

SESSION 2024

---

**CAPLP  
CONCOURS EXTERNE**

**SECTION : GÉNIE INDUSTRIEL**

**Option : Structures métalliques**

**ÉPREUVE ÉCRITE DISCIPLINAIRE  
ANALYSE ET RÉOLUTION D'UN PROBLÈME TECHNIQUE**

Durée : 5 heures

---

*Calculatrice autorisée selon les modalités de la circulaire du 17 juin 2021 publiée au BOEN du 29 juillet 2021.*

*L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.*

*Il appartient au candidat de vérifier qu'il a reçu un sujet complet et correspondant à l'épreuve à laquelle il se présente.*

*Si vous repérez ce qui vous semble être une erreur d'énoncé, vous devez le signaler très lisiblement sur votre copie, en proposer la correction et poursuivre l'épreuve en conséquence. De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, vous devez la (ou les) mentionner explicitement.*

**NB : Conformément au principe d'anonymat, votre copie ne doit comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé consiste notamment en la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de la signer ou de l'identifier. Le fait de rendre une copie blanche est éliminatoire.**

**Tournez la page S.V.P.**

A

## INFORMATION AUX CANDIDATS

Vous trouverez ci-après les codes nécessaires vous permettant de compléter les rubriques figurant en en-tête de votre copie

Ces codes doivent être reportés sur chacune des copies que vous remettrez.

► **Concours externe du CAPLP de l'enseignement public :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EFE	2400J	101	9311



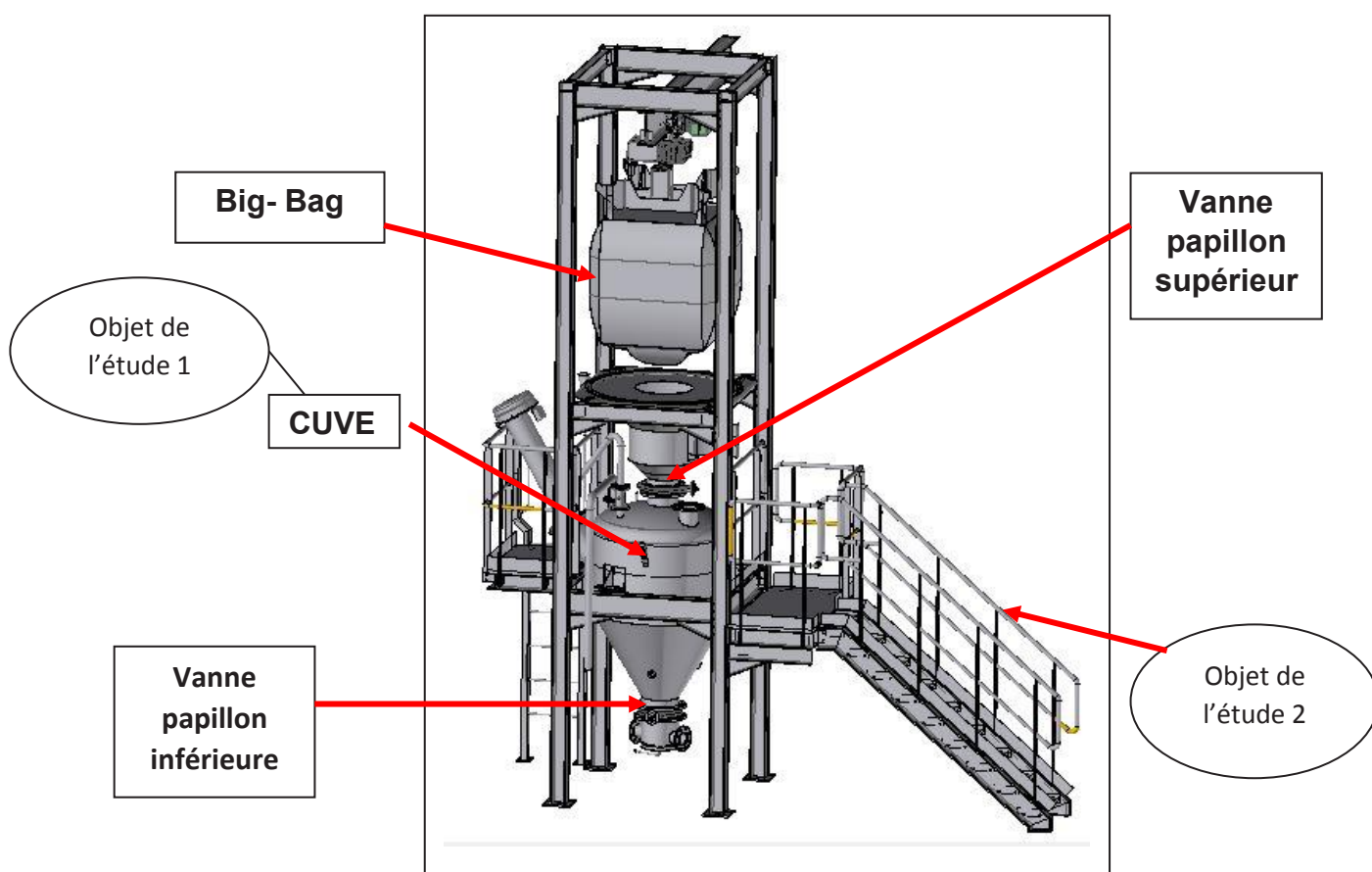


**Mise en situation :**

L'étude porte sur la maintenance d'un module de valorisation des eaux industrielles dans un site de production de produits manufacturés.

**Présentation du module de valorisation des eaux industrielles**

Le module de valorisation est décrit ci-dessous :

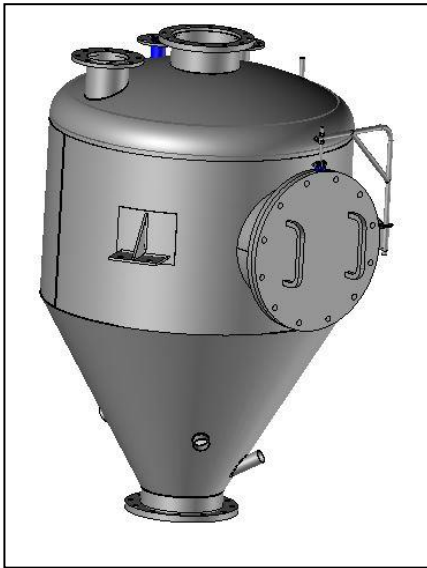


L'installation est alimentée par un BIG BAG. L'opérateur ouvre le BIG BAG et le produit tombe par gravitation dans la cuve quand la vanne papillon supérieure est ouverte. Une fois la cuve remplie, elle est mise sous pression pour fluidifier le produit.

La vanne papillon inférieure est ouverte à son tour pour faire écouler le produit dans une ligne de tuyauterie afin d'alimenter le process.

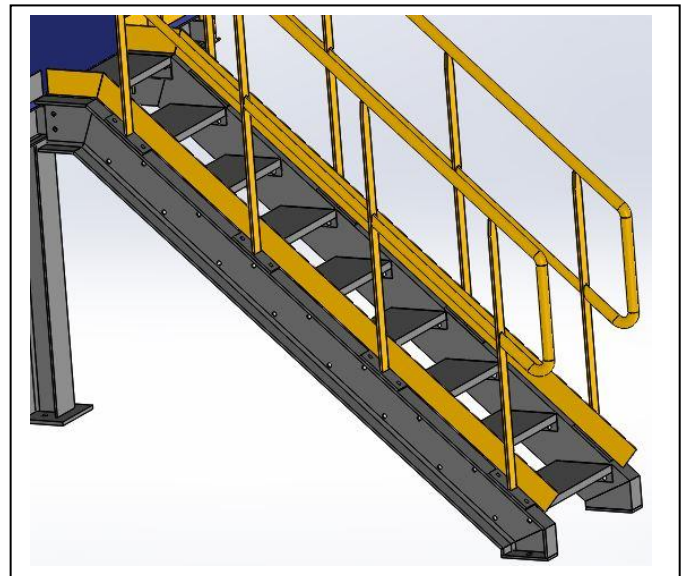
Une équipe de maintenance effectue régulièrement des mesures périodiques, afin de vérifier l'apparition d'une éventuelle détérioration de la cuve : usure de la paroi interne de la cuve, corrosion de la cuve. Cette équipe de maintenance accède à la cuve grâce à l'escalier

L'étude portera sur la réalisation de la cuve et de l'escalier :



