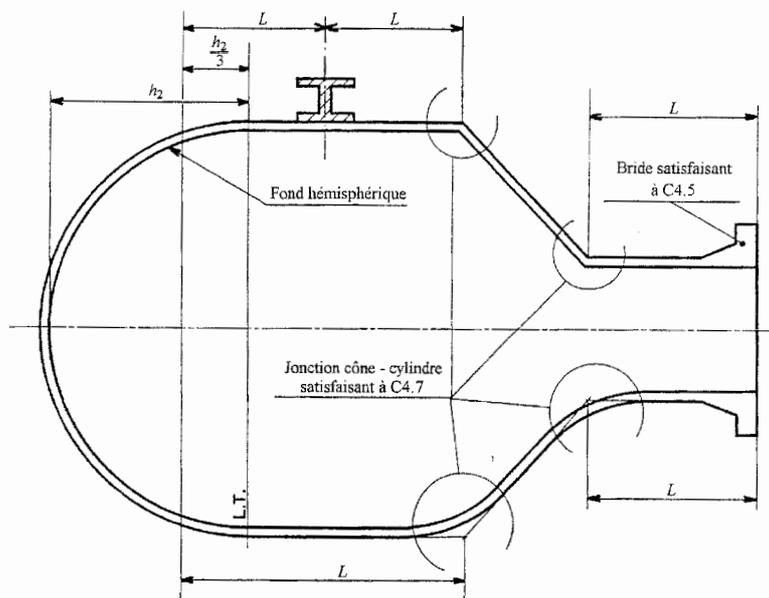


Figure C4.1.4 b

b) Déterminer, en fonction de ces valeurs, la valeur du coefficient A à l'aide de l'abaque C4.9.1.

Si la valeur de L/D_e est supérieure à 50, entrer dans cet abaque à la valeur :

$$L/D_e = 50$$

Si la valeur de L/D_e est inférieure à 0,05, entrer dans l'abaque à la valeur :

$$L/D_e = 0,05$$

c) Déterminer, en fonction de A et de la température de calcul, la valeur du coefficient B à l'aide de l'abaque de C4.9.2 relatif au matériau concerné.

Si la valeur de A se situe à droite de l'extrémité de la courbe correspondant à la température de calcul, prendre pour B la valeur qui correspond au point extrême de cette courbe.

Si la valeur de A se situe à gauche de la courbe correspondant à la température de calcul, calculer B par la formule :

$$B = \frac{A \cdot E}{2} \quad (\text{formule C4.1.5.1c})$$

d) Calculer la pression extérieure maximale admissible P_a de l'enveloppe par la formule :

$$P_a = \frac{4}{3} \frac{B}{D_e/e} K \quad (\text{formule C4.1.5.1d})$$

L'épaisseur admise e est suffisante si :

$$P_a \geq P$$

C4.1.5.2 - Enveloppes cylindriques telles que $D_e/e < 10$

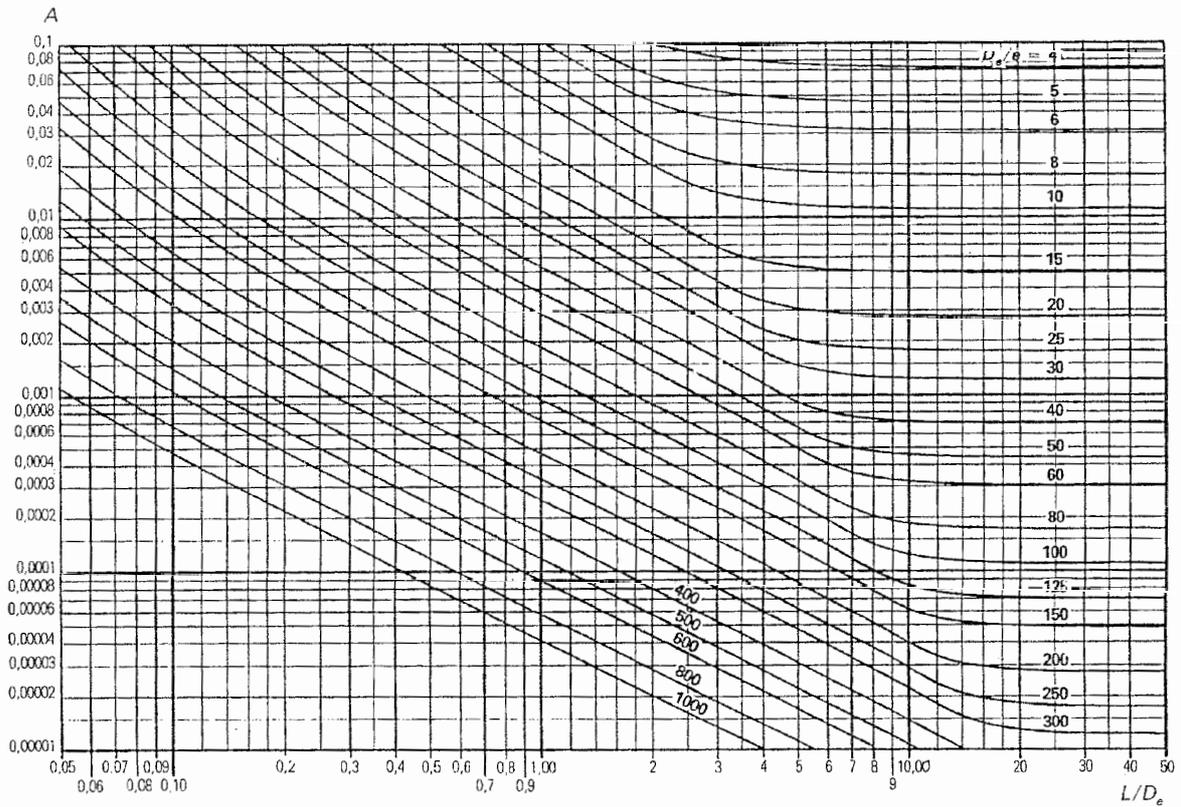
La vérification de la résistance de l'enveloppe cylindrique s'effectue selon la procédure indiquée en C4.1.5.1 jusqu'à la détermination de la valeur du coefficient B .

La pression extérieure maximale admissible P_a de l'enveloppe est donnée par la relation :

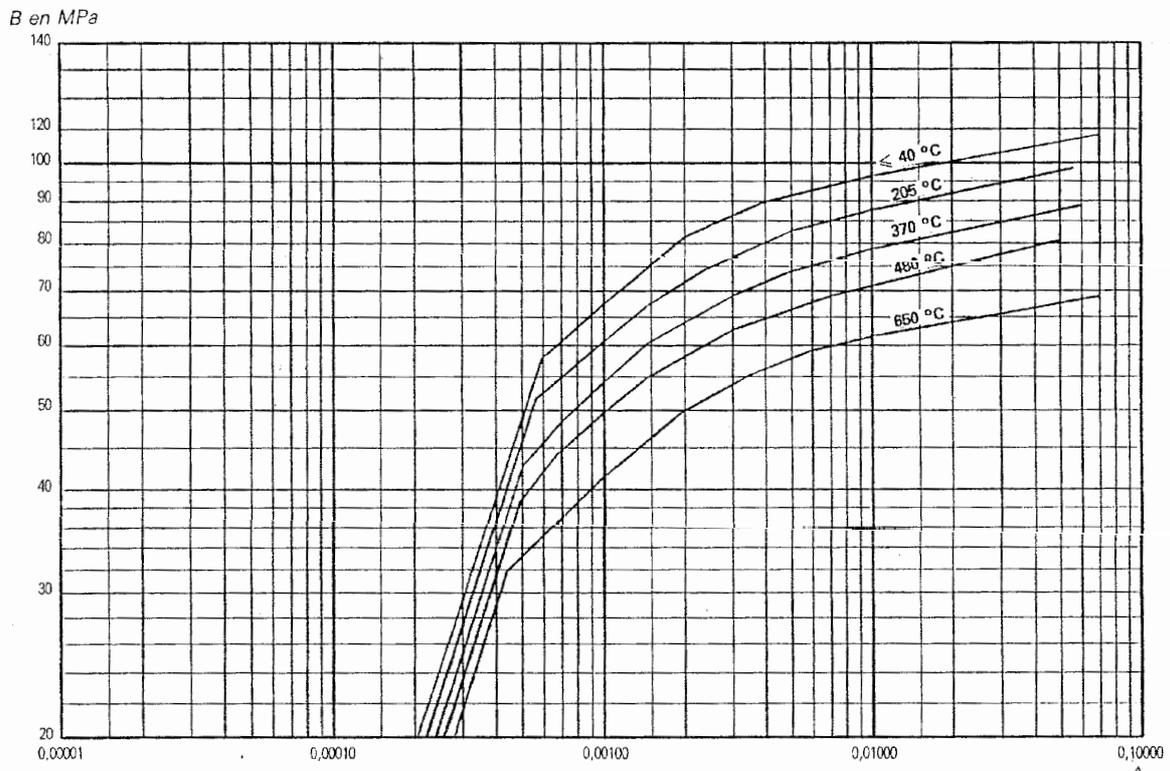
$$P_a = \text{MIN} \left[\left[\left(\frac{2,167}{D_e/e} - 0,0833 \right) B \cdot K \right], \left[\frac{2f}{D_e/e} \left(1 - \frac{1}{D_e/e} \right) \right] \right] \quad (\text{relation C4.1.5.2})$$

L'épaisseur admise e est suffisante si :

$$P_a \geq P$$



Abaque C4.9.1 - Valeurs du coefficient A.



Abaque C4.9.2.12

- Aciers inoxydables austénitiques des nuances types Cr-Ni stabilisé, Cr-Ni-Mo, Cr-Ni-Mo stabilisé, 24 Cr-13 Ni (pour une température de calcul au plus égale à 600 °C) et 25 Cr-20 Ni.
 - Aciers inoxydables non austénitiques des nuances types 15 Cr et 17 Cr pour une température de calcul au plus égale à 370 °C.

C2.3 - ENVELOPPES CONIQUES DE SECTION DROITE CIRCULAIRE

C2.3.1 - OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

Les règles du présent chapitre permettent de déterminer l'épaisseur des enveloppes coniques de section droite circulaire soumises à une pression intérieure et de vérifier la résistance de l'assemblage d'une telle enveloppe avec une enveloppe cylindrique de même axe.

Ces règles s'appliquent aux enveloppes coniques dont :

- le rapport de l'épaisseur minimale nécessaire au diamètre extérieur est, dans toute section droite, au plus égal à 0,16,
- le demi-angle au sommet α n'excède pas 60°.

Une telle enveloppe peut être constituée d'un seul ou de plusieurs tronçons (viroles) assemblés par des soudures circulaires bout à bout ; chaque tronçon peut être constitué de plusieurs éléments soudés de même épaisseur ; les tronçons peuvent être d'épaisseurs différentes.

Les formules données en C2.3.4 concernent les régions de l'enveloppe conique éloignées de ses extrémités.

Les règles données en C2.3.5 et C2.3.6 permettent de déterminer les épaisseurs nécessaires au raccordement (à angle vif ou par l'intermédiaire d'une partie torique) de l'enveloppe conique, à sa grande base, avec une enveloppe cylindrique de même axe.

La règle donnée en C2.3.7 permet de vérifier la résistance de l'assemblage de l'enveloppe conique, à sa petite base, avec une enveloppe cylindrique de même axe.

Les règles du présent chapitre couvrent les modes de défaillance par déformation excessive, par rupture par fluage et par déformation progressive sous l'effet de la pression intérieure.

C2.3.2 - CONDITIONS D'APPLICATION DES RÈGLES

C2.3.2.1 - Assemblages soudés

a) A chaque assemblage soudé autre que circulaire, les fibres moyennes des tôles doivent être, aux tolérances de fabrication près (voir F1.5), dans le prolongement l'une de l'autre.

b) A chaque assemblage soudé circulaire de deux éléments d'enveloppe d'épaisseurs différentes, les fibres moyennes peuvent être décalées, sans toutefois que ce décalage aille, aux tolérances de fabrication près (voir F1.5), au-delà de l'alignement des faces externes ou internes.

Le raccordement des surfaces doit se faire par une pente n'excédant pas 1/3.

C2.3.2.2 - Défauts de circularité

L'ovalisation et les écarts locaux de circularité de l'enveloppe doivent rester dans les limites indiquées en F1.5.

C2.3.2.3 - Ouvertures

Si l'enveloppe conique comporte des ouvertures, sa résistance au voisinage de chaque ouverture doit satisfaire aux règles données en C5.

C2.3.2.4 - Sollicitations autres que la pression

Les règles du présent chapitre ne prennent en compte que l'action de la pression intérieure.

Pour vérifier la résistance d'une enveloppe conique aux sollicitations résultant de l'action de la pesanteur, des réactions diverses, de l'action des intempéries ou, plus généralement, aux effets généraux de forces et moments s'exerçant sur l'enveloppe, il y a lieu d'observer les règles données en C2.4.

Il faut cependant noter que l'épaisseur calculée par les formules données en C2.3.4 permet généralement à l'enveloppe de supporter des sollicitations en plus de la pression intérieure, au moins dans les régions éloignées des points d'application des charges.

C2.3.2.5 - Grande base de l'enveloppe conique

Les règles données en C2.3.5 et C2.3.6 ne sont applicables que si :

a) la longueur $L_{\text{cône}}$ de l'enveloppe conique est au moins égale à :

$$l_{l,\text{cône}} = \sqrt{\frac{D_{m,1} \cdot e_{l,\text{cône}}}{\cos \alpha}}$$

b) la longueur $l_{l,\text{cyl}}$ d'enveloppe cylindrique participant à la résistance du raccordement à la grande base n'interfère pas avec la zone d'influence du raccordement de cette enveloppe cylindrique avec une autre enveloppe, un fond, une plaque tubulaire, une bride, etc.

Cette longueur $l_{l,\text{cyl}}$ peut cependant (voir C5) interférer avec la longueur d'enveloppe cylindrique participant à la résistance d'une ouverture dans cette enveloppe cylindrique, proche du raccordement à la grande base.

