

SESSION 2021

**CAPLP
CONCOURS EXTERNE
ET CAFEP**

SECTION : GÉNIE INDUSTRIEL

Option : Structures métalliques

ANALYSE D'UN PROBLÈME TECHNIQUE

Durée : 4 heures

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

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.

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.

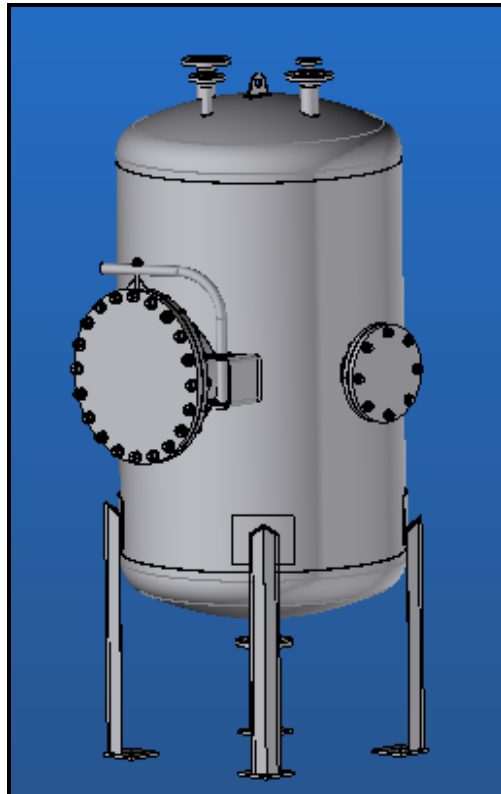
► **Concours externe du CAPLP de l'enseignement public :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EFE	2400J	101	7397

► **Concours externe du CAFEP/CAPLP de l'enseignement privé :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EFF	2400J	101	7397

Constitution du sujet

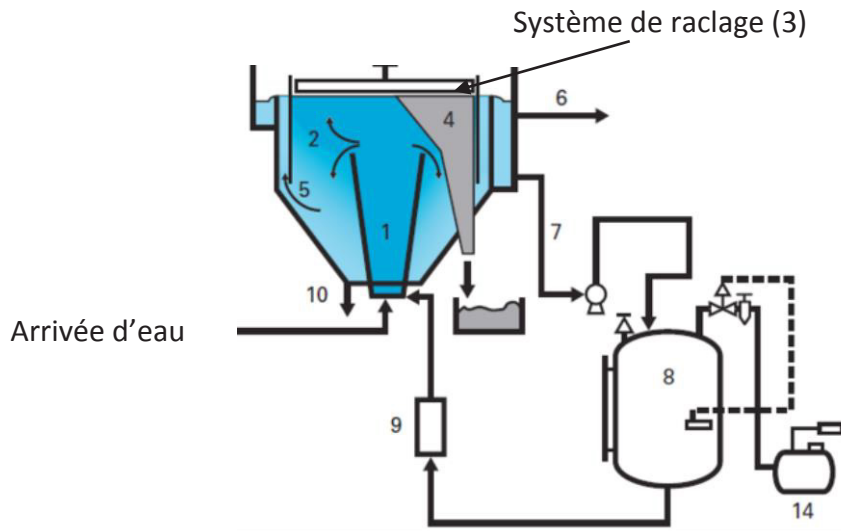


BALLON DE PRESSURISATION

Dossier sujet :	page 1 à page 6
Dossier technique :	pages DT 1 à DT 8
Documents réponses :	pages DR 1 à DR 4

L'étude porte sur un ballon de pressurisation installé sur un poste de flottation de traitement d'eau.

Le principe de fonctionnement d'un poste de flottation est décrit dans la figure ci dessous :



L'eau à traiter est introduite dans une chambre de mélange (1) où elle est mise en contact avec de l'eau pressurisée puis détendue, entraînant la formation de fines bulles d'air (ou de gaz) qui viennent se fixer sur les impuretés.