**La cuve, objet  
de l'étude 1**

**L'escalier, objet  
de l'étude 2**



## Constitution du sujet

### **DOSSIER SUJET : le dossier sujet comporte 5 parties**

**Partie A** : prévention des risques/vérification de la virole Rep 4  
*durée conseillée : 60 min*

**Partie B** : vérification des cordons de soudure de l'oreille Rep13  
*durée conseillée : 30 min*

**Partie C** : étude du tronc de cône Rep3  
*durée conseillée : 90 min*

**Partie D** : étude et préparation des opérations de fabrication  
*durée conseillée : 30 min*

**Partie E** : étude d'un limon et traçage du limon  
*durée conseillée : 60 min*

### **DOSSIER TECHNIQUE : le dossier technique comporte 6 documents techniques**

- Plan d'ensemble DT1
- Codes et réglementation – CODAP – Eurocode 3 DT2
- Caractéristiques machines, abaques de pliage et formules DT3
- Préparation des bords et paramètres de soudage DT4
- Comment rédiger un DMOS-P DT5
- Plans et normes sur les escaliers DT6

### **DOSSIER RÉPONSE : le dossier réponse comporte 5 documents réponses**

Tous les documents réponse, même non complétées  
sont à rendre avec la ou les copies

- Tableau des facteurs de potentiels et conséquences d'une défaillance DR1
- Gamme de fabrication DR2
- DMOS-P DR3
- Plan limon traçage DR4
- Développement de limon DR5

**Partie A : Prévention des risques / Vérification de la virole Rep 4.  
durée conseillée : 60 min**

*Pour des raisons de sécurité, il a été décidé de prévenir les conséquences, risques de notre cuve et de vérifier l'épaisseur de la virole Rep 4 selon les pressions de fonctionnement.*

Les contraintes techniques suivantes doivent être respectées :

**L'ensemble est soumis au code de construction NF EN 14025/2008 (Appareil sous pression)**

Données générales :

Code de calcul :	Selon le CODAP 2010
Diamètre extérieur de la virole :	$\varnothing \text{ ext} = 1200\text{mm}$
Hauteur de la virole :	Ht = 700mm
Épaisseur virole Rep 4 :	e = 5 mm
Fond bombé type GRC (NF E 81-102) :	$\varnothing \text{ ext} = 1200\text{mm}$ ; e = 5mm
Grand diamètre extérieur tronc de cône :	Gd $\varnothing = 1200\text{mm}$
Petit diamètre intérieur tronc de cône :	Pt $\varnothing = 324\text{mm}$
Hauteur du tronc de cône :	H = 757.5mm
Épaisseur du tronc de cône :	e = 5mm
Coefficient de soudage :	$\lambda S = 0.8$ pour virole et tronc de cône
Pression de calcul :	$P_c = 150 \text{ MPa}$
Pression de service :	$P_s = 80 \text{ MPa}$
Température de calcul :	t = 20°
Masse à vide :	M = 310kg
Matériaux :	P265GH
Amincissement en cours de fabrication (roulage) :	c = 0.3mm
Corrosion intérieure :	c1 = 0.5mm
Tolérances sur épaisseur des tôles classe A :	c2 = suivant norme NF EN 10.029



## A.1 : Détermination de la catégorie de construction pour cet appareil.

Les conditions atmosphériques sont telles, que l'installation subit une faible variation de la pression et de la température. En service, ces conditions normales d'utilisation engendrent une possibilité faible de dégradation du module liée à la température.

L'usine fonctionne de façon continue, de fait la fréquence des démarrages et des arrêts du module est modérée. La plupart des opérations réalisées par le module est automatique. La présence de deux personnes qualifiées suffit à surveiller en permanence le fonctionnement du système.

À la température de service, les risques corporels pour les opérateurs ou agents de maintenance, en cas de fuite, sont nuls.

Le module est installé à l'extérieur du site de production.

Il n'existe aucun risque pour la population en cas de défaillance du système.

Dans le cadre d'une opération de maintenance, la perte de production par l'immobilisation de cette installation reste modérée, et n'entraînera aucune défaillance sur les installations voisines.

*Sur feuille de copie :*

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| <b>Question A11</b><br>DR1 | À partir de cette description du contexte de fonctionnement <b>Entourer</b> , sur le DR1, les niveaux de facteurs potentiels et les conséquences d'une défaillance éventuelle de l'appareil. |
| <b>Question A12</b><br>DR1 | <b>Définir</b> la catégorie de risque pour le corps de l'appareil (virole $\varnothing 1200$ ), puis la catégorie de construction de l'appareil. <b>Justifier</b> votre choix.               |

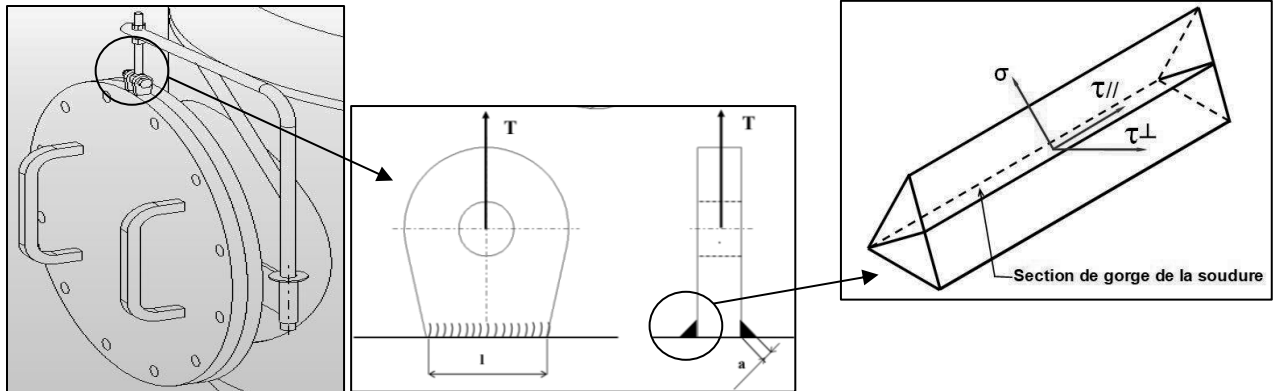
## A.2 : Détermination et vérification de l'épaisseur de la virole Rep 4.

*Sur feuille de copie :*

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| <b>Question A21</b><br>DT1, DT2 | <b>Calculer</b> l'épaisseur de la virole $\varnothing 1200$ mm pour une situation normale de service.  |
| <b>Question A22</b><br>DT1, DT2 | <b>Calculer</b> l'épaisseur de la virole $\varnothing 1200$ mm pour une situation normale d'essai.   |
| <b>Question A23</b><br>DT1, DT2 | <b>Calculer</b> l'épaisseur de commande en fonction de (c), (c1) et (c2).<br><b>Comparer</b> à celle indiquée sur le plan.<br><b>Conclure.</b> |
| <b>Question A24</b><br>DT1, DT2 | <b>Calculer</b> l'épaisseur utile sur la virole en fonction de (c), (c1) et (c2).  |

**Partie B : vérification des cordons de soudure de l'oreille Rep 13.**  
**durée conseillée : 30 min**

L'entreprise, en charge de la maintenance, estime que la soudure sur une oreille de levage Rep 13 paraît sous-dimensionnée.



Les contraintes sont les suivantes :

- |  |                       |
|--|-----------------------|
| - résistance à la traction ( $f_u$ )                     | $f_u = 360\text{MPa}$ |
| - épaisseur utile de la gorge :                          | $a = 3\text{ mm}$     |
| - longueur utile des cordons :                           | $L = 22\text{mm}$     |
| - effort pondéré exercé par la potence sur une oreille : | $338\text{N}$         |
| - facteur de corrélation approprié                       | $\beta_w = 0.8$       |
| - coefficient partiel de sécurité                        | $\gamma_{M2} = 1,25$  |

On fait l'hypothèse que les masses des poignées et des trous de passage des vis sont négligées.

Sur feuille de copie :

**Question B1**  
DT1

**Calculer** l'effort exercé par la potence sur une oreille.

**Question B2**  
DT2

**Calculer** la contrainte normale et les contraintes tangentielles qui s'exercent sur un cordon de soudure.

**Question B3**  
DT2

**Vérifier** la résistance du cordon de soudure

**Partie C : étude du tronc de cône Rep 3.**  
**durée conseillée : 90min**

Suite à une vérification de maintenance, il a été décidé de remplacer le tronc de cône Rep 3 à l'identique.