La longueur $l_{1,\text{cône}}$ d'enveloppe conique participant à la résistance du raccordement à la grande base, peut elle aussi (voir C5) interférer avec la longueur d'enveloppe conique participant à la résistance d'une ouverture dans cette enveloppe conique, proche du raccordement à la grande base.

C2.3.3 - NOTATIONS

e = épaisseur minimale nécessaire de l'enveloppe conique dans la section droite considérée.

$e_{1,\text{cône}}$ = épaisseur minimale nécessaire de l'enveloppe conique à sa grande base.

$e_{2,\text{cône}}$ = épaisseur admise de l'enveloppe conique à sa petite base.

Si l'épaisseur de l'enveloppe conique n'est pas constante, $e_{2,\text{cône}}$ est l'épaisseur moyenne admise sur la longueur $l_{2,\text{cône}}$.

$e_{1,\text{cyl}}$ = épaisseur minimale nécessaire de l'enveloppe cylindrique sur laquelle se raccorde l'enveloppe conique à sa grande base.

$e_{2,\text{cyl}}$ = épaisseur admise de l'enveloppe cylindrique sur laquelle se raccorde l'enveloppe conique à sa petite base.

Si l'épaisseur de l'enveloppe cylindrique n'est pas constante, $e_{2,\text{cyl}}$ est l'épaisseur moyenne admise sur la longueur $l_{2,\text{cyl}}$.

e_t = épaisseur minimale nécessaire de la partie torique raccordant à sa grande base une enveloppe conique avec une enveloppe cylindrique.

D_m, D_e, D_i = diamètres moyen, extérieur et intérieur de l'enveloppe conique, dans la section droite considérée (voir fig. C2.3.3a).

$D_{m,1}, D_{e,1}, D_{i,1}$ = diamètres moyen, extérieur et intérieur de l'enveloppe cylindrique sur laquelle se raccorde l'enveloppe conique à sa grande base.

$D_{m,2}$ = diamètre moyen de l'enveloppe cylindrique sur laquelle se raccorde l'enveloppe conique à sa petite base.

D_k = diamètre intérieur de l'enveloppe conique à sa grande base (voir fig. C2.3.5) :

$$D_k = D_{i,1} - 2r_1(1 - \cos \alpha)$$

r_1 = rayon intérieur de la partie torique raccordant, à sa grande base, une enveloppe conique avec une enveloppe cylindrique.

α = demi-angle au sommet de l'enveloppe conique.

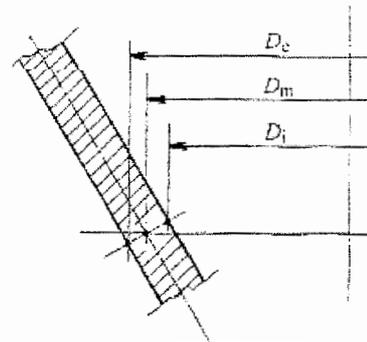


Fig. C2.3.3a

$L_{\text{cône}}$ = longueur de l'enveloppe conique, mesurée selon une génératrice comme l'indiquent les figures C2.3.5, C2.3.6.2 et C2.3.7.

$l_{1,\text{cône}}$ = longueur d'enveloppe conique, mesurée comme l'indiquent les figures C2.3.5 et C2.3.6.2, participant à la résistance du raccordement à la grande base :

$$l_{1,\text{cône}} = \sqrt{\frac{D_{m,1} \cdot e_{1,\text{cône}}}{\cos \alpha}}$$

$l_{2,\text{cône}}$ = longueur d'enveloppe conique, mesurée comme l'indiquent les figures C2.3.7, participant à la résistance du raccordement à la petite base.

Dans le cas général :

$$l_{2,\text{cône}} = l_{2,\text{cône},n}$$

- Dans le cas où la longueur $l_{2,\text{cône},n}$ interfère avec la longueur $l_{1,\text{cône}}$ d'enveloppe conique participant à la résistance de raccordement à la grande base, prendre pour $l_{2,\text{cône}}$ une valeur réduite :

$$l_{2,\text{cône}} = l_{2,\text{cône},r} = L_{\text{cône}} - l_{1,\text{cône}}$$

- Dans le cas où la longueur $l_{2,\text{cône},n}$ interfère avec la longueur d'enveloppe conique prise en compte⁽¹⁾ pour la vérification de la résistance d'une ouverture proche du raccordement étudié (voir C5), prendre pour $l_{2,\text{cône}}$ une valeur réduite :

$$l_{2,\text{cône}} = l_{2,\text{cône},r}$$

déterminée comme l'indique la figure C2.3.3b.

(1) La valeur de cette longueur et celle de la longueur $l_{2,\text{cône},r}$ ou $l_{2,\text{cyl},r}$ sont, dans ces cas, interdépendantes. Leur détermination peut donc être faite au mieux des besoins de la vérification de la résistance de chacune des deux discontinuités voisines concernées.

$l_{2,c\acute{o}ne,n}$ = valeur normale de la longueur $l_{2,c\acute{o}ne}$:

$$l_{2,c\acute{o}ne,n} = k \sqrt{\frac{D_{m,2} \cdot e_{2,c\acute{o}ne}}{\cos \alpha}}$$

$l_{1,cyl}$ = longueur d'enveloppe cylindrique, mesurée comme l'indiquent les figures C2.3.5 et C2.3.6.2, participant à la résistance du raccordement à la grande base :

- lorsque le raccordement est réalisé par une partie torique :

$$l_{1,cyl} = 0,5 \sqrt{D_{m,1} \cdot e_{1,cyl}}$$

- lorsque le raccordement est à angle vif :

$$l_{1,cyl} = \sqrt{D_{m,1} \cdot e_{1,cyl}}$$

$l_{2,cyl}$ = longueur d'enveloppe cylindrique, mesurée comme l'indiquent les figures C2.3.7, participant à la résistance du raccordement à la petite base.

Dans le cas général :

$$l_{2,cyl} = l_{2,cyl,n}$$

Dans le cas où la longueur $l_{2,cyl,n}$ interfère avec :

- la zone d'influence du raccordement de l'enveloppe cylindrique avec un fond, une plaque tubulaire, une bride ou avec une autre enveloppe conique de même axe à la grande base,
- la longueur d'enveloppe cylindrique prise en compte⁽¹⁾ pour la vérification de la résistance :
 - d'une ouverture proche du raccordement étudié (voir C5),
 - du raccordement de l'enveloppe cylindrique à la petite base d'une autre enveloppe conique de même axe,
 - du raccordement de l'enveloppe cylindrique avec une enveloppe sphérique ou une autre enveloppe cylindrique ou conique d'axes concourants,

prendre pour $l_{2,cyl}$ une valeur réduite :

$$l_{2,cyl} = l_{2,cyl,r}$$

déterminée comme l'indique la figure C2.3.3b.

$l_{2,cyl,n}$ = valeur normale de la longueur $l_{2,cyl}$:

$$l_{2,cyl,n} = \sqrt{D_{m,2} \cdot e_{2,cyl}}$$

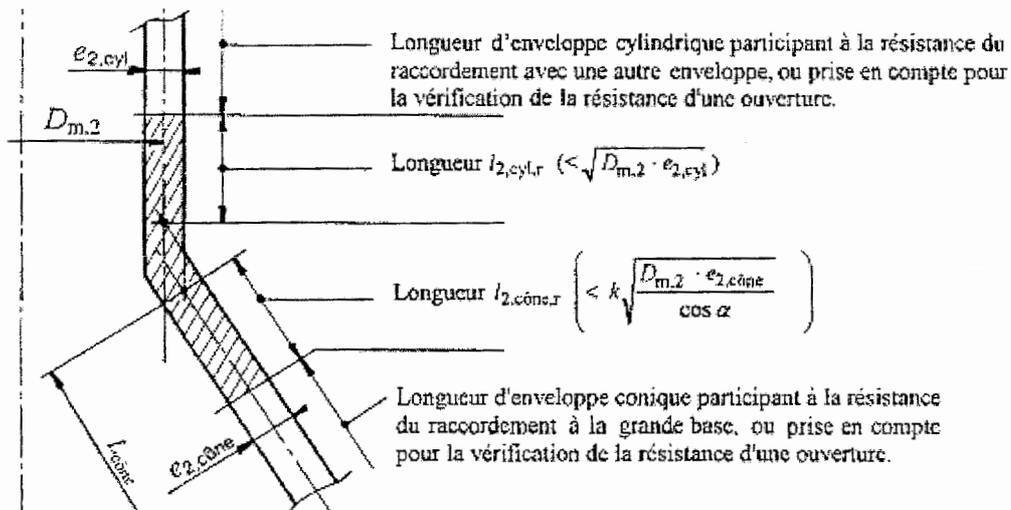


Figure C2.3.3b

- k = coefficient donné par le graphique C2.3.3c.
- P = pression de calcul.
- f_1, f_2 = contrainte nominale de calcul respectivement du matériau :
- de l'enveloppe conique (f),
 - de l'enveloppe cylindrique adjacente à la grande base ($f_{1,cyl}$),
 - de l'enveloppe cylindrique adjacente à la petite base ($f_{2,cyl}$),
 - de la partie torique de raccordement à la grande base (f_1),
 - du renfort à la petite base (f_2).

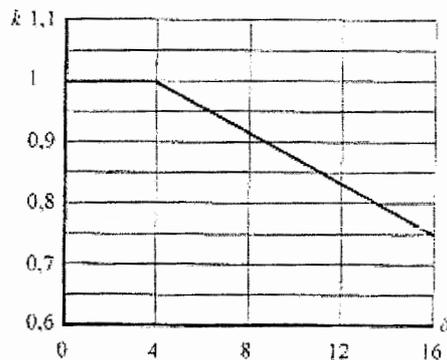
$$f_{\min} = \text{MIN} \left\{ (f), (f_{1,cyl}), (f_1) \right\}$$

Si le raccordement à la grande base est à angle vif :

$$f_{\min} = \text{MIN} \left\{ (f), (f_{1,cyl}) \right\}$$

- z = coefficient de soudure.

Pour les situations exceptionnelles de service ou d'essai de résistance, ainsi que pour les enveloppes sans soudure longitudinale, prendre $z = 1$ pour l'application des formules.



$$\delta = \frac{D_{m,2}}{\sqrt{\frac{D_{m,2} \cdot e_{2,cône}}{\cos \alpha}}}$$

- Pour $4 \leq \delta \leq 16$: $k = \frac{13}{12} - \frac{\delta}{48}$
- Pour $\delta > 16$: $k = 0,75$

Graphique C2.3.3c - Valeurs du coefficient k .

C2.3.4 - FORMULES DE CALCUL DE L'ÉPAISSEUR DE L'ENVELOPPE CONIQUE

Dans toute section droite, l'épaisseur minimale nécessaire d'une enveloppe conique est donnée par l'une ou l'autre des formules suivantes :

$$e = \frac{P \cdot D_f}{2f \cdot z - P} \frac{1}{\cos \alpha} \quad (\text{formule C2.3.4a})$$

$$e = \frac{P \cdot D_m}{2f \cdot z} \frac{1}{\cos \alpha} \quad (\text{formule C2.3.4b})$$

$$e = \frac{P \cdot D_c}{2f \cdot z + P} \frac{1}{\cos \alpha} \quad (\text{formule C2.3.4c})$$

C2.3.6 - RACCORDEMENT A ANGLE VIF D'UNE ENVELOPPE CYLINDRIQUE A LA GRANDE BASE D'UNE ENVELOPPE CONIQUE

C2.3.6.1 - Les présentes règles ne sont applicables que si :

a) l'assemblage est constitué par une soudure bout à bout avec reprise envers assurant - par meulage si nécessaire - un raccordement régulier des surfaces intérieures des deux enveloppes comme indiqué en Annexe FA1 ;

b) la soudure d'assemblage est soumise aux contrôles non destructifs à 100 % prévus en 1.10.

C2.3.6.2 - Les épaisseurs minimales nécessaires de l'enveloppe cylindrique et de l'enveloppe conique sont données par les relations :

a) enveloppe cylindrique :

$$e_{1,cyl} = \text{MAX} \left\{ \left(\frac{P \cdot D_{e,1}}{2f_{\min} + P} C_2 \right), \left(\frac{P \cdot D_{e,1}}{2f_{\min} \cdot z + P} \right) \right\}$$

(relation C2.3.6.2a)

Le coefficient C_2 est donné par le graphique C2.3.6.