Ces impuretés, de densité inférieure à l'eau, se séparent de l'eau dans la zone (2) et viennent s'accumuler en surface. La boue ainsi constituée est collectée par un système de raclage (3) avant d'être évacuée par une goulotte (4). L'eau clarifiée est reprise sous une cloison siphonoïde (5) avant d'être collectée et évacuée en (6).

Une partie de cette eau sera réutilisée dans le poste de flottation par l'intermédiaire de la sortie (7). Elle sera alors mise en contact avec de l'air sous une pression de 6 bar (14) dans un ballon de pressurisation (8).

L'entreprise en charge de la réalisation du ballon de pressurisation est une entreprise de chaudronnerie qui fabrique des ensembles chaudronnés et réalise des travaux de constructions métalliques.

Le sujet comporte quatre parties distinctes :

- Partie 1 : Étude des éléments de piquage.
- Partie 2 : Étude du corps et du fond.
- Partie 3 : Étude de l'assemblage du ballon de pressurisation.
- Partie 4 : Conception de la potence de la porte.

Vous devez vérifier l'épaisseur des fonds bombés Rep.6 en situation normale de service constituant les deux extrémités du ballon de pressurisation.

Hypothèse : les fonds sont conformes à la norme NF E 81-102, ils sont considérés en un seul élément sans soudure.

Caractéristiques de l'appareil :

Code de construction	2010
Evaluation globale des facteurs potentiels de défaillance et des conséquences d'une défaillance éventuelle	Faible
Catégorie de risque	IV
Pression de service	6 bars
Pression de calculs	6 bars
Pression d'épreuve	9 bars
Température de service	Ambiante (20°C)
Température de calcul	30°C

*À l'aide des Documents Techniques **DT1, DT2, DT3 et DT4***

Répondre sur feuille de copie

Question n°1 : Déterminer la catégorie de construction ainsi que le coefficient de soudure du ballon de pressurisation.

Question n°2 : Calculer la contrainte nominale de calcul.

Question n°3 : Calculer l'épaisseur minimale nécessaire avec $\beta = 1,1$.

Question n°4 : Porter une conclusion quant au résultat obtenu.

Question n°5 : Déterminer le nombre ainsi que le diamètre des boulons permettant la liaison entre le Rep. 15 et le Rep. 23, **justifier** votre réponse.

*Vous devez réaliser le corps Rep.1 du ballon de pressurisation dont le plan d'ensemble se trouve sur le Document Technique **DT1**.*

Répondre sur feuille de copie

Question n°6 : À partir des diamètres des fonds bombés dont le relevé de cotes est différent (diamètre du premier fond bombé : 1105 mm et diamètre du second fond bombé 2 : 1098 mm) et en utilisant le *Document Technique DT3*, **déterminer** les dimensions du flan capable nécessaire pour réaliser le corps ?

Vous devez réaliser le développement du corps Rep.1 avec le piquage et le développement de la tubulure Rep.14.

*Répondre le document réponse **DR1***

Question n°7 : À l'aide des *Documents Techniques DT1 et DT3*, **rechercher** les paramètres nécessaires à la programmation du logiciel de Traçage Assisté par Ordinateur pour la fabrication du piquage entre Rep. 14 et Rep.1 afin de déterminer leurs développements.

Vous devez réaliser le tracé le positionnement des piquages Rep.16, Rep.18 et Rep.20 du ballon de pressurisation.

Répondre sur feuille de copie

Question n°8 : **Proposer** une solution pour déterminer par tracé la position des piquages Rep.16, Rep.18 et Rep. 20 sur le fond bombé GRC Rep. 6

*Vous devez valider les paramètres de soudage de la soudure périphérique L4 de la petite fourrure repère Rep. 5 sur le corps Rep.1 du ballon de pressurisation, en vous aidant des Documents Techniques **DT4**, **DT5**, **DT6** et **DT7**.*

Le métal d'apport participe à 70% de la constitution du métal fondu et les métaux de base participent à part égale dans la dilution.