Sur feuille de copie :

**Question C1** | **Déterminer** le développement du tronc de cône Rep 3 en vue de sa fabrication.  
DT1, DT3

L'entreprise dispose des formats de tôles standards suivants : 2000 x 1000 ; 2500 x 1250 ; 3000 x 1500 et souhaite, pour des questions économiques, optimiser les chutes

**Question C2** | **Définir** les dimensions du flan capable et **choisir** un format de tôle parmi ceux proposés et qui permette une implantation économique

**Question C3** | **Déterminer** la masse du flan capable pour des tôles ayant une densité de  $7,85 \text{ Kg}\cdot\text{dm}^{-3}$ .

L'équipe de maintenance est composée de deux hommes et d'une femme. Ces personnels sont dans la tranche d'âge entre 18 et 45 ans.

**Question C4** | En tenant compte de la réglementation concernant la manutention manuelle, **justifier** le besoin d'utiliser des moyens de manutention afin de faciliter la conformation.  
DT2

**Question C5** | En considérant la limite d'élasticité du matériau de la tôle à  $R_e = 265 \text{ MPa}$ , **déterminer** et **justifier**, la possibilité d'utiliser la rouleuse croqueuse PICOT pour la conformation de ce tronc de cône.  
DT3

Suite à une panne sur la rouleuse, le responsable de la fabrication se rabat sur une presse-plier conventionnelle de 600kN sur 3m.

**Question C6** | **Déterminer** le choix du vé et calculer la force de pliage nécessaire pour le Rep 3.  
DT3

**Partie D : étude et préparation des opérations de fabrication.  
durée conseillée : 30 min**

<b>Question D1</b> DT1, DR2	<b>Rédiger</b> , sur le DR2, la gamme de fabrication de la virole Rep 4 en vue d'une production sérielle.
<b>Question D2</b> DT1, DT4 et DT5, DR3	<b>Compléter</b> , sur le DR3, la partie grisée du DMOS-P qui permet l'assemblage de la virole Rep 4 (soudure S6).

**Partie E : étude et traçage du limon.  
durée conseillée : 60min**

L'installation étant située à l'extérieur depuis de nombreuses années, des traces de corrosion importantes sont apparues sur le limon de l'escalier menant à la plate forme. Les services de maintenance ont donc décidé de le changer. Ils ont opté pour un limon en tôle pliée et des marches en caillebotis.

*Sur feuille de copie :*

<b>Question E1</b> DT6	Pour le nouveau limon en tôle pliée, <b>calculer</b> : <ul style="list-style-type: none"><li>• la pente de l'escalier ;</li><li>• la longueur de la pente ;</li><li>• le nombre de marches ;</li><li>• la hauteur de marche ;</li><li>• la valeur du giron.</li></ul> <b>Vérifier</b> la conformité de l'escalier avec la relation de Blondel.
<b>Question E2</b> DT6	<b>Choisir</b> la largeur de marche qui respecte le recouvrement minimal.
<b>Question E3</b> DR4	<b>Représenter</b> à l'échelle 1:10 <sup>e</sup> , sur le DR4, la position des trous de fixation des marches sur le limon en tôle pliée.
<b>Question E4</b> DR5	<b>Calculer et reporter</b> , sur le DR5, les différentes cotes de développement du limon en deux parties.

## DOSSIER TECHNIQUE

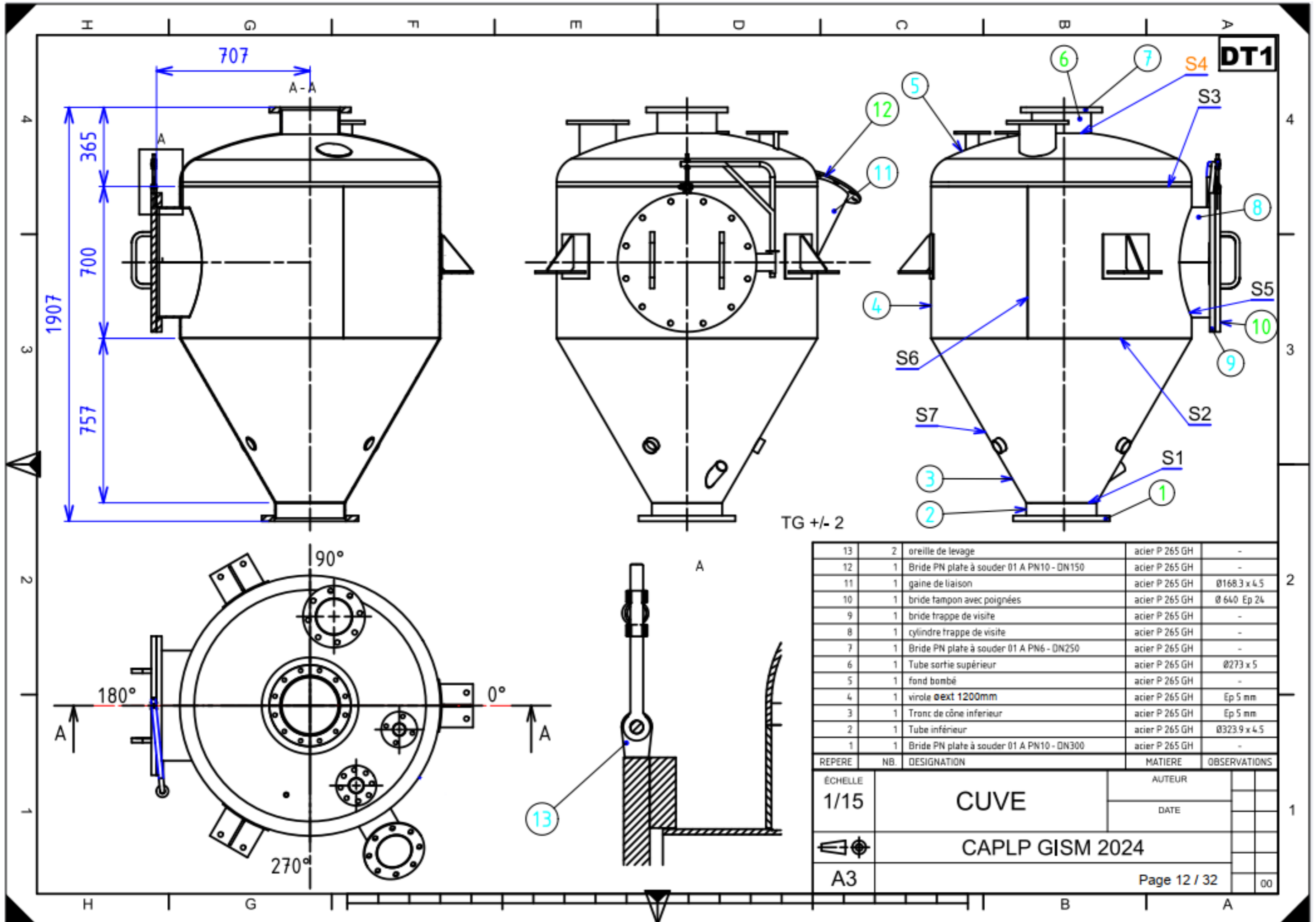
<b>Plan d'ensemble</b>	<b>DT1</b>
<b>Codes et réglementation – CODAP – Eurocode 3</b>	<b>DT2</b>
<b>Caractéristiques machines, abaques de pliage et formules</b>	<b>DT3</b>
<b>Préparation des bords et paramètres de soudage</b>	<b>DT4</b>
<b>Comment rédiger un DMOS-P</b>	<b>DT5</b>
<b>Plans et normes sur les escaliers</b>	<b>DT6</b>











### Épaisseur utile

L'épaisseur utile est *la plus faible* épaisseur réelle *possible* – ou épaisseur minimale – de l'élément après disparition de la surépaisseur de corrosion, hors sous-épaisseurs locales éventuellement autorisées ; c'est donc *l'épaisseur minimale réellement disponible* pour la résistance de l'élément.