L'épaisseur utile de l'enveloppe cylindrique doit être au moins égale à $e_{1,cyl}$ sur une longueur au moins égale à :

$$l_{1,cyl} = \sqrt{D_{m,1} \cdot e_{1,cyl}}$$

b) enveloppe conique :

$$e_{1,cône} = \text{MAX} \left\{ \left(\frac{P \cdot D_{e,1}}{2f_{\min} + P} C_2 \right), \left(\frac{P \cdot D_{e,1}}{2f_{\min} \cdot z + P} \frac{1}{\cos \alpha} \right) \right\}$$

(relation C2.3.6.2b)

L'épaisseur utile de l'enveloppe conique doit être au moins égale à $e_{1,cône}$ sur une longueur, mesurée selon une génératrice, au moins égale à :

$$l_{1,cône} = \sqrt{\frac{D_{m,1} \cdot e_{1,cône}}{\cos \alpha}}$$

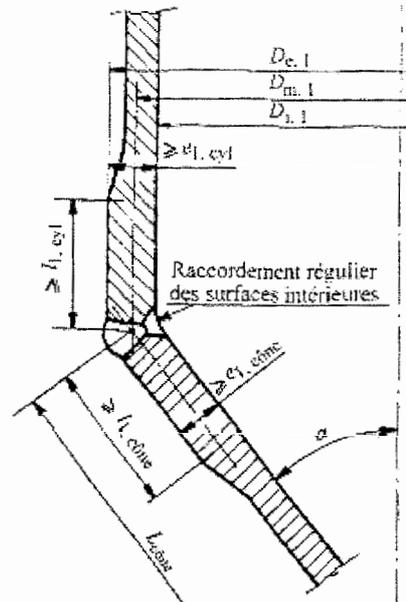
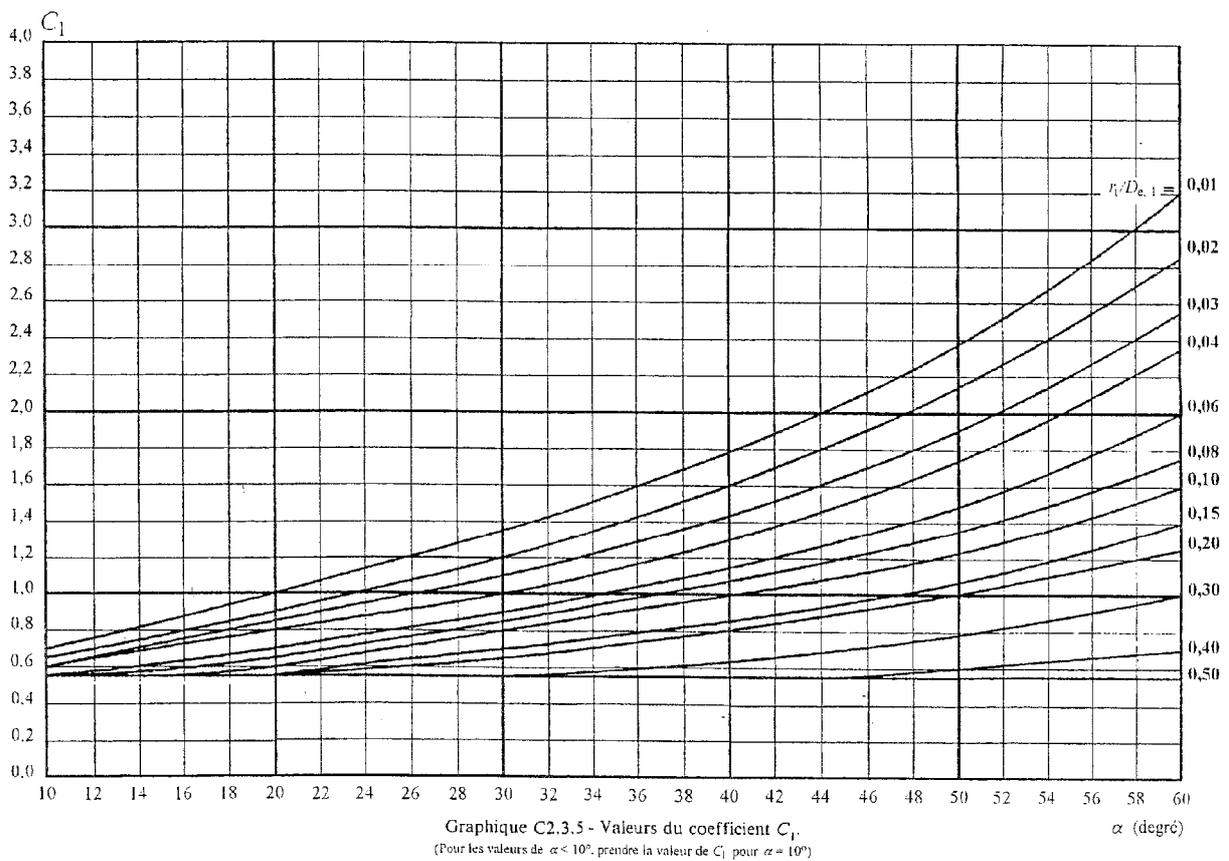
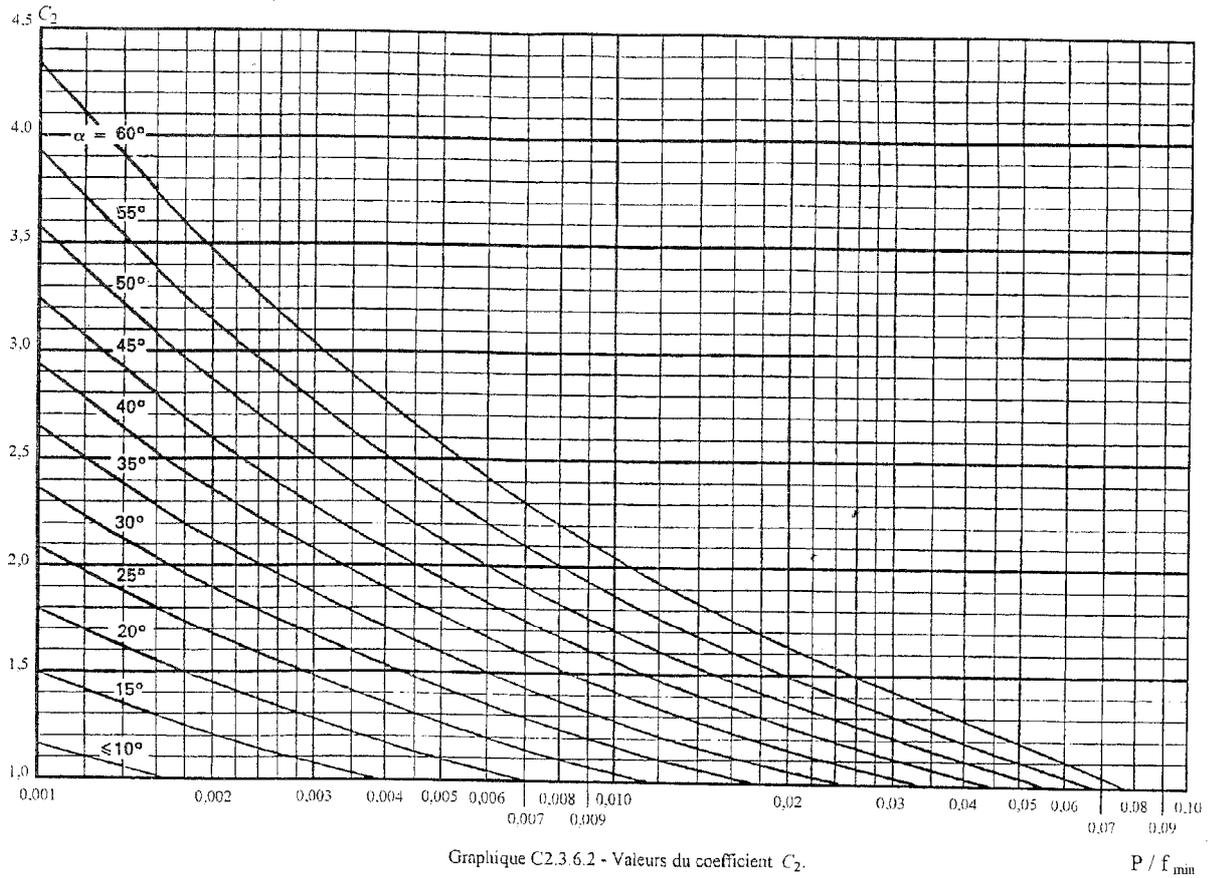
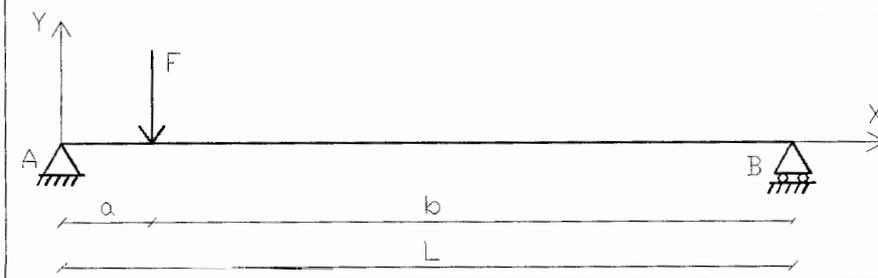


Fig. C2.3.6.2

Raccordement à angle vif à la grande base d'une enveloppe conique.



FORMULE DE FLECHES



$$f\left(\frac{L}{2}\right) = \frac{Fa}{2EI} \left(\frac{L^2}{8} - \frac{a^2}{6} \right)$$

EXTRAIT DE LA NORME NF P 22-430

NOTATIONS

- A section nominale du boulon (de la tige lisse)
- AS section résistante de la partie filetée
- N effort de traction relatif à l'état limite ultime (effort pondéré), exercé sur chaque boulon
- V2 effort par boulon relatif à l'état limite ultime (effort pondéré), exercé sur l'assemblage
- m nombre de plans de cisaillement
- σ_{red} contrainte caractéristique servant de contrainte de vérification des boulons

RESISTANCE DES BOULONS

A la traction

On vérifie
$$1,25 \frac{N}{A_S} \leq \sigma_{red}$$

Au cisaillement

Si aucune précaution spéciale n'est exigée pour l'exécution, on vérifie :

$$1,54 \frac{V_2}{mA_S} \leq \sigma_{red}$$

Effort incliné sur le plan de joint

Admettant par boulon, une composante normale N suivant l'axe du boulon et une composante V2 dans le plan de joint, on vérifie :

$$1,25 \frac{N}{A_S} \leq \sigma_{red} \quad \text{et} \quad \frac{\sqrt{N^2 + 2,36 \left(\frac{V_2}{m} \right)^2}}{A_S} \leq \sigma_{red}$$

**EXTRAIT DE L'ADDITIF 80
RESISTANCE DES SECTIONS EN FLEXION**

Le moment de flexion dans une section ne doit pas être supérieure au moment de plastification conventionnel de la section (si N et V_y sont négligeables et s'il n'y a pas de risque de déversement).

$$M_{f_{max}} \leq M_P$$

avec $M_{Px} = W_{pl,x} \cdot \sigma_e$ et $M_{Py} = W_{pl,y} \cdot \sigma_e$

**EXTRAIT DE L'ADDITIF 80
RESISTANCE D'UN ELEMENT AU FLAMBEMENT**

La sollicitation N de compression simple sous charges pondérées doit satisfaire à la condition suivante :

$$k_0 \cdot \frac{N}{N_P} \leq 1$$

avec $N_P = A_{eff} \cdot \sigma_e$ et k_0 est fonction de $\bar{\lambda} = \frac{L_K}{i} \cdot \frac{1}{93,9}$

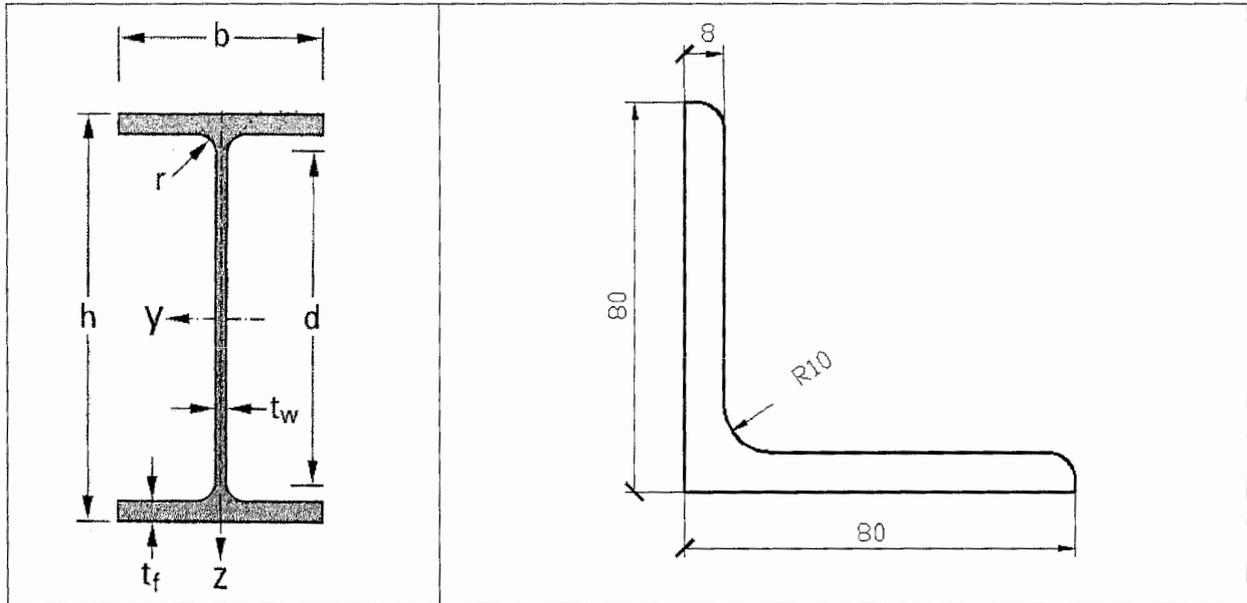
ou L_K est la longueur de flambement et i , le rayon de giration du profil.

k_0 est lu dans le tableau ci-dessous.