Répondre sur feuille de copie

Question n°9 : À partir du document **DT6**, interpréter le résultat obtenu de la composition métallurgique du joint soudé suite à l'étude du diagramme de Schaeffler - Bystram.

Question n°10 : À partir des paramètres de soudage du **DT5**, déterminer l'énergie nominale de soudage nécessaire pour l'élaboration du joint soudé.

En : Energie de soudage en $Kj \cdot cm^{-1}$

U : Tension de soudage en Volts

I : Intensité de soudage en Ampères

V : Vitesse de soudage en cm/min

$$En = \frac{60 U \cdot I}{1000V}$$

Question n°11 : Compléter le DMOS se trouvant sur le Document Réponse **DR2** en lien avec l'assemblage L4 en vous aidant du Document Technique **DT7**.

Après pointage, l'assemblage des fonds du corps se fait au procédé MIG (131) sur des viureux. Un soudeur, équipé d'EPI (Équipements de Protection Individuelle) et avec les EPC (Équipements de Protection Collective) mis en œuvre, intervient pour effectuer cette opération. De nombreuses fabrications différentes sont en cours dans l'atelier et particulièrement dans la zone « soudure et meulage ».

Un travail collaboratif, au sein de l'entreprise, entre les membres du CHSCT (Comité d'Hygiène et de Sécurité des Conditions de Travail) et les différents opérateurs qui interviennent dans ce secteur, ont permis de réaliser l'analyse des risques en suivant la norme ISO 12100-2:2003.

Question n°12 : À partir du Document Technique **DT8**, compléter le Document Réponse **DR3**, en indiquant les priorités d'intervention et le ou les moyens de protection que vous proposez pour chaque danger tout en les positionnant dans la colonne protection collective ou/et protection individuelle.

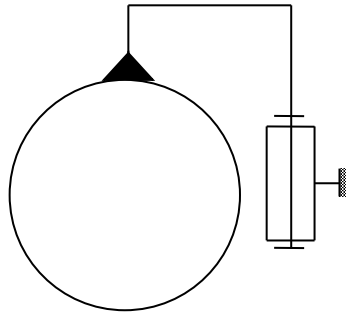
Dans le cadre de la préparation de l'assemblage de l'ensemble du ballon de pressurisation, vous devez planifier l'ordre d'assemblage des différents éléments constituant l'ouvrage.

Répondre sur feuille de copie

Question n°13 : Déterminer le graphe de montage des différents éléments constituant l'ensemble du ballon de pressurisation.

*Vous êtes en charge de la conception de la potence (Rep. 22, Rep. 32) pour l'ouverture de la bride pleine située sur le plan d'ensemble Document Technique **DT1**.*