**Cette épaisseur utile** est égale à :

$$e_u = e_n - C - C_1 - C_2$$

où :

$e_n$  = Épaisseur nominale de commande du produit brut mis en œuvre pour la réalisation d'un élément d'appareil

C = Surépaisseur de corrosion

### EXTRAITS DU CODAP DIDACTIQUE

#### Conception et calculs

#### Section C2 – Règles de calcul des enveloppes cylindriques

**soumises à une pression intérieure.**

#### Règle de calcul

a) L'épaisseur minimale nécessaire de l'enveloppe cylindrique est donnée par l'une ou l'autre des formules :

$$e = \frac{P \cdot D_i}{2f \cdot z - P}$$

$$e = \frac{P \cdot D_m}{2f \cdot z}$$

$$e = \frac{P \cdot D_e}{2f \cdot z + P}$$

## Tolérances sur épaisseur des plaques

DT2 2/4

NF EN 10029

Épaisseur nominale		Tolérance sur l'épaisseur nominale							
		Classe A		Classe B		Classe C		Classe D	
		Écart inf	Écart sup	Écart inf	Écart sup	Écart inf	Écart sup	Écart inf	Écart sup
≥ 3	< 5	- 0,4	+ 0,8	- 0,3	+ 0,9	- 0	+ 1,2	- 0,60	+ 0,60
≥ 5	< 8	- 0,4	+ 1,1	- 0,3	+ 1,2	- 0	+ 1,5	- 0,75	+ 0,75
≥ 8	< 15	- 0,5	+ 1,2	- 0,3	+ 1,4	- 0	+ 1,7	- 0,85	+ 0,85
≥ 15	< 25	- 0,6	+ 1,3	- 0,3	+ 1,6	- 0	+ 1,9	- 0,95	+ 0,95
≥ 25	< 40	- 0,8	+ 1,4	- 0,3	+ 1,9	- 0	+ 2,2	- 1,10	+ 1,10
≥ 40	< 80	- 1,0	+ 1,8	- 0,3	+ 2,5	- 0	+ 2,8	- 1,40	+ 1,40
≥ 80	< 150	- 1,0	+ 2,2	- 0,3	+ 2,9	- 0	+ 3,2	- 1,60	+ 1,60
≥ 150	< 250	- 1,2	+ 2,4	- 0,3	+ 3,3	- 0	+ 3,6	- 1,80	+ 1,80

Classe A : avec une tolérance en moins fonction de l'épaisseur nominale

Classe B : avec une tolérance fixe de 0,3mm

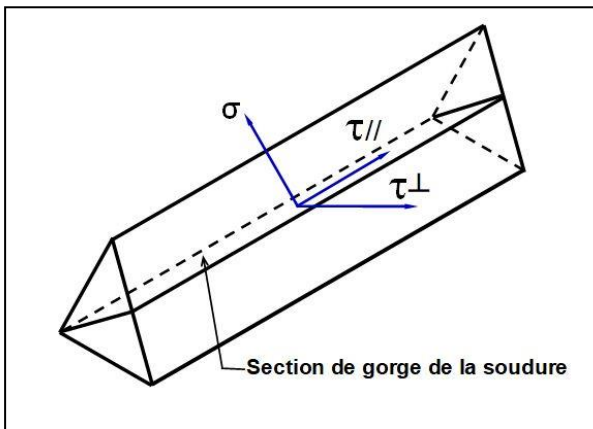
Classe C : avec une tolérance tout en plus fonction de l'épaisseur nominale

Classe D : avec des tolérances symétriques fonction de l'épaisseur nominale

La résistance de la soudure d'angle sera suffisante si les deux conditions suivantes sont satisfaites :

**NOTATIONS**

- a : épaisseur utile de la gorge (mm),
- l : longueur utile du cordon (mm),
- N : effort pondéré à chaque cordon, centré au milieu de la longueur du cordon (N).
- $\tau_{//}$ ,  $\tau_{\perp}$ ,  $\sigma$  : composantes de la contrainte moyenne rapportée à la section S de la gorge :  $S = a \times l$  (mm<sup>2</sup>)
- $\sigma$  : contrainte normale (perpendiculaire) à la section (Mpa),
- $\tau_{\perp}$  : contrainte de cisaillement dans le plan de la section perpendiculaire à l'axe longitudinal du cordon (Mpa),
- $\tau_{//}$  : contrainte de cisaillement dans le plan de la section parallèle à l'axe longitudinal du cordon (Mpa),



Avec :

$$\begin{aligned} - \sigma &= \frac{N_n}{S} \\ - \tau_{\perp} &= \frac{N_{\perp}}{S} \\ - \tau_{//} &= \frac{N_{//}}{S} \end{aligned}$$

- $N_n$  : projection de l'effort pondéré N sur l'axe des  $\vec{z}$
- $N_{//}$  : projection de l'effort pondéré N sur l'axe des  $\vec{y}$
- $N_{\perp}$  : projection de l'effort pondéré N sur l'axe des  $\vec{x}$

**FORMULES FONDAMENTALES**

$$\sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} \quad \text{et} \quad \sigma \leq 0,9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

## REGLEMENTATION CONCERNANT LA MANUTENTION MANUELLE

DT2 4/4

**Le code du travail indique qu'il faut :**

- > privilégier la manutention mécanique
- > limiter les charges :
- en fonction du sexe et de l'âge

Hommes		Femmes	
16 à 17 ans	A partir de 18 ans	16 à 17 ans	A partir de 18 ans
20 kg	55 kg	10 kg	25 kg

De plus, le transport sur diable est interdit au personnel de moins de 18 ans et aux femmes enceintes. Pour les femmes, il est limité à une charge de 40 kg, poids du diable compris.

- le personnel ne peut être admis à porter de façon habituelle des charges supérieures à 55 kg qu'à condition d'avoir été reconnu apte par le médecin de prévention, sans que ces charges puissent être supérieures à 105 kg
- > former le personnel au déplacement des charges (gestes et postures)
- > mettre à disposition du personnel des équipements de protection individuelle appropriés

**La norme AFNOR NFX 35-109 est plus restrictive que la réglementation en ce qui concerne les limites acceptables de port manuel de charge. Elle tient compte des critères de masse transportée, du soulèvement, de la fréquence du transport, de la distance parcourue, de l'âge et du sexe.**

Les limites recommandées pour le port occasionnel de charges sont :

Hommes			Femmes		
15 à 18 ans	18 à 45 ans	45 à 65 ans	15 à 18 ans	18 à 45 ans	45 à 65 ans
15 kg	30 kg	25 kg	12kg	15 kg	12 kg

Dans le cas de port répétitif de charges, les limites recommandées sont plus basses.

### **Article R. 4541-7**

L'employeur veille à ce que les travailleurs reçoivent des indications estimatives et, chaque fois que possible, des informations précises sur le poids de la charge et sur la position de son centre de gravité ou de son côté le plus lourd lorsque la charge est placée de façon excentrée dans un emballage.

## Caractéristiques machines, abaques de pliage et formules.

### Capacités

Ces graphiques donnent des indications sur les possibilités de roulage avec une rouleuse PICOT, en fonction de sa capacité standard.

**La capacité standard** d'une rouleuse PICOT est définie par l'épaisseur maximum ( $e$ ) qu'il est possible de former dans les conditions suivantes :

- largeur de tôle égale à la longueur totale des rouleaux ( $L_u$ )
- limite élastique du matériau = 240 N/mm<sup>2</sup> (Acier E24/S235)
- diamètre de cintrage égal à 1.3 x diamètre du rouleau supérieur ( $D$ ) (valeur minimum usuelle)

#### Relation entre l'épaisseur et la largeur de la tôle

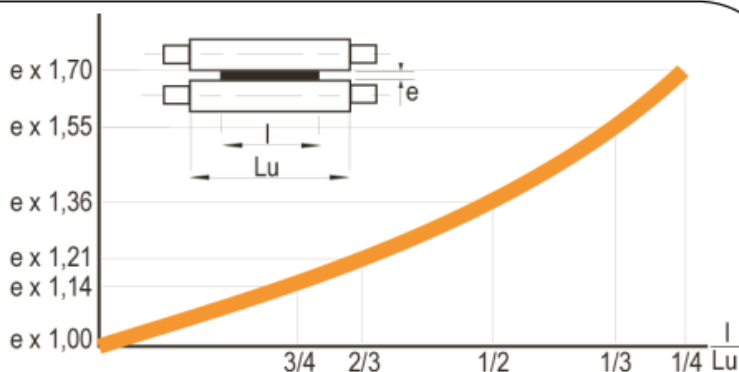
##### Exemple :

$e = 10\text{mm}$  avec  $l = 3\text{m}$

équivalent à

$e = 12\text{mm}$  avec  $l = 2\text{m}$

- La tôle doit être centrée dans les rouleaux.
- Les tôles de largeurs inférieures à 1/4 de la longueur des rouleaux ne doivent pas dépasser 1.7 fois l'épaisseur nominale (risque de tordre les rouleaux)