$\bar{\lambda}$	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,2	1,00	1,00	1,01	1,01	1,01	1,02	1,02	1,02	1,03	1,03
0,3	1,04	1,04	1,04	1,05	1,05	1,06	1,06	1,07	1,07	1,08
0,4	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,10	1,11	1,11	1,12	1,12
0,5	1,13	1,14	1,14	1,15	1,15	1,16	1,17	1,17	1,18	1,19
0,6	1,19	1,20	1,21	1,22	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27
0,7	1,27	1,28	1,29	1,30	1,31	1,32	1,33	1,34	1,35	1,36
0,8	1,38	1,39	1,40	1,41	1,42	1,44	1,45	1,46	1,48	1,49
0,9	1,51	1,52	1,54	1,55	1,57	1,59	1,60	1,62	1,64	1,65
1,0	1,67	1,69	1,71	1,72	1,74	1,76	1,78	1,80	1,82	1,84
1,1	1,86	1,88	1,90	1,92	1,94	1,97	1,99	2,01	2,03	2,06
1,2	2,08	2,10	2,13	2,15	2,18	2,20	2,23	2,25	2,28	2,31
1,3	2,33	2,36	2,39	2,41	2,44	2,47	2,50	2,52	2,55	2,58
1,4	2,61	2,64	2,67	2,70	2,73	2,76	2,79	2,82	2,85	2,89
1,5	2,92	2,95	2,98	3,01	3,05	3,08	3,11	3,15	3,18	3,21
1,6	3,25	3,28	3,32	3,35	3,39	3,43	3,46	3,50	3,54	3,58
1,7	3,62	3,65	3,69	3,73	3,77	3,82	3,84	3,88	3,92	3,96
1,8	4,00	4,04	4,07	4,11	4,15	4,19	4,23	4,27	4,32	4,36
1,9	4,40	4,44	4,48	4,53	4,57	4,61	4,66	4,70	4,74	4,79
2,0	4,83	4,87	4,92	4,96	5,00	5,05	5,09	5,13	5,18	5,22
2,1	5,27	5,32	5,36	5,41	5,46	5,50	5,54	5,59	5,63	5,68
2,2	5,73	5,78	5,83	5,88	5,92	5,97	6,02	6,07	6,12	6,17
2,3	6,22	6,27	6,33	6,38	6,43	6,49	6,54	6,59	6,64	6,69
2,4	6,74	6,80	6,85	6,90	6,95	7,01	7,06	7,11	7,16	7,21
2,5	7,26	7,32	7,37	7,43	7,49	7,54	7,58	7,63	7,67	7,73

CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DE PROFILES

Désignation	h (hauteur)	b (largeur d'aile)	t_w (épaisseur âme)	t_f (épaisseur aile)	r (rayon de raccord)
HEA 200	190	200	6,5	10	18
IPE 330	330	160	7,5	11,5	18



CALCUL DE PAS ET DE PINCES

$$1,5 d_{tr} < e_2 < 2d_{tr}$$

$$1,5 d_{tr} < e_1 < 2,5d_{tr}$$

$$3 d_{tr} < p_1 < 7d_{tr}$$

$$3 d_{tr} < p_2 < 7d_{tr}$$

- Diamètre de perçage $d_{tr} = 22$ mm pour un boulon HM20

Electrodes pour le soudage des aciers fortement alliés **SAFINOX R 312**

2747



CARACTERISTIQUES PARTICULIERES :

Electrode à fusion douce.
Cordons de très bel aspect.
Conditions optimales d'étuvage si nécessaire : 1 h 30 à 300 °C - 350 °C.

APPLICATIONS PRINCIPALES :

Soudage de tous aciers difficilement soudables : aciers alliés, aciers de blindage,
Soudage de matériaux dissemblables : acier non ou faiblement allié avec acier inox des nuances AISI 308, 316, 347, 318, 309, 310, etc.
Electrode particulièrement adaptée pour les réparations.

TYPE D'ENROBAGE Rutile basique semi-épais.

NORMALISATION * Remplace NFA 81-343 * Remplacé par EN 1600

(1) En raison de certaines divergences avec la norme correspondante, la classification proposée n'a pas un caractère absolu.

NF (A 81-343)* ⁽¹⁾	ISO (3581) ⁽¹⁾	AWS (A 5.4) ⁽¹⁾	DIN (8556)*	WNr	NF (EN 1600)* ⁽¹⁾
EZ 29 9 R 23	E 29 9 R 23	E 312-17	E 29 9 R 23	1,4337	E 29 9 R 12

NATURE DU COURANT Courant alternatif : U₀ ≥ 50 V
Courant continu : polarité : à l'électrode

POSITION DE SOUDAGE

Toutes, sauf verticale descendante.



CARACTERISTIQUES MECANIKES

Sur moule AFNOR NF EN 1597-1.

Valeurs types			ANALYSE CHIMIQUE	
			%	Valeurs types
Re	MPa	600	C	0.08
Rm	MPa	720	Si	1.3
A 5 d	%	30	Mn	1.3
KV α + 20°C	J	30	S	0.008
			P	0.027
			Ni	12.2
			Cr	27.5

Tendance ferritique : ferrite WRC 92 moyenne 20 %.

IDENTIFICATION Marquage de l'enrobage : SAFINOX R 312

PRINCIPALES NUANCES D'ACIERS

Aciers non alliés. Aciers faiblement alliés. Aciers à très haute limite d'élasticité. Aciers inoxydables. Aciers à 13 % Mn.

PRESENTATION / CONDITIONNEMENT / REFERENCES

Diamètre (mm)	Longueur (mm)	Poids moyen au 1000 (kg)	Intensité moyenne (A)	SAFINOX R 312	
				Référence	Quantité par étui
2.5	300	18.7	75	1081-0318	90
3.2	350	37.1	100	1081-0321	50
4	350	54.1	130	1081-0320	35
5	350	81.7	165	1081-0317	20

ÉLECTRODES DE SOUDAGE / POUR ACIERS FORT. ALLIÉS, INOX, RÉFRACT., DE BLINDAGE, AU MANGANÈSE, SPÉCIAUX

Electrodes pour le soudage des aciers fortement alliés - aciers inoxydables

SAFINOX R 316 L

SAFDRY R 316 L

2713



CARACTERISTIQUES PARTICULIERES :

Electrode donnant une fusion très douce sans projection, un cordon lisse finement strié de très bel aspect et un laitier d'enlèvement très facile.
Amorçage aisé (embout métallisé).
Faible sensibilité à la reprise en humidité.
Conditions d'étuvage 1 h 30 à 300 °C - 350 °C.
En version SAFDRY (électrodes sous-vide), les électrodes peuvent être utilisées sans étuvage.

APPLICATIONS PRINCIPALES :

Soudage des aciers inoxydables des nuances 18 à 20 % de chrome, 8 à 12 % de nickel, 2 à 3 % de molybdène à très basse teneur en carbone.
Cette électrode peut également être utilisée pour le soudage des aciers inoxydables du même type stabilisés ou non pour des températures de service inférieures à 450 °C.
Cette électrode est recommandée lorsqu'il est recherché un très bel aspect des dépôts.

TYPE D'ENROBAGE Rutile basique semi-épais.

NORMALISATION

* Remplace NFA 81-343 * Remplacé par EN 1600

NF (A 81-343) *	ISO (3581)	AWS (A 5.4)	DIN (8556) *	BS (2926) *	NF (EN 1600) *
EZ 19 12 3 LR 23	E 19 12 3 LR 23	E 316 L-17	E 19 12 3 nCR 23	19 12 3 LR	E 19 12 3 LR 12

NATURE DU COURANT Courant alternatif : U₀ ≥ 50 V
Courant continu : polarité : à l'électrode

POSITION DE SOUDAGE

Toutes, sauf verticale descendante.



CARACTERISTIQUES MECANIKES

En brut de soudage sur moule AFNOR NF EN 1597-1.

		Valeurs types
Re	MPa	400
Rm	MPa	590
A 5 d	%	39
KV α + 20 °C	J	75
KV α - 101 °C	J	40

ANALYSE CHIMIQUE

Sur dépôt ISO 6847.

%	Valeurs types
C	0.018
Si	0.85
Mn	0.8
S	0.015
P	0.020
Ni	11.5
Cr	18.5
Mo	2.8

Tendance ferritique : ferrite WRC 92 moyenne 6 %.

IDENTIFICATION Marquage de l'enrobage : SAFINOX R 316 L-316L-17 / SAFDRY R 316 L-316L-17

AGREMENTS / HOMOLOGATIONS (Voir pages 1400 et suivantes)

A.B.S. - B.V. - S.N.C.F. - CONTROLAS - T.Ü.V. - D.N.V. - L.R.S. - D.B.

PRINCIPALES NUANCES D'ACIERS

■ AFNOR : Z 2 CND 17.12 - Z 2 CND 17.13 ■ DIN : X2 Cr Ni Mo 18.10 - X2 Cr Ni Mo 18.12 - WNr : 1.4404 ■ UNE : X 2 Cr Ni Mo 17.12.03 ■ ASTM : 316 L ■ UNI : X 2 Cr Ni Mo 17.12 - X 2 Cr Ni Mo 17.13 ■ JIS : SUS 316 L ■ BS : 316 S 12 ■ MNC : 23.48.02 - 14.23.48.

PRESENTATION / CONDITIONNEMENT / REFERENCES

Diamètre (mm)	Longueur (mm)	Poids moyen au 1000 (kg)	Taux de dépôt (g/min)	Intensité moyenne (A)	SAFINOX R 316 L		SAFDRY R 316 L	
					Référence	Quantité par étui	Référence	Quantité par sachet par caisse
1.6	300	8.3	-	40	1081-1449	170	-	-
2	300	11.3	10.3	40	1081-1441	320	-	-
2.5	300	18.0	15.3	65	1081-1442	190	1081-1837	28 448
3.2	350	35.8	21.3	100	1081-1446	115	1081-1838	22 308
4	350	53.4	31.5	130	1081-1444	75	1081-1839	19 228
5	450	108.3	48.8	185	1081-1447	45	-	-
2.5	350	23.3	-	65	1081-1439	170	-	-
4	450	69.4	-	130	1081-1448	80	-	-

ÉLECTRODES DE SOUDAGE / POUR ACIERS FORT. ALLIÉS, INOX., RÉFRACT., DE BLINDAGE, AU MANGANÈSE, SPÉCIAUX

Electrodes pour le soudage des aciers fortement alliés aciers inoxydables **SUPERSAFDRY 20.10.3**



ÉLECTRODES DE SOUDAGE / POUR ACIERS FORT. ALLIÉS, INOX., RÉFRACT., DE BLINDAGE, AU MANGANÈSE, SPÉCIAUX

CARACTERISTIQUES PARTICULIERES :

Rendement effectif : 170 % (âme en acier doux).

Electrode donnant une fusion douce sans projection, un cordon lisse finement strié de très bel aspect, un laitier d'enlèvement très facile.

Cette électrode est utilisable en "automatique manuel".

Présentée en emballage sous-vide son utilisation ne nécessite aucun étuvage préalable.

Néanmoins après une exposition prolongée à l'air ambiant, un réétuvage peut être nécessaire (conditions optimales : 1 h 30 à 300 °C).

APPLICATIONS PRINCIPALES :

Soudage des aciers inoxydables des nuances 18 à 20 % de chrome, 2 à 3 % de molybdène stabilisés ou non pour des domaines d'utilisation sans exigence particulière concernant les caractéristiques mécaniques ou la résistance à la corrosion.

Soudage des mêmes nuances avec des aciers au carbone ou faiblement alliés.

Cette électrode est particulièrement recommandée lorsqu'il est recherché une grande productivité, un très bel aspect des dépôts.

TYPE D'ENROBAGE Rutile basique très épais entièrement synthétique.

NORMALISATION

* Remplace NFA 81-343 * Remplacé par EN 1600

NF (A 81-343) *	ISO (3581)	AWS (A 5.4)	DIN (8556) *	BS (2926) *	NF (EN 1600)*
EZ 19 12 3 R 170 36 X	E 19 12 3 R 170 36 X	E 308 Mo 26	E 19 12 3 MPR 36170	19 12 3 RMP	E 20 10 3 R 53

NATURE DU COURANT

 Courant alternatif : U₀ ≥ 60 V

Courant continu : polarité : à l'électrode

POSITION DE SOUDAGE

A plat, en angle non positionné, à clin pour les diamètres 3,2 - 4 - 5.

Toutes positions sauf verticale descendante pour les diamètres 1,6 - 2 - 2,5.


CARACTERISTIQUES MECANIKES

En brut de soudage sur moule AFNOR NF EN 1597-1.

		Valeurs types
Re	MPa	500
Rm	MPa	720
A 5 d	%	31
KV à + 20 °C	J	75
KV à - 101 °C	J	50

ANALYSE CHIMIQUE

Sur dépôt ISO 6847.

	%	Valeurs types
C		0,05
Si		0,9
Mn		0,9
S		0,010
P		0,020
Ni		10,5
Cr		20,2
Mo		2,5

Tendance ferritique : ferrite WRC 92 moyenne 16 %.

IDENTIFICATION

Marquage de l'enrobage : SUPERSAFDRY 20.10.3 - 308 Mo 26

AGREMENTS / HOMOLOGATIONS (Voir pages 1400 et suivantes)

T.U.V. - L.R.S.

PRINCIPALES NUANCES D'ACIERS

■ AFNOR : Z 6 CND 17.11 ■ DIN : X 5 Cr Ni Mo 18.10 ■ UNE : X 6 Cr Ni Mo 17.12.03 ■ ASTM : 316 ■ UNI : X 5 Cr Ni Mo 17.12

■ JIS : SUS 316 ■ BS : 316 S 16 ■ MNC : 14 23 47 ■ WNR : 1.4401 - 1.4408 - 1.4436.