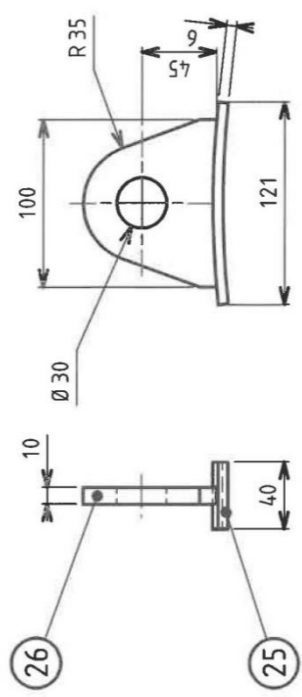
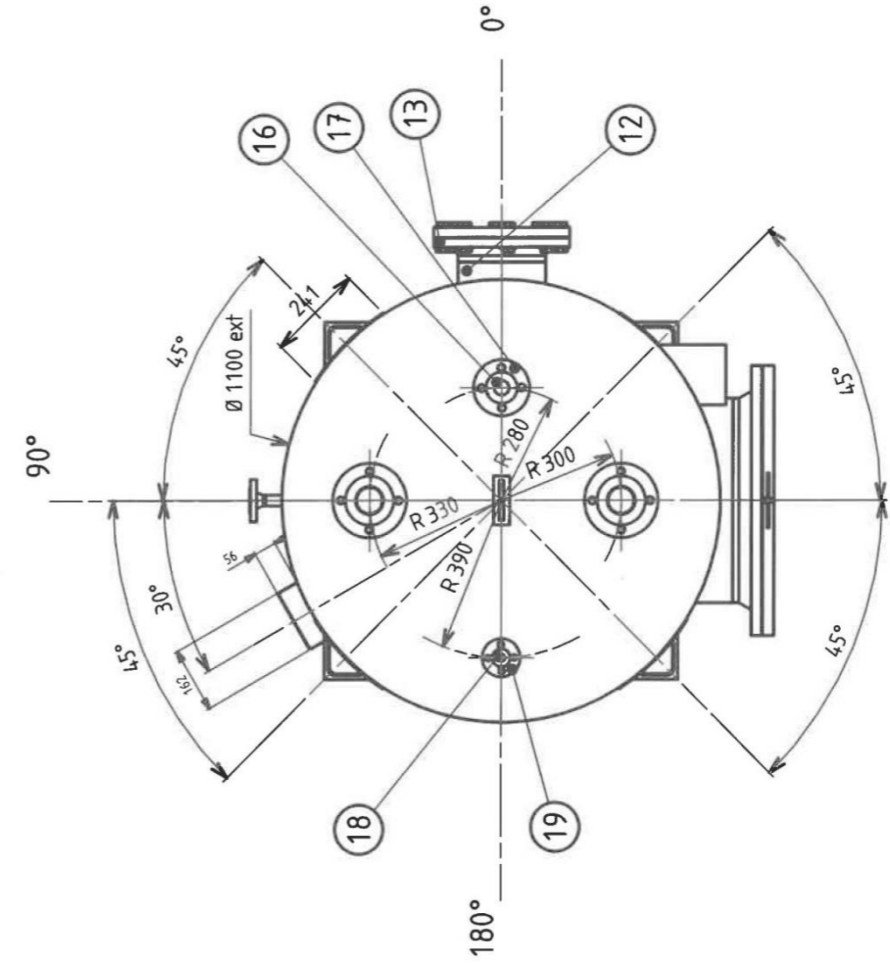
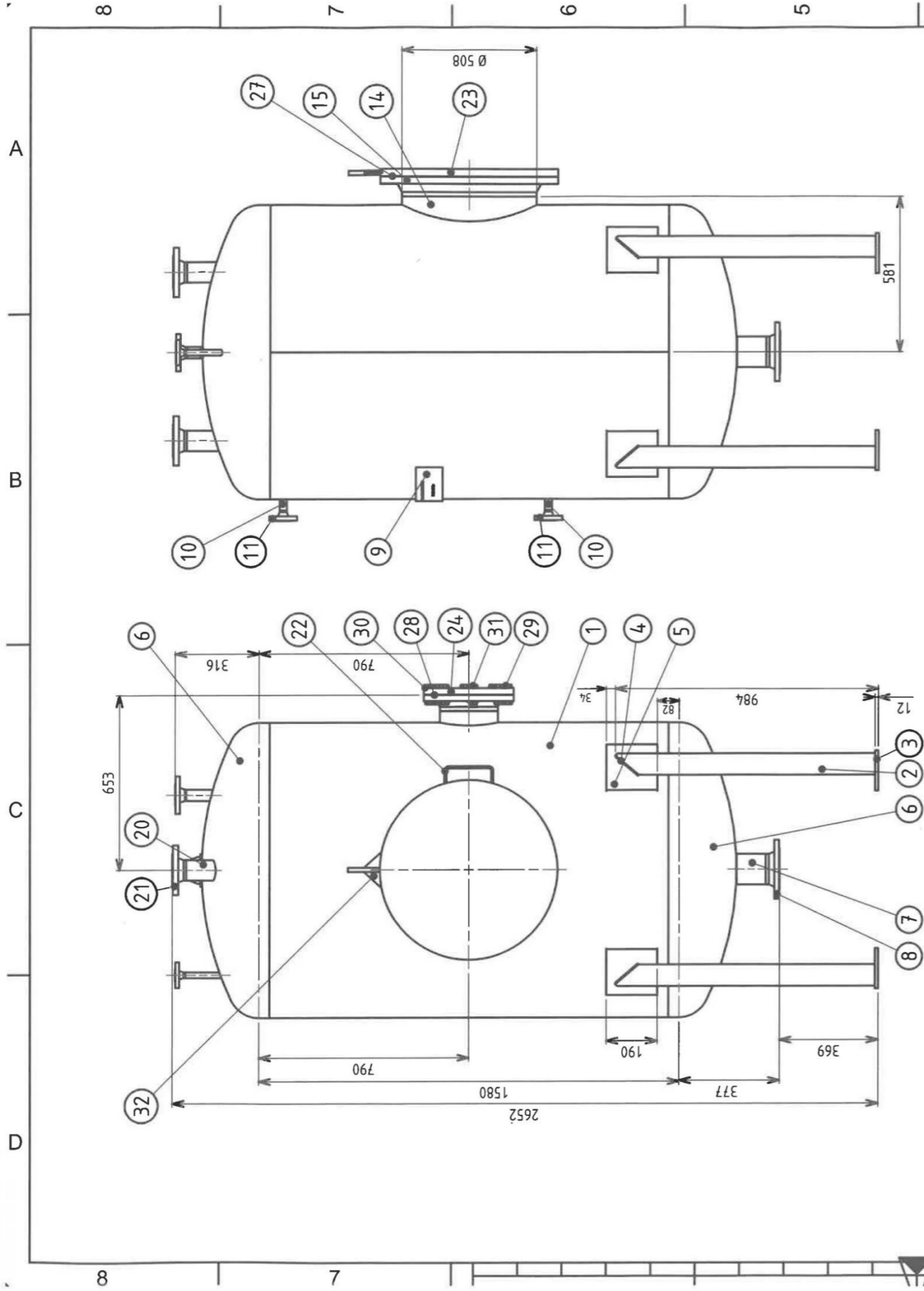
Question n°14 : En respectant le schéma cinématique ci-dessous. **Dessiner** à main levée, sur le *Document Réponse **DR4***, une solution démontable de cette potence afin de conserver la bride pleine et la virole en l'état.