#### Relation entre l'épaisseur de la tôle et le diamètre de la virole

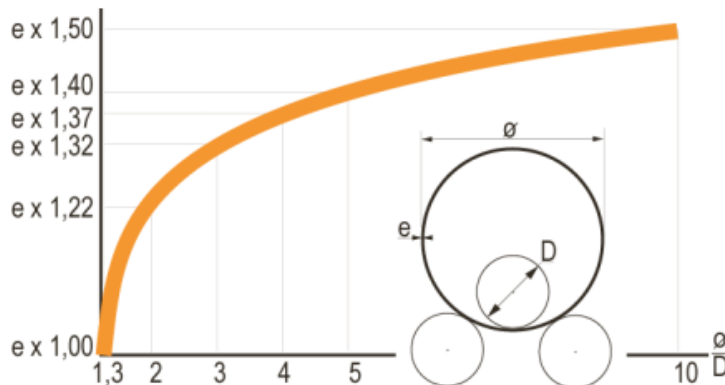
##### Exemple :

$e = 8\text{ mm}$  avec  $F = 1.3D$

équivalent à

$e = 12\text{ mm}$  avec  $F = 10D$

Il est possible dans certains cas d'épaisseurs et de matériaux d'obtenir un diamètre final de 1,1D



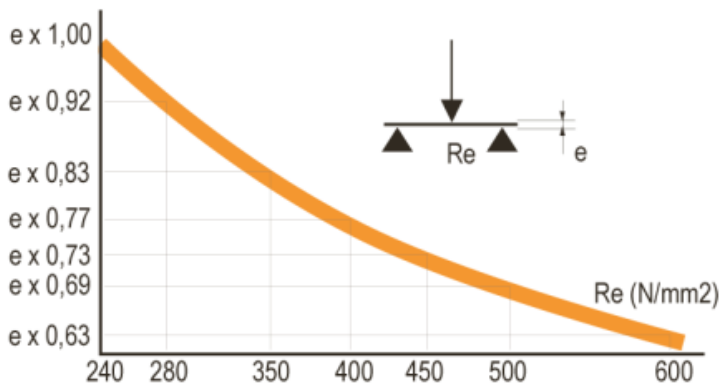
#### Relation entre l'épaisseur de la tôle et la limite élastique du matériau

##### Exemple :

$e = 10\text{ mm}$  avec  $Re = 240\text{ N/mm}^2$

équivalent à

$e = 6\text{ mm}$  avec  $Re = 550\text{ N/mm}^2$



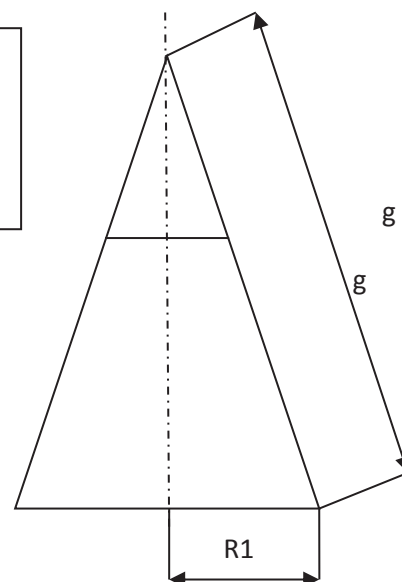
## Abaque de pliage et formule du développement de l'angle d'un tronc de cône

Tableau du correcteur de pliage  $\Delta$ 

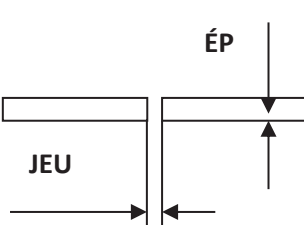
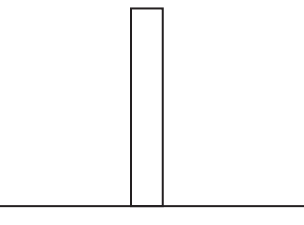
EP.	V	ri	F t/m	b	165°	150°	135°	120°	105°	90°	75°	60°	45°	30°	15°	0°
2	10	1,6	27	7	-0,4	-0,8	-1,3	-1,9	-2,7	-3,7	-3,2	-2,6	-2	-1,4	-0,9	-0,3
	12	2	22	8,5	-0,4	-0,8	-1,2	-1,8	-2,7	-3,8	-3,1	-2,5	-1,8	-1,1	-0,4	-0,3
	16	2,6	17	11	-0,3	-0,7	-1,2	-1,9	-2,7	-4	-3,1	-2,3	-1,4	-0,5	-0,3	-1,2
	20	3,3	13	14	-0,3	-0,7	-1,2	-1,9	-2,8	-4,2	-3,2	-2,1	-1	0	+1,1	+2,2
	25	4	11	17,5	-0,3	-0,7	-1,2	-1,9	-2,9	-4,5	-3,2	-1,9	-0,7	+0,6	+1,8	+3,1
2,5	12	2	35	8,5	-0,5	-1	-1,6	-2,3	-3,3	-4,7	-4	-3,2	-2,5	-1,8	-1,1	-0,4
	16	2,6	26	11	-0,5	-0,9	-1,5	-2,3	-3,3	-4,8	-3,9	-3	-2,1	-1,2	-0,3	+0,6
	20	3,3	21	14	-0,4	-0,9	-1,5	-2,3	-3,4	-5	-3,9	-2,8	-1,7	-0,6	+0,5	+1,6
	25	4	17	17,5	-0,4	-0,9	-1,5	-2,3	-3,5	-5,2	-3,9	-2,6	-1,4	-0,1	+1,2	+2,5
	32	5	13	22	-0,4	-0,9	-1,5	-2,4	-3,6	-5,6	-4	-2,4	-0,8	+0,7	+2,3	+3,9
3	16	2,6	38	11	-0,6	-1,2	-1,9	-2,8	-4	-5,7	-4,7	-3,8	-2,9	-2	-1,1	-0,1
	20	3,3	30	14	-0,5	-1,1	-1,8	-2,8	-4	-5,8	-4,7	-3,6	-2,5	-1,3	-0,2	+0,9
	25	4	24	17,5	-0,5	-1,1	-1,8	-2,8	-4,1	-6	-4,7	-3,4	-2,1	-0,7	-0,6	+1,9
	32	5	19	22	-0,5	-1,1	-1,8	-2,8	-4,2	-6,3	-4,7	-3,1	-1,5	+0,1	+1,7	+3,3
	40	6,5	15	28	-0,5	-1	-1,8	-2,9	-4,5	-6,8	-4,8	-2,8	-0,8	+1,3	+3,3	+5,3
4	20	3,3	54	14	-0,7	-1,6	-2,5	-3,7	-5,3	-7,5	-6,3	-5,2	-4	-2,8	-1,6	-0,4
	25	4	42	17,5	-0,7	-1,5	-2,5	-3,7	-5,3	-7,7	-6,3	-4,9	-3,5	-2,1	-0,7	+0,7
	32	5	34	22	-0,7	-1,5	-2,4	-3,7	-5,4	-7,9	-6,3	-4,6	-2,9	-1,2	+0,4	+2,1
	40	6,5	27	28	-0,7	-1,4	-2,4	-3,7	-5,6	-8,4	-6,3	-4,2	-2,1	0	+2,1	+4,2
	50	8	21	35	-0,6	-1,2	-2,4	-3,8	-5,8	-8,9	-6,4	-3,9	-1,3	+1,2	+3,7	+6,2
5	25	4	67	17,5	-0,9	-1,9	-3,1	-4,6	-6,6	-9,4	-7,9	-6,5	-5,1	-3,6	-2,2	-0,7
	32	5	52	22	-0,9	-1,9	-3,1	-4,6	-6,7	-9,6	-7,9	-6,1	-4,4	-2,7	-0,9	+0,8
	40	6,5	42	28	-0,9	-1,8	-3	-4,6	-6,8	-10	-7,8	-5,7	-3,5	-1,3	+0,8	+3
	50	8	33	35	-0,8	-1,8	-3	-4,7	-7	-10	-7,9	-5,3	-2,7	-0,1	+2,5	+5,1
	63	10	26	45	-0,8	-1,7	-3	-4,7	-7,3	-11	-8	-4,8	-1,7	+1,5	+4,6	+7,8