PRESENTATION / CONDITIONNEMENT / REFERENCES

Diamètre (mm)	Longueur (mm)	Poids moyen au 1000 (kg)	Intensité moyenne (A)	SUPERSAFDRY 20.10.3		
				Référence	Quantité	
					par sachet	par caisse
1,6	300	11,8	45	1081-0237**	-	-
2	350	19,7	70	1081-1858	28	448
2,5	350	30,4	90	1081-1859	24	336
3,2	450	69,5	140	1081-1860	18	216
4	450	100,7	180	1081-1861	18	162
5	450	162,5	280	1081-1862	15	135

** Non disponible en version sous-vide - 1,35 électrodes par étui

ACIERS INOXYDABLES

Compositions chimiques (selon NF en 10088-2 et NF en 10088-3)

TENEURS EN % (MINI-MAXI)

DESIGNATION	C	Si	Mn	P	S	N	Cr	Cu	Mo	Ni	Ti	W	Nb
Ferritiques													
X2CrNi 12 - 1.4003 / 403	≤0,030	≤1,00	≤1,50	0,040	≤0,015	≤0,030	10,50 12,50			0,30 1,00			
X6CrTi 17 - 1.4016 / 430	≤0,080	≤1,00	≤1,00	0,040	≤0,015		16,00 18,00						
X2CrMoTi18-1 - 4509 / 444	≤0,020	≤0,40	≤0,40				17,50 18,50				0,10 0,60		0,42 0,45
Austenitiques													
X12Cr 13 - 1.4006 / 410	0,08 0,15	≤1,00	≤1,50	0,040	≤0,015		11,50 13,00			≤0,75			
X20Cr 13 - 1.4021 / 420	0,16 0,25	≤1,00	≤1,50	0,040	≤0,015		12,00 14,00						
X19CrNi 17.2 - 1.4057 / 431	0,12 0,22	≤1,00	≤1,50	0,040	≤0,030		15,00 17,00			1,50 2,50			
X2CrNiMoN 25.7.4 - 1.4501 / 2507	≤0,030	≤1,00	≤1,00	0,035	≤0,015	0,20 0,30	24,00 26,00	0,50 1,00	3,00 4,00	6,00 8,00		0,50 1,00	
X3CrNiMoN 27.5.2 - 1.4460 / 7 Mo plus	≤0,05	≤1,00	≤2,00	0,035	≤0,030	0,05 0,20	25,00 28,00		1,30 2,00	4,50 6,50			
X2CrNiMoCuN 25.5.3 - 1.4507 / Ferralium 255	≤0,030	≤0,70	≤2,00	0,035	≤0,015	0,15 0,30	24,00 26,00	1,00 2,50	2,70 4,00	5,50 7,50			
Austenitiques													
X4CrNi 18.10 - 1.4301 / 304	≤0,07	≤1,00	≤2,00	0,045	≤0,015	≤0,11	17,00 19,50			8,00 10,50			
X2CrNi 18.9 - 1.4307 / 304 L	≤0,030	≤1,00	≤2,00	0,045	≤0,015	≤0,11	17,50 19,50			8,00 10,00			
X2CrNi 19.11 - 1.4306 / 304 L	≤0,030	≤1,00	≤2,00	0,045	≤0,015	≤0,11	18,00 20,00			10,00 12,00			
X4CrNi 18.12 - 1.4303 / 305	≤0,06	≤1,00	≤2,00	0,045	≤0,015	≤0,11	17,00 19,00			11,00 13,00			
X4CrNiMo 17.12.2 - 1.4401 / 316	≤0,07	≤1,00	≤2,00	0,045	≤0,015	≤0,11	16,50 18,50			10,00 13,00			
X2CrNiMo 17.12.2 - 1.4404 / 316 L	≤0,030	≤1,00	≤2,00	0,045	≤0,015	≤0,11	16,50 18,50		2,00 2,50	10,00 13,00			
X2CrNiMo 17.12.3 - 1.4432 / 316 L	≤0,030	≤1,00	≤2,00	0,045	≤0,015	≤0,11	16,50 18,50		2,50 3,00	10,50 13,00			
X6CrNiMoTi 17.12.2 - 1.4571 / 316 Ti	≤0,08	≤1,00	≤2,00	0,045	≤0,015		16,50 18,50		2,00 2,50	10,50 13,50	5 x C 0,70		
X2CrNiMo 18.15.4 - 1.4438 / 317 L	≤0,030	≤1,00	≤2,00	0,045	≤0,015	≤0,11	17,50 19,50		3,00 4,00	13,00 16,00			
X6CrNiTi 18.10 - 1.4541 / 321	≤0,08	≤1,00	≤2,00	0,045	≤0,015		17,00 19,00			9,00 12,00	5 x C 0,70		
X1CrNiSi 18.15.4 - 1.4361 / 18.15	≤0,015	3,70 4,50	≤2,00	0,025	≤0,010	≤0,11	16,50 18,50		≤0,20	14,00 16,00			
X1NiCrMoCu 25.20.5 - 1.4539 / 904 L	≤0,020	≤0,70	≤2,00	0,03	≤0,010	≤0,15	19,00 21,00	1,20 2,00	4,00 5,00	24,00 26,00			
Z2NCDU 25.25.05 Az - 1.4537 / URSB8	≤0,020	≤0,70	≤2,00	0,03	≤0,010	0,17	24,00 26,00	1,20 2,00	4,70 5,70	24,00 27,00			

(1) Communiquées à titre d'information et sans engagement - Consulter les normes originales au dernier indice.

FICHE TECHNIQUE - A 42 CP / P 265 GH

PROPRIETE :

Tôles en acier calmé non allié, essentiellement destinées à la chaudronnerie en raison de leur très bonne soudabilité. Le A 42 CP remplace les anciennes nuances A 42 C1 et A 42 C2.

EMPLOIS :

- Constructions type chaudières
- Appareils à pression
- Pièces et appareils de sécurité comportant de nombreuses soudures
- Pièce chaudronnées soudées diverses
- Constructions mécano-soudées fortement bridées
- Pièces ou ensembles devant être peu sensibles à l'effet de trempe résultant de l'oxycoupage ou de la soudure

COMPOSITION CHIMIQUE SUR LINGOTIN DE COULEE :

C	Mn	Si	S	P
0.18	0.60	0.30	0.030	0.035
maxi	mini	maxi	maxi	maxi

CARACTERISTIQUES MECANIQUES :

Épaisseur en mm	Re N/mm ²	Rm N/mm ²	A% sur 5.65.S	KVC Long daJ/cm ²	Pliage 180°
Jusqu'à 30	255 mini	410-490	27 mini	2.4 peau 1.8 ep. A 0°C	r = e
31 à 50	235 mini		26 mini		r = 30mm
51 à 80	235 mini		24 mini		
81 à 110	225 mini		24 mini		

Assemblages Thermiques

Assemblages thermiques

En procédés automatiques, sous flux solide, laser ou T.I.G le cas échéant, il est commode d'afficher et d'assurer la vitesse d'avance en cm/mn.

Cela l'est beaucoup moins en soudage manuel à l'électrode enrobée.

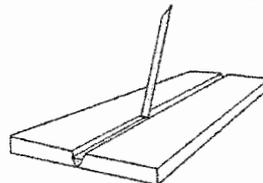
Le soudeur doit s'entraîner et être très qualifié.

La puissance de l'arc électrique (U, I), l'intensité réglée pour chaque diamètre d'électrode, font qu'elles présentent une constante de fusion.

La vitesse d'avance en cm/mn de la réalisation d'un joint soudé peut s'apprécier dans le rapport de la longueur de cordon déposé pour 10 cm d'électrode consommée.

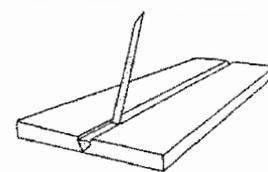
Cordons de soudure réalisés avec 10 cm d'une électrode de $\varnothing 3,2$ mm

• Avance rapide



la longueur du cordon est de 8 cm, sa section est de 10 mm²

• Avance lente



la longueur du cordon est de 3.8 cm, sa section est de 21 mm²

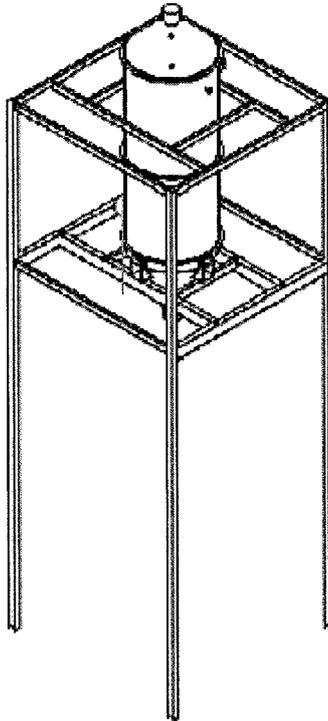
Tableau donnant l'énergie nominale E_n , en fonction du diamètre et de la longueur (en cm) du cordon de soudure réalisé et ceci pour 10 cm d'électrode consommée.

NB : les parties grisées correspondent à un domaine d'utilisation normale.

LA VITESSE DE SOUDAGE

E_n kJ/cm	\varnothing mm	2,5	3,2	4	5	6,3
6		6,4	10	16	21,2	
8		4,7	8	12	16	23
10		3,8	6,5	9	12,7	18,3
12		3	5,2	8	10,6	16,8
14		2,5	4,5	6,5	9	14,4
16			3,8	5,6	7,9	12,7
18			3,4	5	7,1	11,2
20			3	4,4	6,3	10,1
25			2,4	3,5	5	8
30				2,7	4,3	6,7
40				2	3,2	5
50					2,6	4

Concentrateur de soude



PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT:

Pour concentrer la soude diluée, il faut faire évaporer l'eau. Cette évaporation est obtenue dans cet appareil en utilisant l'action combinée de la température, de la dépression de 280 millibars en partie supérieure et de l'arrivée tangentielle du fluide qui crée un vortex augmentant ainsi la surface d'évaporation.

Schéma de principe :

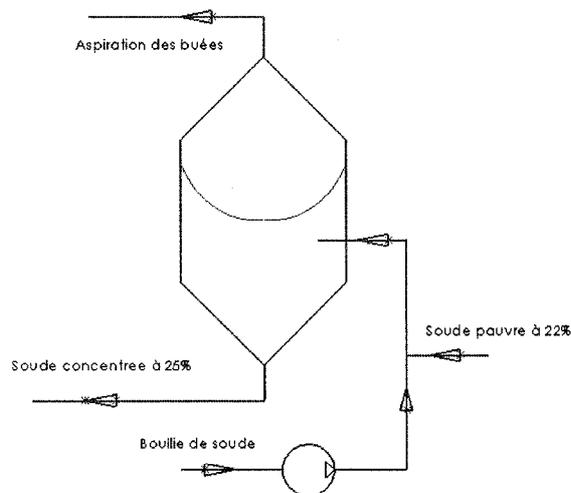


Figure 1

MISE EN SITUATION

Le concentrateur est défini sur les documents **(DT1.1)** et **(DT1.2)** complétés par la nomenclature **(DT1.3)**. Il est placé sur une structure porteuse **(DT2)**. Celle-ci est constituée de profilés en IPE pour les poutres et solives de plancher et en HEA pour les poteaux. La stabilité de l'ensemble n'est pas définie et elle fera l'objet d'une question.

DONNEES (nécessaires pour l'étude de l'évaporateur)

Données de calcul		
Code de construction CODAP 2005 Catégorie C		
Situation normale de service	Fluide	Soude 30%
	Pression de service	Plein d'eau
	Température de service	40 °C
	Pression de calcul	1,3 Bar / Vide 280 millibars
	Température de calcul	120°C
Situation d'essai	Pression d'essai	2 Bar
	Température de l'essai	20 °C
Surépaisseur de corrosion		0
Coefficient de soudure		0,7

Amincissement en cours de roulage : 0.1 mm

Tolérance en moins sur le produit brut : 0.4 mm

La tolérance en moins sur l'épaisseur du tube ϕ 610 mm est de : 0.125 fois l'épaisseur.

Caractéristiques mécaniques du X6 Cr Ni Mo Ti 17-12-2			
Rtp1,0		Rtm	
100°C	150°C	100°C	150°C
218	206	440	410

DONNEES (nécessaires pour l'étude de la structure porteuse)

- L'acier utilisé pour la structure porteuse est de nuance S235 ($\sigma_e = 235 \text{ N/mm}^2$).
- Les boulons utilisés sont de classe de qualité 6.8
- Le poids propre de l'évaporateur à vide : $G_{\text{évaporateur}} = 3000 \text{ daN}$
- La charge d'exploitation de l'évaporateur (eau) : $Q_{\text{évaporateur}} = 24000 \text{ daN}$
- Module de Young : $E = 210\,000 \text{ Mpa}$

Nota :

On ne tiendra pas compte, dans l'étude, du poids propre des profilés ni de la charge d'exploitation due à la circulation sur les planchers.

TRAVAIL DEMANDE

Pour chacune des questions, vous ferez apparaître les détails de votre analyse ainsi que les résultats intermédiaires.

1) VERIFICATIONS DE LA CONFORMITE AU CODAP DE LA VIROLE REP 2.

Cette virole devra résister à la pression intérieure ainsi qu'à la pression extérieure de 280 millibars. Pour effectuer cette vérification on vous impose le plan suivant :

- 1.1 Déterminer la contrainte en situation normale de service. On prendra l'allongement après rupture du matériau : $A > 30\%$.
Pour la suite de la question 1 et pour la question 2 , vous prendrez $f = 145$ MPa.
- 1.2 Déterminer l'épaisseur utile de cette tôle.
- 1.3 En pression intérieure, calculer l'épaisseur minimum nécessaire de cette tôle (uniquement en situation normale de service). On donne le module d'élasticité à température de calcul égal à 165000 Mpa.
Conclure.
- 1.4 En vous appuyant sur les documents DT4 à DT7, calculer la pression extérieure maximale admissible. Conclure.

2) VERIFICATION DE L'OUVERTURE D

- 2.1 Vérifier la conformité au CODAP de cette ouverture (en situation normale de service. uniquement).

Plan conseillé :

- Calculer les épaisseurs admises e et les diamètres D_m , d_m , d .
- Vérifier les conditions d'application.
- Calculer les longueurs d'influence L , l .
- Calculer les surfaces S , S_t et G .
- Ecrire et résoudre la formule de vérification.
- Si l'ouverture n'est pas conforme proposer 3 modifications.

3) VERIFICATION DU FOND CONIQUE INFERIEUR

- 3.1 Vérifier la conformité au CODAP du fond conique inférieur (voir **DT8 à DT13**)
 - en situation d'épreuve ($p = 2$ bar en partie supérieure de l'appareil)
 - l'appareil est plein d'eau ($\rho = 1000\text{kg/m}^3$)
 - le dénivelé entre le bas du cône et le haut du condenseur est de 8.5m

Plan conseillé :

- Calculer la pression maximale dans le cône inférieur.
- Calculer l'épaisseur grâce à la formule générale dans le cas le plus défavorable, faire l'hypothèse d'une pression constante de 3 bar. Prendre $f = 240$ Mpa.

- Calculer l'épaisseur du cône à sa grande base.
- Conclure.

4) ETUDE DE TUYAUTERIE

La tuyauterie reliant le réseau d'eau et l'orifice E du concentrateur est définie sur le plan (DT3).

- 4.1 Sur (DR1) à l'échelle approximative indiquée, représenter la tuyauterie en perspective isométrique unifilaire.