CAPLP EXTERNE
Section : GÉNIE INDUSTRIEL
Option : STRUCTURES MÉTALLIQUES
Épreuve : Analyse d'un problème technique
Session 2021
Coefficient 1 – Durée 4 heures

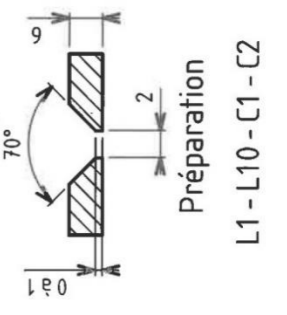
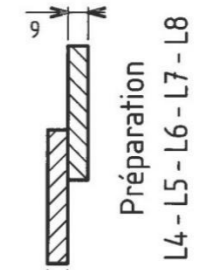
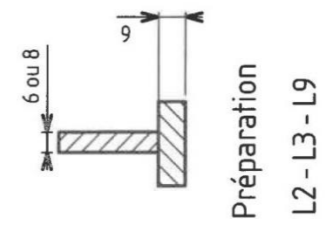
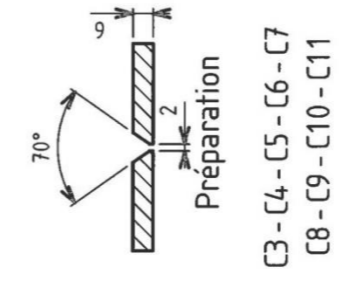
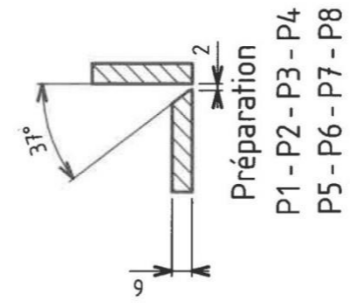
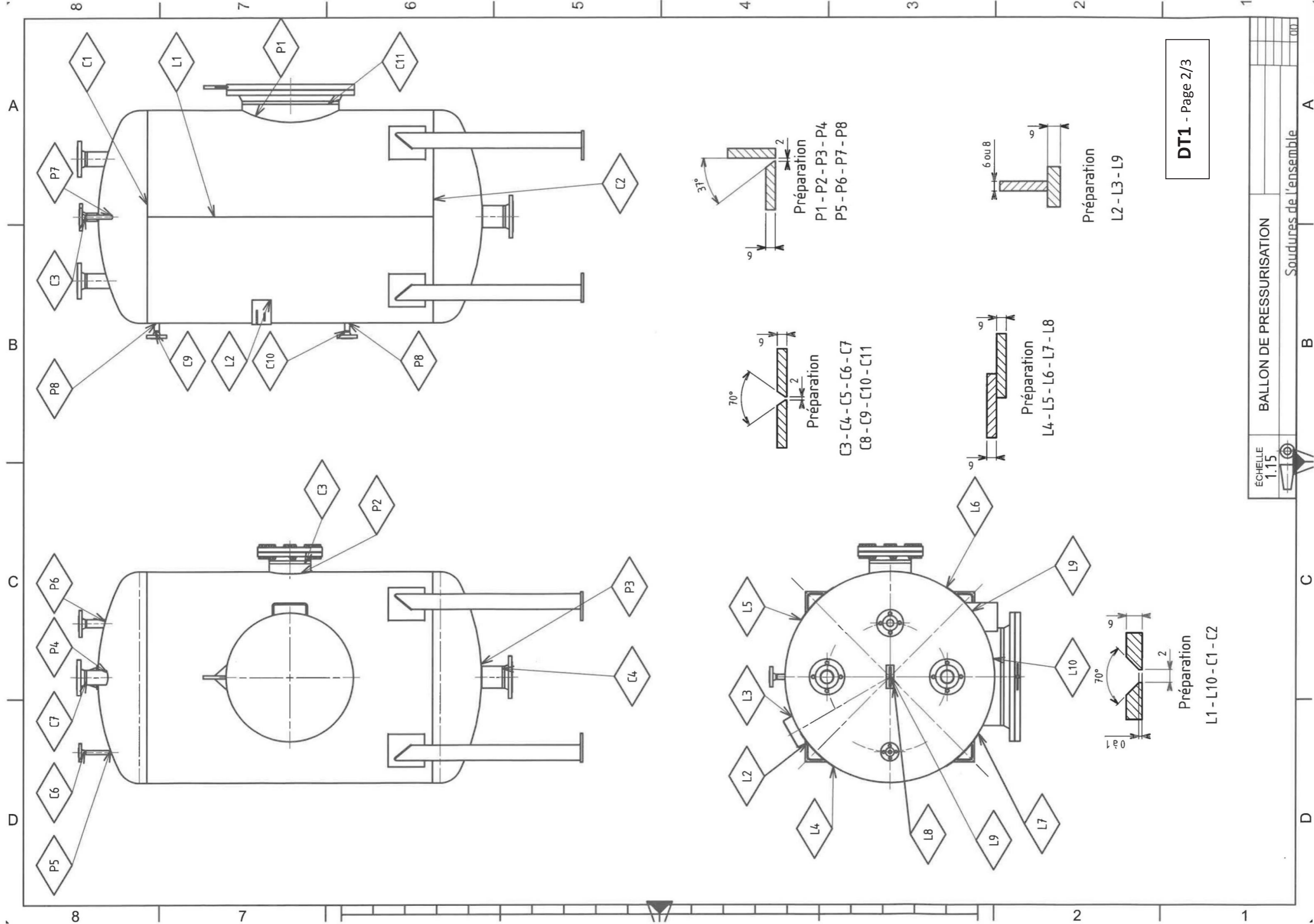
Dossier Technique