Formule de l'angle de développement d'un tronc de cône :

$$\text{Angle} = (360 \times R1) / g$$



**DISTANCE : PIÈCE - BUSE = 10 à 15 mm**  
**DÉBIT DE GAZ : 12 à 16 l/min**

<b>TYPE DE JOINTS</b>	<b>ÉP</b>	<b>JEU</b>	<b>Ø DU FIL</b>	<b>VITESSE DU FIL (m/min)</b>	<b>TENSION DE SOUDAGE (V)</b>	<b>INTENSITÉ DE SOUDAGE (A)</b>	<b>VITESSE DE SOUDAGE cm/min</b>
<b>BORD à BORD</b> 	1	0	0.8	3 à 4	17.5	70	30
	1.2	0.5	0.8	4 à 4.5	17.75	75	28
	1.5	1	1	4 à 4.5	18	80	28
	2	1.5	1	4.5 à 5	18.25	85	28
	3 à 4	2	1	5.5 à 6.5	19.5	110	28
	5 à 6	2.5	1	7	23	180	28
<b>ANGLE INTÉRIEUR</b> 	1	/	0.8	4.5 à 5	18	80	45
	2	/	1	3 à 4	19	100	40
	3	/	1	4 à 4.5	23	180	30
	4	/	1	4.5 à 5.5	24	200	26
	5	/	1	6 à 7	26.5	250	25
	6	/	1	7 à 8	28	280	20



***Descriptif de Mode Opérateur de Soudage***

La rédaction du **DMOS** est guidée par la norme **NF EN ISO 15609 (remplaçant la NF EN 288-2)**. Il est possible de rédiger un **DMOS** après avoir réalisé des essais de soudage dans les mêmes conditions que celles des futures soudures envisagées. Il est aussi possible de reprendre une ancienne qualification de mode opératoire de soudage déjà obtenue et de l'adapter.

**LES PARAMETRES ET INDICATIONS DU DMOS-P :**

**Valeurs à titre d'information :**

- **Lieu** : Il s'agit du centre où est réalisé la qualification du mode opératoire de soudage.
- **Référence** : C'est un numéro de référence fourni par l'entreprise.
- **Numéro de QMOS**
- **Constructeur/Fabricant** : Entreprise cliente de la QMOS
- **Nom du soudeur**.
- **Examineur ou organisme d'inspection** : Personne qui validera la QMOS (APAVE, VERITAS, SOCOTEC...)

**Valeurs et paramètres concernant les matériaux et la préparation :**

- **Mode de préparation du joint soudé et de nettoyage du joint soudé** : Pour la préparation, on utilisera le meulage, le chanfreinage (avec chanfreineuse portative par exemple), le cisailage, l'usinage, le fraisage les procédés de découpe thermique (plasma, oxycoupage, laser) ou non-thermique (jet d'eau, poinçonnage grignotage)
  - **Mode de nettoyage du joint soudé** : On peut utiliser le meulage, le brossage, le ponçage, le sablage, le grenailage, le dégraissage ou le décapage chimique.
  - **Spécifications du matériau de base** (exemples courants) : **W01** : Aciers non alliés à basse teneur en carbone, aciers faiblement alliés et aciers à grains fins de limite à l'élasticité  $Re$  inférieure ou égale à  $355 \text{ N/mm}^2$
- W02** : Aciers résistant au fluage au Chrome et Molybdène (Cr/Mo) et Chrome, Molybdène et Vanadium (Cr/Mo/V)
- W03** : Aciers de construction à grains fins, normalisés, trempés et revenus et aciers à traitements thermomécaniques, de limite d'élasticité  $Re > 355 \text{ N/mm}^2$  ainsi que les aciers aux conditions de soudage similaires contenant 2 à 5 % de Nickel.

**W04** : Aciers ferritiques ou martensitiques contenant 12 à 20 % de Chrome.

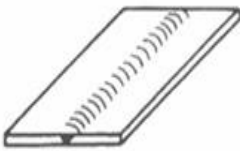

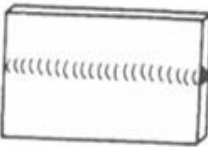
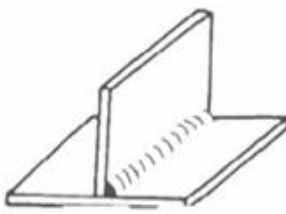
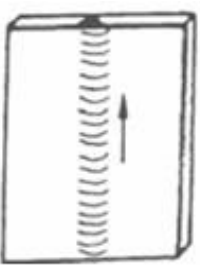
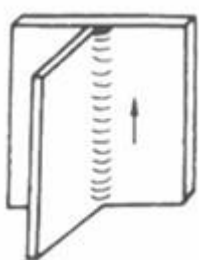
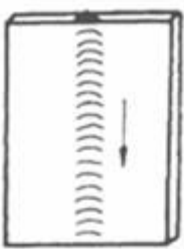
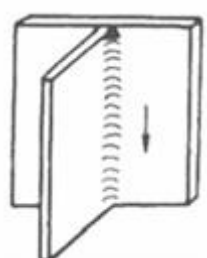
**W11** : Aciers inoxydables austéno-ferritiques et aciers inoxydables austénitiques (Cr/Ni) Définitions selon la norme EN 287-1-A1

**Valeurs et paramètres concernant les matériaux et la préparation :**

- **Épaisseur du matériau de base** : épaisseur en mm du matériau à souder
- **Diamètre du matériau de base** : pour une pièce circulaire, rond ou tube, on indique le diamètre en mm à souder.

**Informations relatives au joint soudé :**

- **Procédé de soudage** : Numéro du procédé de soudage utilisé (ex : 135, 111, 141,...)
- **Position de soudage de l'assemblage** :

a) Soudures bout à bout (tôles)		b) Soudures d'angles (tôles) :	
	PA Plat		PA Gouttière
	PC Corniche		PB Angle à plat
	PF Verticale montant		PF Verticale montant
	PG Verticale descendant		PG Verticale descendant

**- Type du joint soudé :**

**Il s'agit d'une suite de symbolisations qui déterminent avec précision, le type de joint réalisé. Les variables suivantes seront utilisées :**

**- Codifications pour le type d'assemblage de soudage :**

- **P** : Essai de soudage sur tôle (Plate)
- **T** : Essai de soudage sur tube (Pipe)
- **BW** : Essai de soudage bout à bout (Butt Weld)
- **FW** : Essai de soudage en angle (Fillet Weld)
- **P-BW** : Essai de soudage sur tôle en bout à bout
- **T-BW** : Essai de soudage sur tube en bout à bout
- **P-FW** : Essai de soudage sur tôle en angle
- **T-FW** : Essai de soudage sur tube en angle

**- Codifications pour le mode d'assemblage :**

- **ss** : Essai de soudage d'un seul côté (single sidewelding)
- **bs** : Essai de soudage de deux cotés (bothsides)
- **ng** : Sans gougeage par meulage (no back gouging/ no back grinding)
- **gg** : Avec gougeage par meulage (back gouging/ back grinding)
- **nb** : Essai de soudage sans support envers (weldingwith no backing)
- **mb** : Essai de soudage avec support envers (weldingwithmaterial backing)

**- Détail de gougeage ou support envers** : à indiquer si existant.

**Informations relatives au gaz, métal d'apport et électrodes :**

- **Métal d'apport** : Suivant codification, indiquer le métal d'apport utilisé
- **Marque et type du métal d'apport**
- **Reprise spéciale ou séchage** : selon besoin, à indiquer
- **Gaz de protection ou flux** : Par exemple Ar+CO<sup>2</sup> (envers et/ou endroit)
- **Débit de gaz de protection** : Indiquer en litres/min les débits pour la soudure envers et/ou endroit
- **Dimension et type d'électrode non fusible (TIG) - Angle de la torche**

**Informations relatives au préchauffage, traitement thermique :**

- **Température de préchauffage** : A indiquer si nécessaire
- **Traitement thermique après soudage** : A indiquer si nécessaire
- **Temps, température et méthode** : selon besoin, à indiquer
- **Vitesse de montée en température et de refroidissement** : selon besoin
- **Température entre passes** : selon besoin