Remarques :

- Se limiter à la partie en DN 40 entre les points d'épure 1 et 5
- La liaison au point 5 entre DN 40 et DN100 est un piquage posé.
- Le jeu de soudage est de 1 mm.

- 4.2 Coter la tuyauterie.

- 4.3 Calculer les angles des courbes différents de 90°.

- 4.4 Calculer les longueurs des parties droites de la tubulure, entre 1 et 2, entre 3 et 4, ainsi qu'entre 4 et 5 .

- 4.5 A main levée, faire le croquis coté de la tubulure entre 4 et 5

5) STABILITE DE LA STRUCTURE PORTEUSE :

- 5.1 Proposer une solution pour la conception de la stabilité de la structure sachant que tous les éléments sont articulés entre eux.

Etude de la plate-forme au niveau +10500 :

Nous allons étudier la plate-forme inférieure (DT2). C'est à dire celle recevant l'évaporateur. Celui-ci étant sur 4 appuis comme indiqué sur la Figure 2. Toutes les poutres et solives sont articulées à leurs extrémités.

6) ETUDE DE LA SOLIVE S₁ (OU S₂):

- 6.1 Argumenter le fait que l'étude de la solive S₁ est identique à celle de la solive S₂.
- 6.2 Calculer la valeur de la charge ponctuelle G en daN issue du poids propre de l'évaporateur s'appliquant sur la solive S₁ et faire un schéma mécanique. (on se servira des indications fournies sur la Figure 2)
- 6.3 Calculer la valeur de la charge ponctuelle Q en daN issue de la charge d'exploitation de l'évaporateur s'appliquant sur la solive S₁ et faire un schéma mécanique. (on se servira des indications fournies sur la Figure 2)

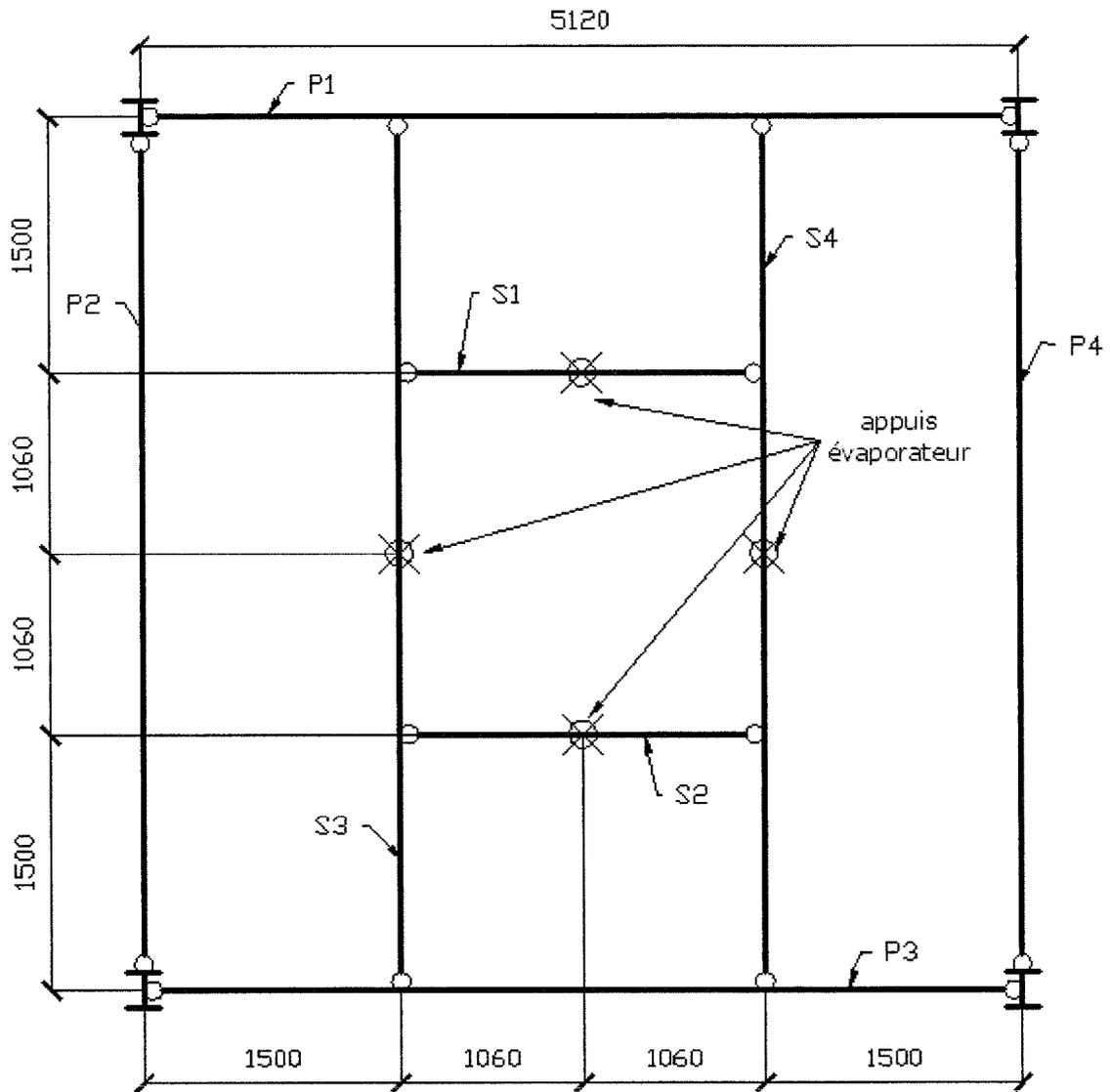


Figure 2

Pour prédimensionner ces solives en déformation (E.L.S.), nous modélisons la combinaison non pondérée $G + Q$ comme indiquée sur la Figure 3.

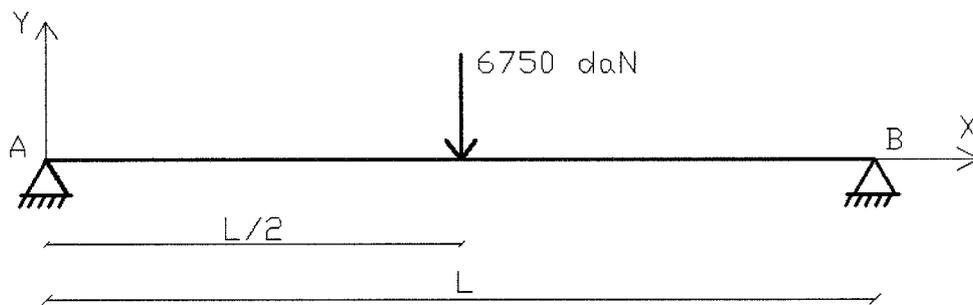


Figure 3

6.4 Déterminer l'IPE satisfaisant la condition suivante : $f(\frac{L}{2}) \leq \frac{L}{300}$

On donne :

- La flèche au milieu de la solive S_1 : $f(\frac{L}{2}) = \frac{F.L^3}{48.E.I}$
- Les caractéristiques de plusieurs IPE (Tableau 1)

Désignation	Module d'inertie (I en cm ⁴)	Module plastique (W _{pl} en cm ³)
IPE 180	1317	166,4
IPE 200	1943	220,6
IPE 220	2772	285,4

Tableau 1

Pour prédimensionner ces solives en résistance (E.L.U.), nous modélisons la combinaison pondérée 4/3G + 3/2Q comme indiqué sur la Figure 4.

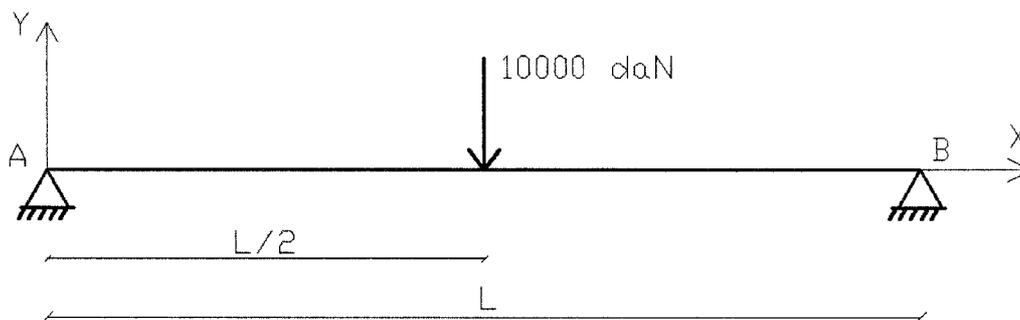


Figure 4

6.5 Déterminer l'IPE satisfaisant la condition suivante : $M_{\max} \leq W_{pl} \cdot \sigma_e$, sachant que le moment maxi au milieu de la solive vaut : 5300 daN.m

6.6 Donner votre choix final le plus économique pour les solives S_1 ou S_2 .

7) ETUDE DE LA SOLIVE S_3 (OU S_4) :

7.1 Calculer la valeur de la charge ponctuelle G en daN issue du poids propre de l'évaporateur s'appliquant sur la solive S_3 et faire un schéma mécanique. (On se servira des indications fournies sur la Figure 2)

7.2 Calculer la valeur de la charge ponctuelle Q en daN issue de la charge d'exploitation de l'évaporateur s'appliquant sur la solive S_3 et faire un schéma mécanique. (On se servira des indications fournies sur la Figure 2)

7.3 Pour la combinaison pondérée 4/3G + 3/2Q, dont le schéma est fourni sur la Figure 5 ci-dessous, tracer le diagramme de l'effort tranchant puis celui du moment fléchissant le long de la solive S_3 .

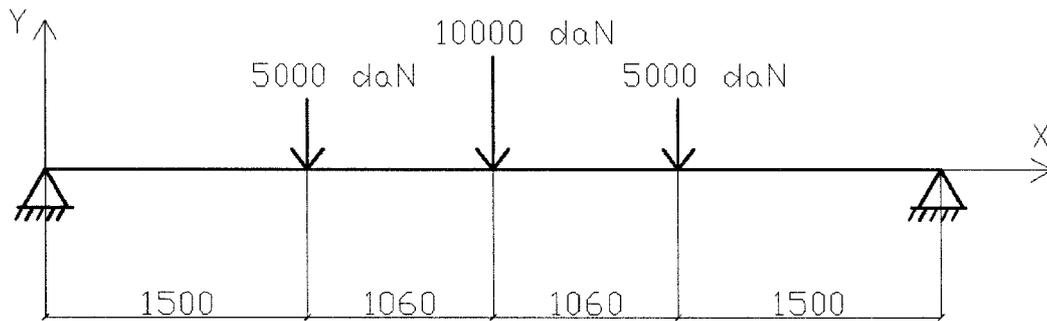


Figure 5

8) ETUDE DE LA POUTRE P₁ (OU P₃) :

8.1 En vous servant de la Figure 6, déterminer le déplacement vertical au milieu de la poutre P1 (IPE 330) sous la combinaison G + Q et vérifier si ce déplacement est admissible.

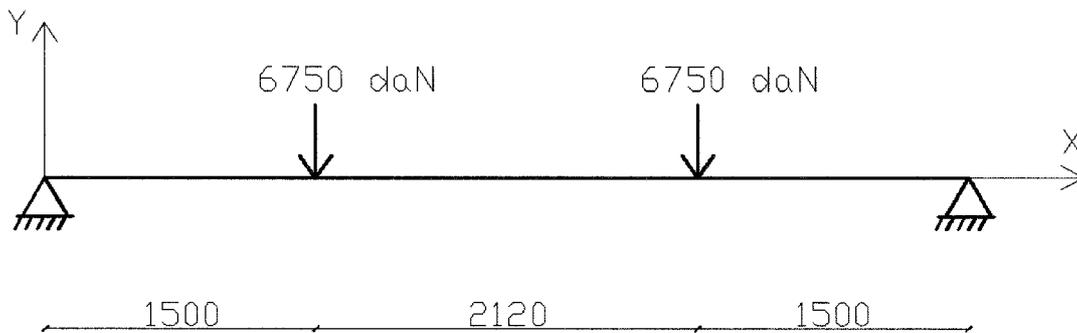


Figure 6

On donne :

- Les valeurs littérales de flèches en milieu de poutre (**DT 14**)
- La valeur de flèche admissible $f_{adm} = \frac{L}{300}$ (avec L, la longueur de la poutre)
- Pour un IPE 330 : $I = 11\,770\text{ cm}^4$

8.2 Vérifier la poutre P1 (IPE 330) à l'E.L.U. sous la combinaison pondérée $4/3G + 3/2Q$ comme indiqué sur la Figure 7 (en résistance, sans tenir compte du risque de déversement).

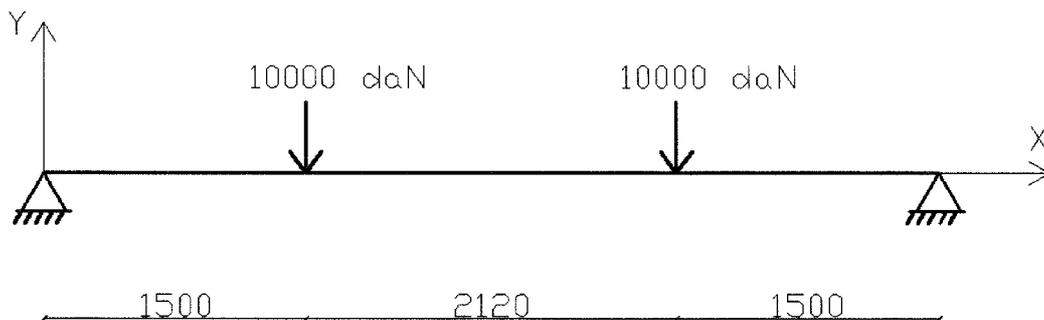


Figure 7

On donne :

- Le moment fléchissant maxi dans la poutre P_1 : $M_{f_{\max}}=15000\text{daN.m}$
- Pour un IPE 330 : $W_{pl}=804,3\text{cm}^3$
- Un extrait de l'additif 80 relatif à la résistance des sections en flexion (**DT 15**)

8.3 Conclure.

Etude complémentaire :

9) ETUDE D'UN POTEAU :

- 9.1 Argumenter le fait que les 4 poteaux sont chargés de la même façon.
- 9.2 Vérifier le poteau au risque de flambement sous un effort de compression $N = 10\,000\text{ daN}$ en vous servant des données fournies ci-dessous.