DT1	Plans (format A3) et nomenclature du ballon de pressurisation	3 pages
DT2	Extrait du CODAP 2010	3 pages
DT3	Caractéristiques dimensionnelles - fond GRC - Brides à collerette	2 pages
DT4	Caractéristique des aciers	2 pages
DT5	Paramètres de soudage	1 page
DT6	Diagramme de Schaeffler - Bystram	1 page
DT7	Extrait de « comment rédiger un DMOS »	3 pages
DT8	Évaluation des risques	1 page



DT1 - Page 1/3

ÉCHELLE	BALLON DE PRESSURISATION
1	00



DT1 - Page 2/3

ECHELLE 1.15	BALLON DE PRESSURISATION
	Soudures de l'ensemble
1	A
2	B
3	C
4	D
5	
6	
7	
8	

32	1	Système de fixation (à concevoir)	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	-
31	16	Ecrou HM20	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	ISO 4032
30	16	Rondelle M20	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	NFE 25-514
29	1	Bride pleine DN200 PN10	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	EN 1092-1
28	1	Joint plat DN200 PN10	C4430	Klingersil
27	1	Joint plat DN500 PN10	C4430	Klingersil
26	1	Anneau	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	Tôle ép.10
25	1	Tôle d'anneau	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	Tôle ép.6
24	1	Bride pleine DN200 PN10	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	EN 1092
23	1	Bride pleine DN500 PN10	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	EN 1092
22	1	Tôle support du système de fermeture	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	Tôle ép.8
21	2	Bride à collerette DN65 PN10/16	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	EN 1092-1
20	2	Tube sans soudure 42,4 x 3,2	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	EN 10216-5
19	1	Bride à collerette DN15 PN10/16	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	EN 1092-1
18	1	Tube sans soudure 21,3 x 2,6	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	EN 10216-5
17	1	Bride à collerette DN32 PN10/16	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	EN 1092-1
16	2	Tube sans soudure 76,1 x 3,6	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	EN 10216-5
15	1	Bride à collerette DN500 PN10	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	EN 1092-1
14	1	Tubulure	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	Tôle ép.8
13	1	Bride à collerette DN200 PN10	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	EN 1092-1
12	1	Tube sans soudure 219,1 x 3,76	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	EN 10216-5
11	2	Bride à collerette DN20 PN10/16	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	EN 1092-1
10	2	Tube sans soudure 26,9 x 2,6	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	EN 10216-5
9	1	Plaque signalétique	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	Tôle ép. 6
8	1	Bride à collerette DN100 PN10/16	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	EN 1092-1
7	1	Tube de vidange 114,3 x 4,5	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	EN 10216-5
6	2	Fond bombé GRC	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	EN 10028-2
5	4	Petite fourrure	Acier S355	Tôle ép. 6
4	4	Bouchon	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	Tôle ép. 6
3	4	Platine	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	Tôle ép.12
2	4	Pied	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	Tôle ép.8
1	1	Corps	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	Tôle ép. 6
Repère	Nbr.	Désignation	Matière	Observations

Extrait CODAP

Section C3 : règles de calcul des fonds soumis à une pression intérieure

Tableau GA5.4-1 - Détermination de la catégorie de construction.