### Extrait de Norme

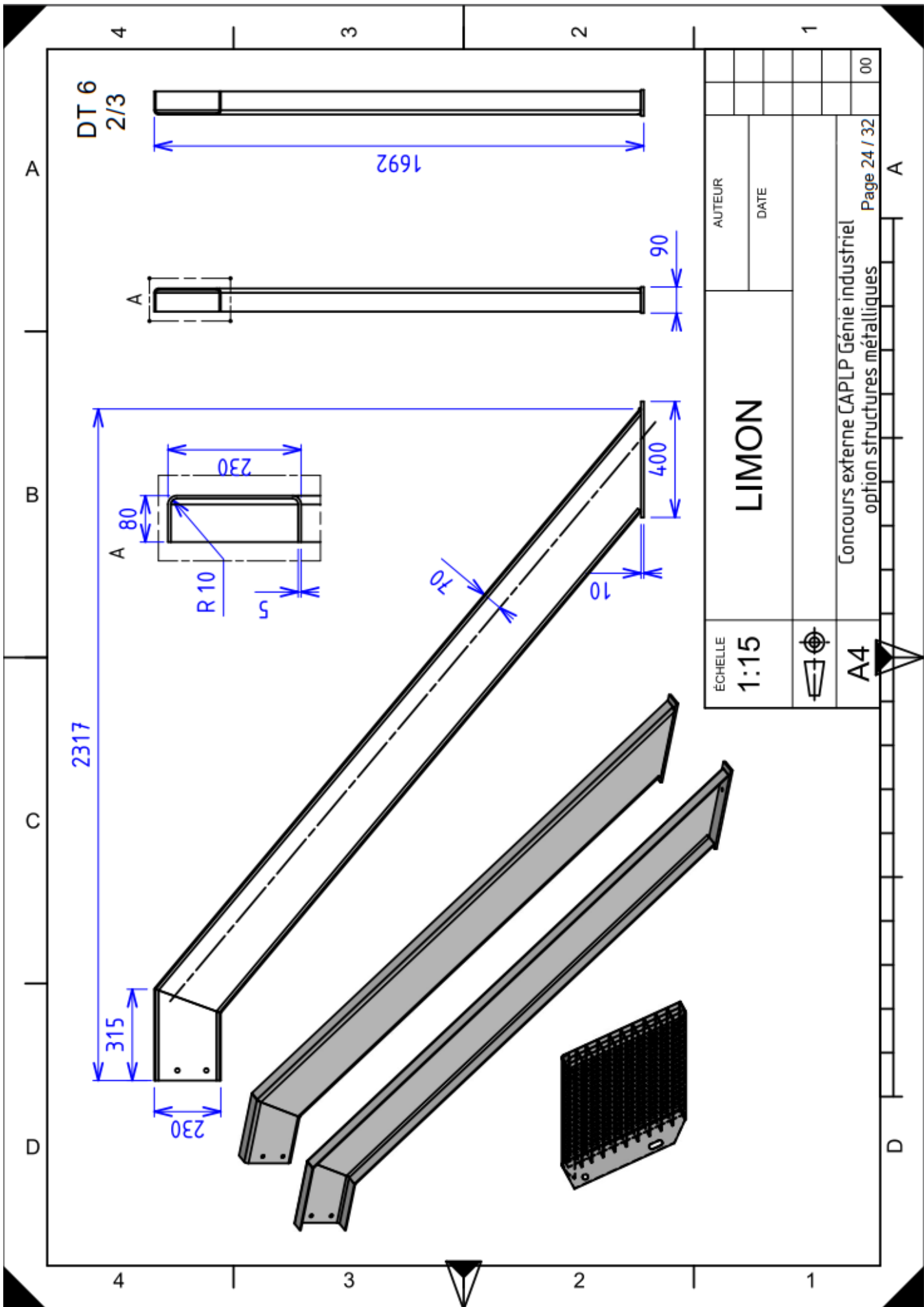
En France, les moyens d'accès aux bâtiments et installations industriels y compris les parties de bâtiment ayant pour fonction de donner accès à des machines, sont traités dans les normes NF E 85- 013 à NF E 85-016.

#### Les escaliers droits

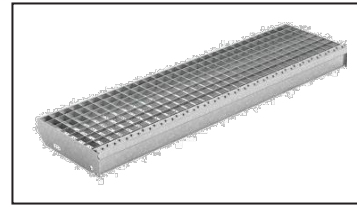
**Dimensions** : La hauteur et le giron de la marche d'un escalier industriel doivent respecter les règles de l'art :  $600 \text{ mm} \leq g+2h \leq 660 \text{ mm}$

Le recouvrement doit être au minimum de 50 mm s'il n'y a pas de contremarche. Dans le cas contraire, il doit être au minimum de 10 mm.

Pour ces derniers, le dimensionnement conseillé est de **17 à 21 cm** pour la hauteur de marches ; de **21 à 27 cm** pour le giron de marche et d'au moins 60 cm pour la largeur d'escaliers.

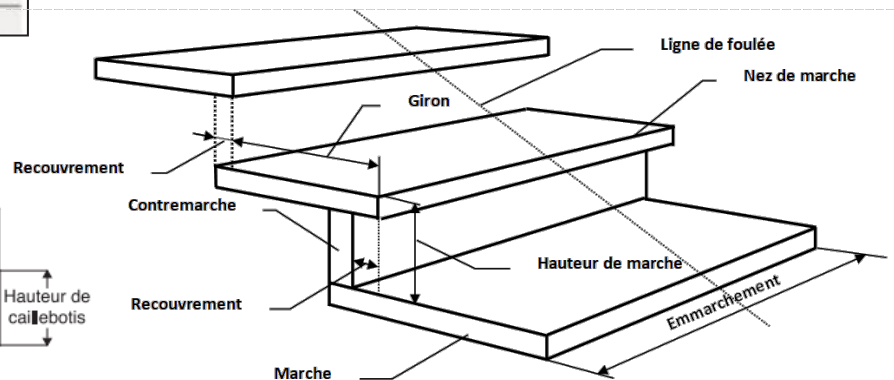
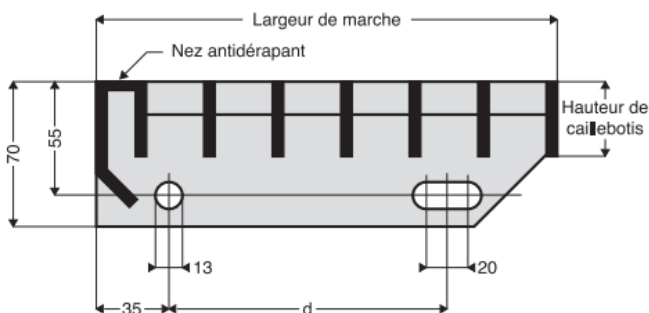


## MARCHES D'ESCALIERS EN CAILLEBOTIS



DT6 3/3

Largeur (mm)	Profondeur (mm)	Maille (mm)	Poids (kg)	Largeur (mm)	Profondeur (mm)	Maille (mm)	Poids (kg)
500	200	30 x 30	2,6	1100	200	30 x 30	5,7
	240	30 x 30	2,9		240	30 x 30	6,3
600	200	30 x 30	3,1		270	30 x 30	6,7
	240	30 x 30	3,4	305	30 x 30	7,2	
	270	30 x 30	3,7	1200	200	30 x 30	6,2
305	30 x 30	4,0	240		30 x 30	6,8	
200	30 x 30	3,5	270		30 x 30	7,3	
700	240	30 x 30	3,9	305	30 x 30	7,8	
	270	30 x 30	4,2	240	30 x 30	7,6	
	305	30 x 30	4,5	1300	270	30 x 30	8,2
200	30 x 30	3,9	305		30 x 30	8,7	
240	30 x 30	4,4	240		30 x 30	8,2	
800	270	30 x 30	4,7	1400	270	30 x 30	8,7
	305	30 x 30	5,1		305	30 x 30	9,3
	200	30 x 30	4,5		240	30 x 30	8,7
900	240	30 x 30	5,0	1500	270	30 x 30	9,3
	270	30 x 30	5,4		305	30 x 30	10,0
	305	30 x 30	5,8				
1000	200	30 x 30	5,0				
	240	30 x 30	5,5				
	270	30 x 30	5,9				
	305	30 x 30	6,3				



- **La marche**, c'est la surface horizontale sur laquelle on pose le pied. Elle est composée de plusieurs parties
- **Le giron**, c'est la distance horizontale comprise entre deux nez de marches consécutifs.
- **Le recouvrement**, c'est la partie de la marche recouverte par la marche du dessus. Il n'est pas pris en compte dans le calcul mais il permet d'améliorer le confort de l'escalier.
- **La hauteur de marche**, c'est la distance verticale entre deux nez de marches consécutifs.
- **Le nez de marche**, c'est la partie saillante de la marche
- **L'embranchement**, c'est le passage utile de l'escalier.
- **La ligne de foulée**, c'est une ligne fictive symbolisant le déplacement d'une personne montant l'escalier. Elle passe par tous les nez de marches. Sa position varie selon la largeur de l'escalier.