On donne :

- Un extrait de l'additif 80 concernant la résistance des sections au flambement.(**DT 15**)
- Le poteau est en HEA 200 ($A_{\text{eff}} = 53,83\text{ cm}^2$ et $i = 4,98\text{ cm}$)
- La longueur de flambement du poteau est de 10,5 m.

10) ETUDE DE L'ATTACHE POTEAU-POUTRE :

L'attache est réalisée par l'intermédiaire de trois boulons HM20 sollicités au cisaillement selon le schéma de la Figure 8.

- 10.1 Vérifier ces boulons au cisaillement si l'attache doit transmettre un effort pondéré de 10 000 daN.

On donne :

- Un extrait de la norme NF P 22-430 (**DT 14**)
- Pour un boulon HM20 qualité 6.8 ($A_S = 245\text{ mm}^2$ et $\sigma_{red} = 410\text{ Mpa}$)
- Il y a deux plans de cisaillement par boulon.

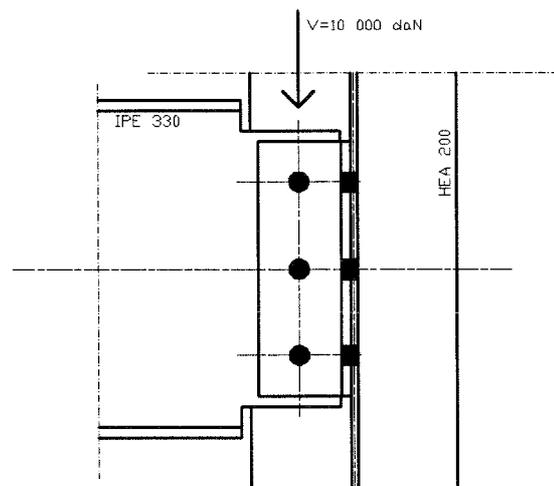


Figure 8

11) REALISATION D'UN CROQUIS

11.1 Réaliser le croquis coté de l'attache du nœud A, sur une feuille de copie, à l'échelle de votre choix (utiliser de préférence une page entière).

Sur celui-ci on trouvera :

- Le poteau en HEA 200
- La poutre en IPE 330 reliée au poteau. Cette liaison étant réalisée par l'intermédiaire de trois boulons HM20 qualité 6.8 et de deux cornières L80*80*8 (pour un total de 9 boulons).
- Les diagonales supérieures et inférieures en L80*80*8 boulonnées (3 boulons HM20 qualité 6.8) sur un gousset d'épaisseur 8 mm qui est lui-même soudé sur l'aile du poteau.

On n'oubliera pas d'indiquer la cotation des organes d'assemblages (boulons, pas, pinces, soudures ...)

On s'intéressera uniquement à ce qui est dans le plan de la Figure 9

On se servira des informations fournies sur le (DT 16).

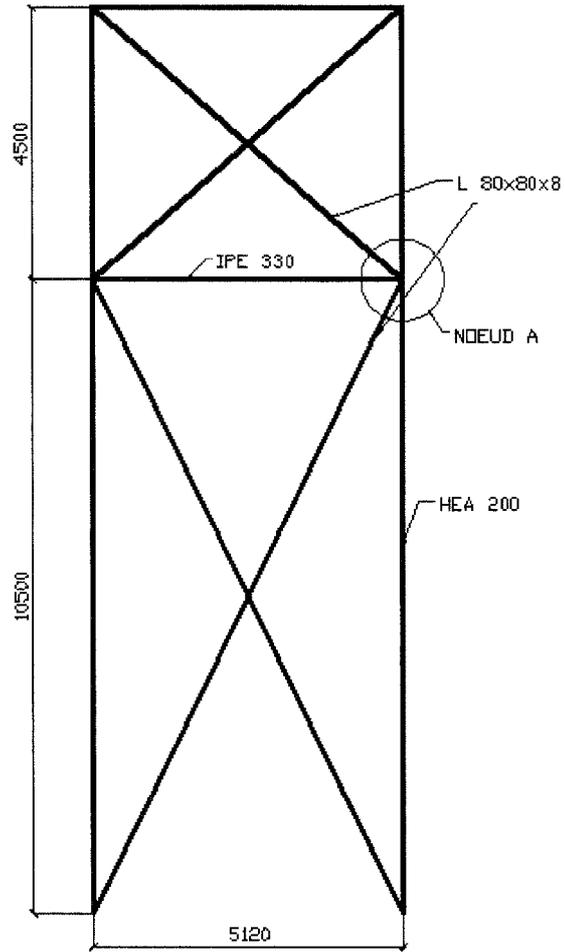


Figure 9

Etude de la fabrication du concentrateur :

Vous devez mener l'étude en vue de la réalisation d'un ensemble.

12) RECHERCHE DE DEVELOPPEMENT

Etude de l'intersection du tube Rep 10 de la tubulure C avec la virole Rep 2 (voir plan **DT1-1** et **DT1-2**)

12.1 Compléter, sur le document (**DR2**), l'épure permettant de définir le développement d'un gabarit de traçage de la découpe du tube avant chanfreinage, on considère que ce tracé correspond à l'intersection des fibres intérieures du tube et de la virole.

12.2 Définir, sur le document (**DR3**), un croquis à l'échelle 1/5 du développement du gabarit à enrouler autour de l'extérieur du tube afin d'effectuer le pointage de la découpe en chanfrein naturel du tube. Coter la longueur développée et les longueurs des génératrices a,b,c et d.

13) ETUDE DE FABRICATION :

Vous devez mener l'étude en vue de la fabrication des goussets Rep7 (plan **DT1-2**).

13.1 Déterminer, sur feuille de copie, la cotation des points nécessaires à la rédaction de l'algorithme de programmation (en mode relatif) permettant la découpe d'un gousset par oxycoupage. Compléter le tableau de coordonnées du document (**DR4**).

13.2 Rédiger, sur feuille de copie, l'algorithme (chronologie, vitesse, sens, trajectoires, ordres, ...).

14) ETUDE D'UN ASSEMBLAGE :

Vous devez mener l'étude en vue de rédiger le DMOS relatif à l'assemblage de la fourrure Rep4 avec le gousset Rep7 (plan **DT1-1**)

Trois types d'électrodes ont été envisagés (voir: **DT17**, **DT18** et **DT19**) l'étude doit permettre de réaliser le choix optimum.

Le matériau de la fourrure est caractérisé sur le (**DT20**) .

Le matériau du gousset est caractérisé sur le (**DT21**) .

On admet une dilution identique des deux matériaux et une dilution de 30% pour le métal d'apport.

14.1 Calculer, sur le document (**DR5**) , pour chaque matériau (électrode et métal de base) le chrome équivalent et le nickel équivalent. Compléter le tableau.

14.2 Tracer , sur le diagramme représenté sur le document (**DR6**), les points représentatifs de chaque matériau.

14.3 Choisir l'électrode et justifier votre choix (tracés et commentaires) sur feuille de copie.

14.4 La gorge du cordon est : $a = 5\text{mm}$ mini. En utilisant des informations du document **DT22**, compléter le Descriptif de Mode Opérateur (document **DR7**). Justifier vos choix et calculer la valeur de la gorge obtenue.

15) ETUDE ISOSTATIQUE

Vous devez mener l'étude isostatique en vue de réaliser un montage d'assemblage des goussets Rep7 sur la platine Rep6. (réalisation du pointage, l'ensemble sera soudé après montage sur la fourrure)

Définir, sur le document (**DR8**), la position isostatique qui permettrait de réaliser un montage d'assemblage des éléments en respectant au mieux les contraintes dimensionnelles et géométriques.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

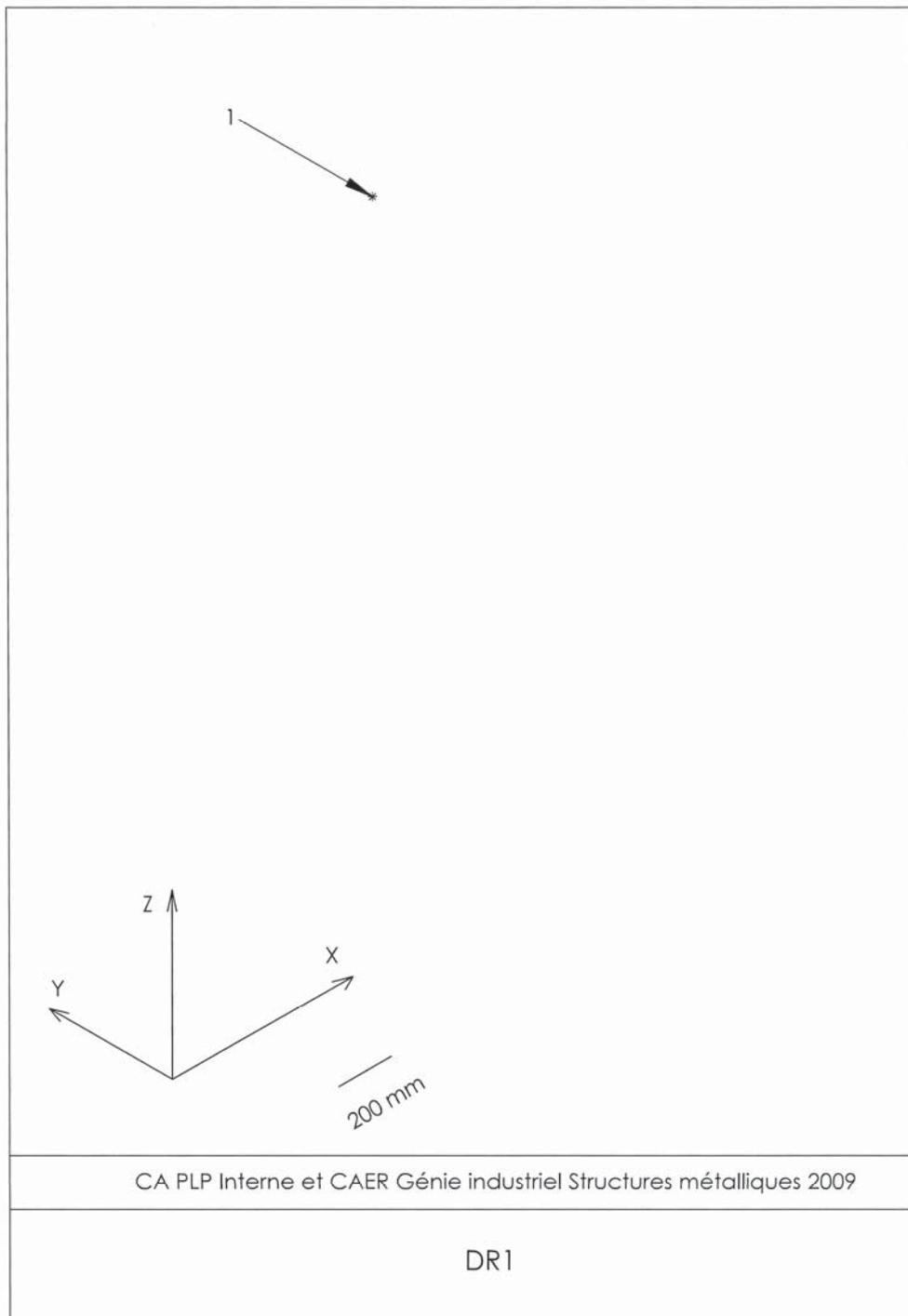
NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