## DOSSIER RÉPONSES

<b>Tableau des facteurs de potentiels et conséquences d'une défaillance</b>	<b>DR1</b>
<b>Gamme de fabrication</b>	<b>DR2</b>
<b>DMOS-P</b>	<b>DR3</b>
<b>Plan limon traçage</b>	<b>DR4</b>
<b>Développement de limon</b>	<b>DR5</b>











**NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE**

# DR1 - Catégorie des risques

CRITÈRES	ÉVALUATION DES NIVEAUX			
	FAIBLE	MODÉRÉE	IMPORTANTE	TRÈS IMPORTANTE
La variabilité des sollicitations autour des points de consigne est-elle ?	FAIBLE	MODÉRÉE	IMPORTANTE	TRÈS IMPORTANTE
La fréquence des démarrages et des arrêts est-elle ?	FAIBLE	MODÉRÉE	IMPORTANTE	TRÈS IMPORTANTE
La variabilité très brutale de température ou de pression est-elle ?	FAIBLE	NORMALE	IMPORTANTE	TRÈS IMPORTANTE
La surveillance de l'appareil en service est-elle ?	CONTINUE	PÉRIODIQUE ET SYSTEMATIQUE	OCCASIONNELLE	IMPOSSIBLE OU NON PREVUE
L'inspection de l'appareil en service est-elle ?	CONTINUE	PÉRIODIQUE ET SYSTEMATIQUE	OCCASIONNELLE	IMPOSSIBLE OU NON PREVUE
La complexité de l'appareil est-elle ?	FAIBLE	MOYENNE	GRANDE	TRES GRANDE
La possibilité de dégradation liée à la corrosion et ou l'érosion est-elle ?	FAIBLE	MOYENNE	ÉLEVÉE	TRES ÉLEVÉE
La possibilité de dégradation en service liée à la température est-elle ?	FAIBLE	MOYENNE	ÉLEVÉE	TRES ÉLEVÉE
La température du produit, en cas de fuite, présente-t-elle un danger pour le personnel ?	NUL	FAIBLE	MOYEN	IMPORTANT
La population concernée en cas de défaillance est-elle ?	TRES FAIBLE	FAIBLE	IMPORTANTE	TRÈS IMPORTANTE
La présence du personnel d'exploitation à proximité de l'appareil est-elle ?	RARE	OCCASIONNELLE	FRÉQUENTE	PERMANENTE
L'incidence économique d'une défaillance serait-elle ?	FAIBLE	MODÉRÉE	IMPORTANTE	TRÈS IMPORTANTE
La défaillance de l'appareil peut-elle entraîner la défaillance d'un appareil voisin dont les conséquences seraient ?	FAIBLE	MOYENNE	IMPORTANTE	TRÈS IMPORTANTE
Facteurs potentiels de défaillance				
Conséquence d'une défaillance				





**NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE**





**Descriptif de Mode Opérateur de Soudage Préliminaire (DMOS-P)**

Lieu : Examineur ou organisme d'inspection :  
 N° DMOS-P du fabricant :  
 N° PV-QMOS du fabricant : Méthode de préparation et de nettoyage :  
 Fabricant : Spécification du matériau de base :  
 Nom du soudeur : Épaisseur du matériau :  
 Mode de transfert du métal : Diamètre du matériau de base :  
 Type d'assemblage et de soudure : Position de soudage de l'assemblage :

Schéma de préparation	Disposition des passes

Paramètres de soudage : unités Ampère, Volt, cm/min, kJ/cm

Passé	Procédé de soudage	Dimensions du matériau d'apport	Intensité (A)	Tension (V)	Type de polarité	Vitesse de dévidage du fil	Vitesse d'avance	Apport de chaleur	Transfert de métal

Désignation et marque du matériau d'apport		Autres informations par exemple:	
Étuvage ou séchage spécifique		Balayage largeur maximale de la passe	
Gaz de protection / flux endroit		Oscillation amplitude, fréquence, temps d'arrêt	
Envers		Soudage pulsé détails	
Débit du gaz de protection endroit		Distance tube contact pièce	
Envers		Détail du soudage plasma	
Électrode de tungstène /dimension		Inclinaison de la torche	
Détail de gougeage ou du support envers		Température de préchauffage	
Température entre passes		Post chauffage	
Traitement thermique après soudage		Temps température méthode	

Fabricant		Examineur ou organisme d'examen	
Nom date et signature		Nom date et signature	

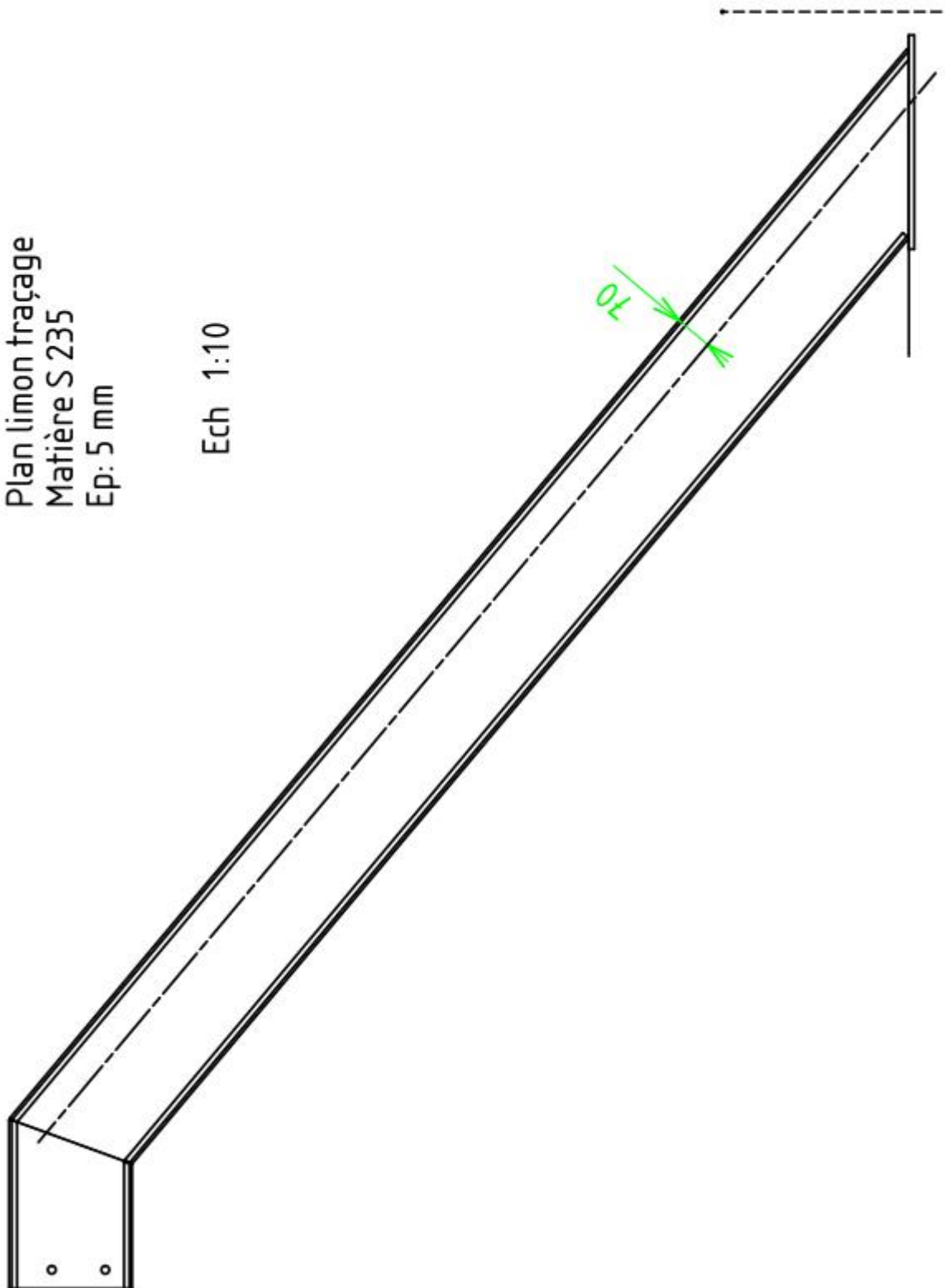


**NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE**

DR4

Plan limon traçage  
Matière S 235  
Ep: 5 mm

Ech 1:10



DR5

Développement de limon  
Matière S 235  
Ep: 5 mm

Ech : 1:10