EFI GIS 1



NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE,

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

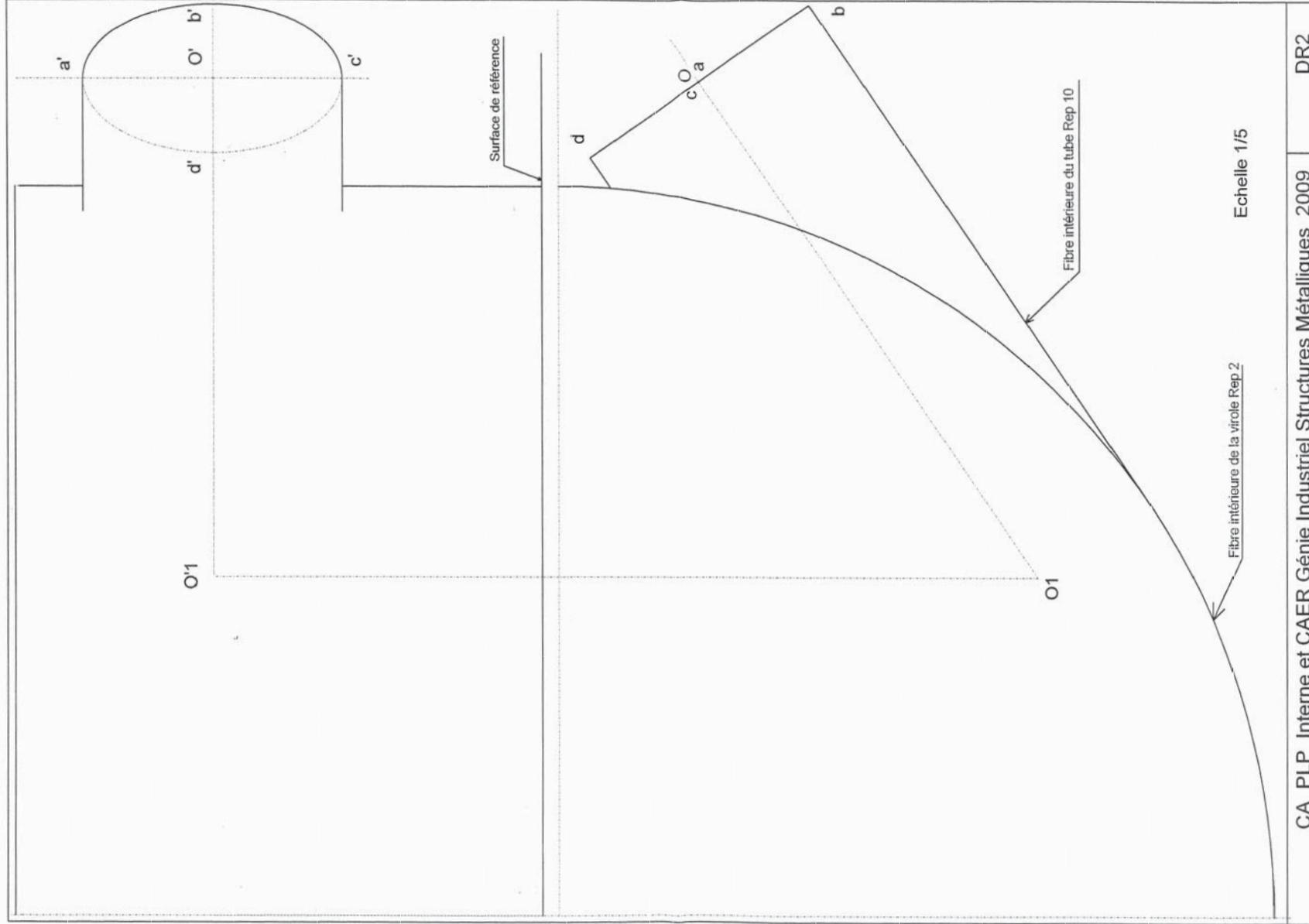
Intitulé de l'épreuve : _____

NOM : _____

Prénoms : _____ N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

EFI GIS 1



Echelle 1/5

CA PLP Interne et CAER Génie Industriel Structures Métalliques 2009 DR2

F

NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE,

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

EFI GIS 1

DR3

CA PLP Interne et CAER Génie Industriel Structures Métalliques 2009

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

NOM : _____

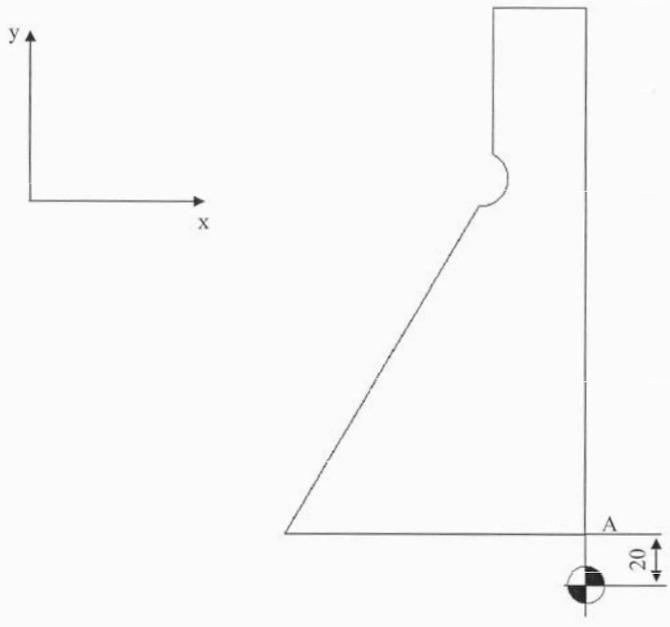
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

EFI GIS 1

Calcul des coordonnées des points (en mode relatif)



COORDONNÉES :

Points	X	Y

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

EFI GIS 1

Tableau récapitulatif des pourcentages de « Chrome équivalent » et de « Nickel équivalent »

Matériau	% chrome	% Nickel	Rep. point sur Schaeffler
P-265 GH			A
X5CrNiMoTi 17-12-2			B
SAFINOX R 316 L			E1
SAFINOX R 312			E2
SUPERSAFDRY 20.10.3			E3

Détail des calculs :

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

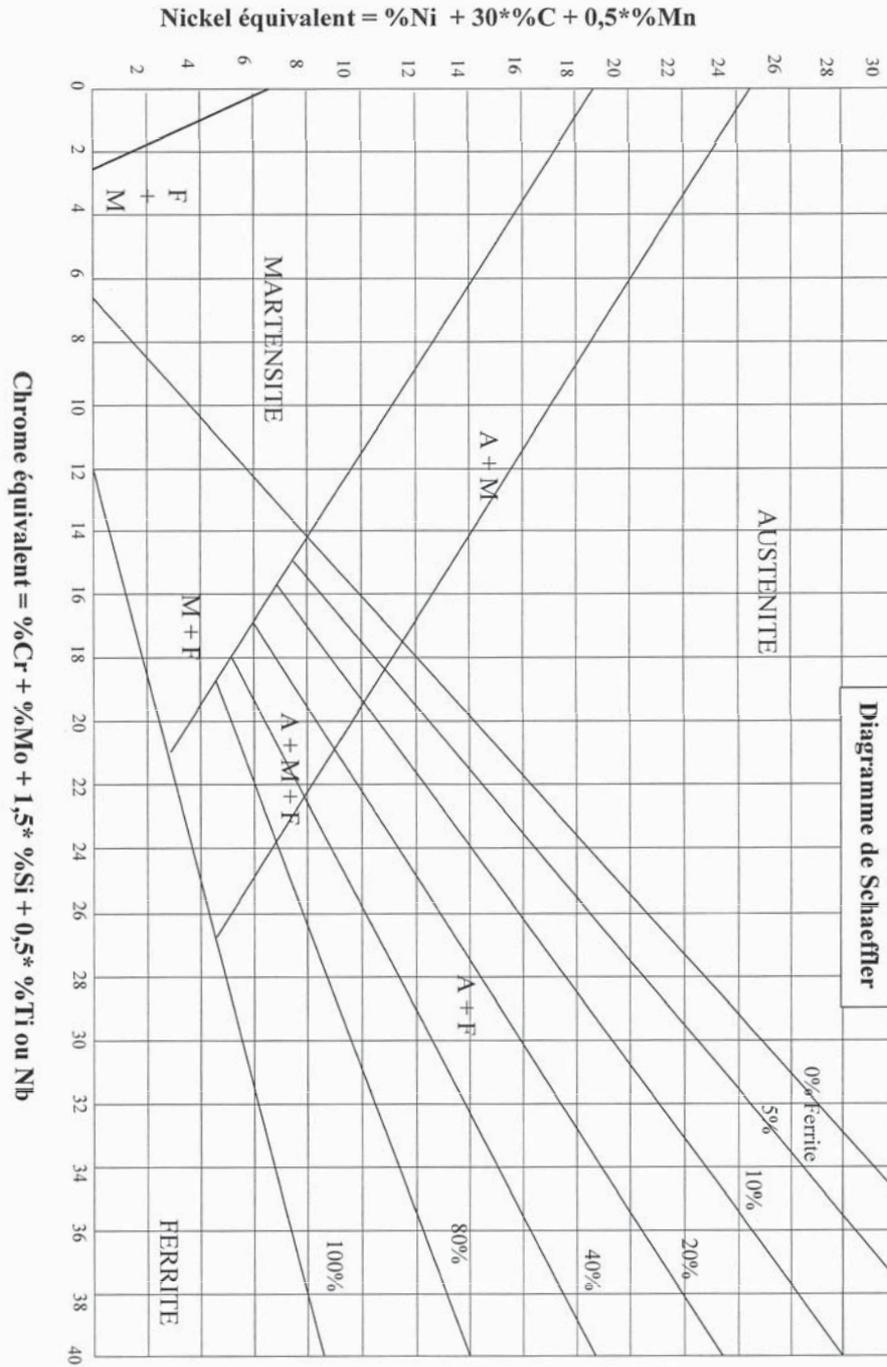
NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

EFI GIS 1



MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

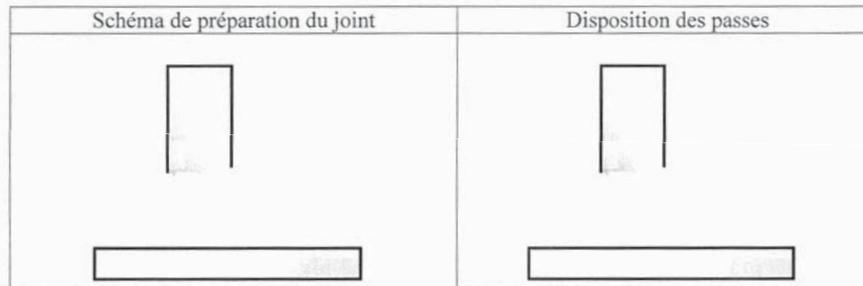
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

EFI GIS 1

DESCRIPTIF DE MODE OPERATOIRE DE SOUDAGE DMOS

Lieu :
DMOS Référence N° : DMOS
PV- QMOS N° :
Constructeur :
Nom du soudeur :
Procédé de soudage : 111
Repères à assembler : Repère
Type de Joint : FW

Organisme contrôle :
Méthode préparation :
Matériau de base 1 : X2CrNiMo17-12-2
Ep. matériau de base 1 : 6
Matériau de base 2 : P 265 GH
Ep. matériau de base 2 : 20
Dimensions :
Position de soudage : PB



Passé N°	Procédé	Ø métal d'apport	Intensité (Ampère)	Tension (Volt)	Courant polarité (électrode)	Vitesse fil m. / min.	Energie KJ / cm
1							
2							
3							
4							
5							
6							

Métal d'apport :
 - Marque et référence : Supersafety 20.10.3
 - Reprise spéciale, séchage :

Gaz de protection / Flux : Argon
 - Endroit : - Envers :

Electrode de tungstène :
 - Type : - Diamètre :

Préchauffage (durée température) :
Post chauffage (Durée/ température) :
Traitement thermique :

Autres informations :
Pré déformations, pontets, appendices,
 - Balayage (largeur maxi) :
 - Gougeage :
 - Support à l'envers :
 - Fréquence, temporisation :
 - Angle électrode :
 - Distance de maintien :
 - Soudage pulsé :
 - Plasma :

Contrôleur :

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

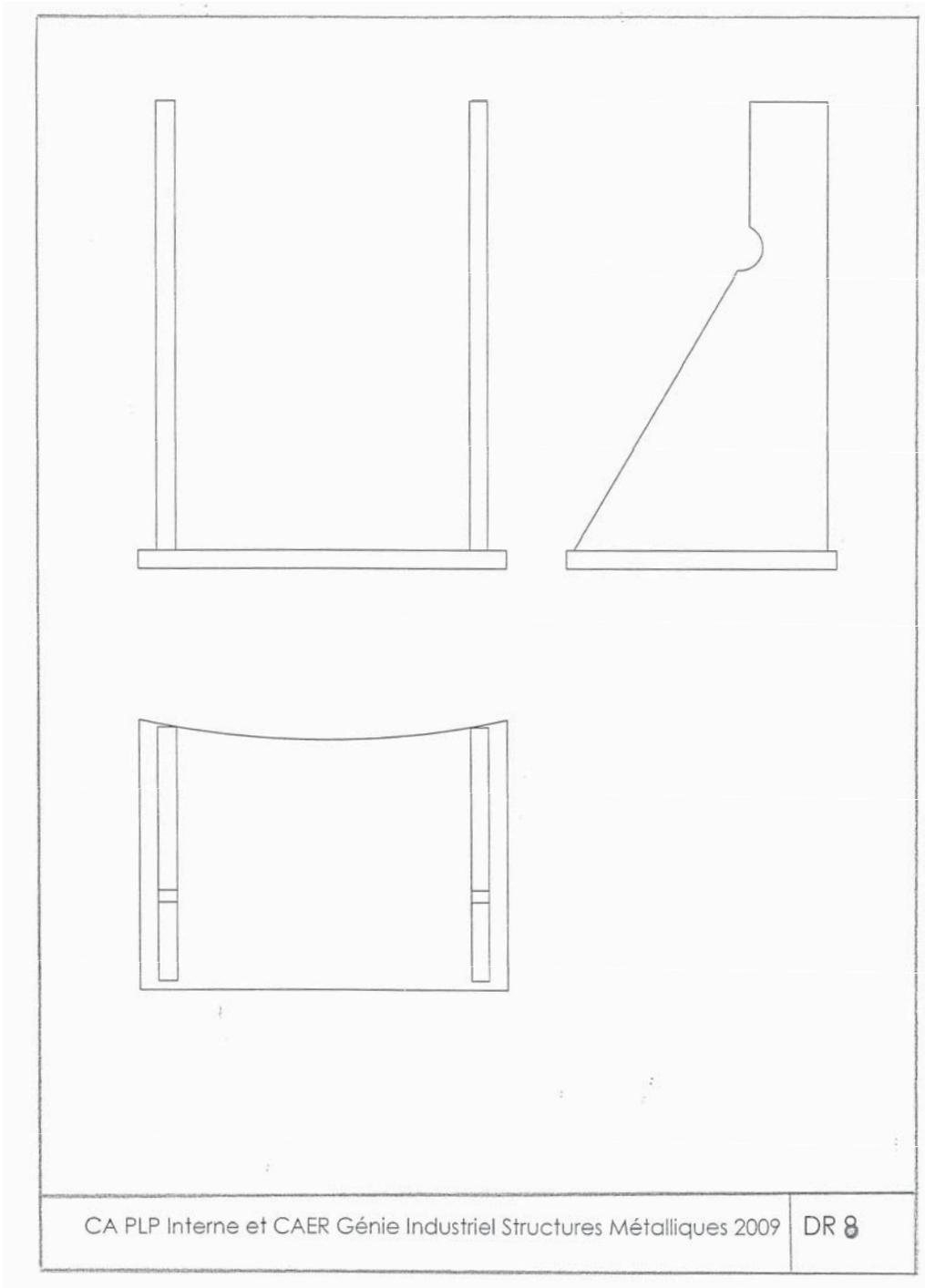
NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

EFI GIS 1



CA PLP Interne et CAER Génie Industriel Structures Métalliques 2009

DR 8

Ⓛ