Évaluation globale des facteurs potentiels de défaillance et des conséquences d'une défaillance éventuelle	Catégorie de construction <i>minimum</i> des appareils entrant dans le champ d'application de la Directive Européenne Équipements Sous Pression 97/23/CE ou de sa transposition en droit national				
	Sans catégorie	Catégorie de risque I	Catégorie de risque II	Catégorie de risque III	Catégorie de risque IV
Faible	B2	B2	B2	B2	B2
Moyenne	B2	B2	B2	B2	B1
Importante	B2	B2	B2	B2	A
Très importante	B2	B2	B2	B1	A

Tableau GA5.4-2 - Contraintes nominales de calcul et coefficients de soudure.

f	Catégorie de construction			
	A	B1	B2	
Contrainte nominale de calcul : f	f_1	f_1	f_1	
Coefficient de soudure : z	$z = 1$	$z = 0,85$	$z = 0,85$	

C3.1.3 - Notations

D_e = Diamètre extérieur du fond

D_i = Diamètre intérieur du fond

e = Épaisseur minimale nécessaire d'un fond d'épaisseur uniforme

ou

Épaisseur minimale nécessaire de la région périphérique d'un fond torisphérique constitué de plusieurs éléments soudés d'épaisseurs différentes

e_s = Épaisseur minimale nécessaire de la calotte sphérique d'un fond torisphérique

f = Contrainte nominale de calcul du matériau du fond

h_c = Hauteur du bord cylindrique d'un fond elliptique ou torisphérique

h_i = Flèche intérieure théorique d'un fond elliptique

P = Pression de calcul

C3.1.5.1 - Fonds torisphériques d'épaisseur uniforme

a) L'épaisseur minimale nécessaire d'un fond torisphérique en un seul élément ou constitué de plusieurs éléments soudés de même épaisseur est donnée par la relation :

$$e = \text{MAX} \left[\left(e_s \right); \left(e_y \right); \left(e_b \right) \right] \quad (\text{C3.1.5.1a})$$

b) L'épaisseur e_s est donnée par la formule :

$$e_s = \frac{P \cdot R}{2f \cdot z - 0,5P} \quad (\text{C3.1.5.1b})$$

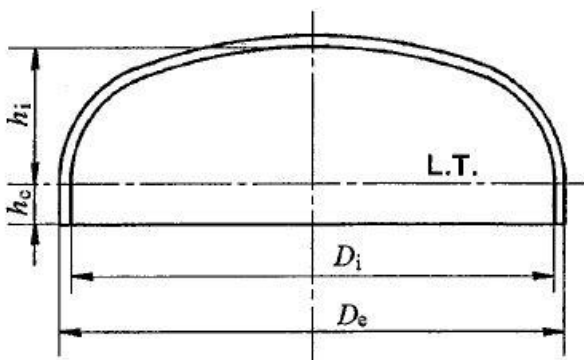
dans laquelle $z = 1$ si le fond est constitué d'un seul élément sans soudure.

c) L'épaisseur e_y est donnée par la formule :

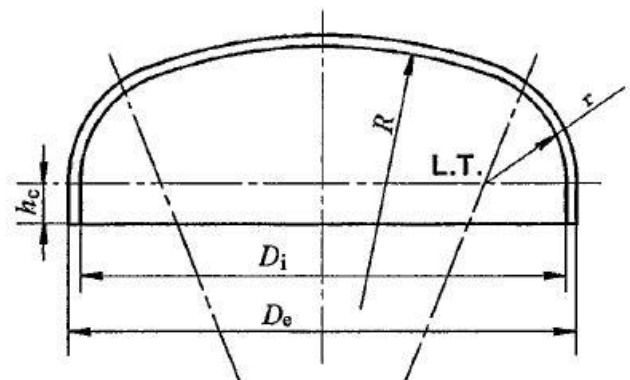
$$e_y = \beta \left(0,75R + 0,2D_i \right) \frac{P}{f} \quad (\text{C3.1.5.1c})$$

d) L'épaisseur e_b est donnée par la formule :

$$e_b = 0,0433 \left(0,75R + 0,2D_i \right) \left(\frac{D_i}{r} \right)^{0,55} \left(\frac{P}{f} \right)^{0,667} \quad (\text{C3.1.5.1d})$$



a) Fond elliptique



b) Fond torisphérique

**Tableau GA5.6.1-1 - Contrainte nominale de calcul
pour une situation normale de service sans fluage du matériau.**

Tôles, composants forgés, tubes et composants tubulaires

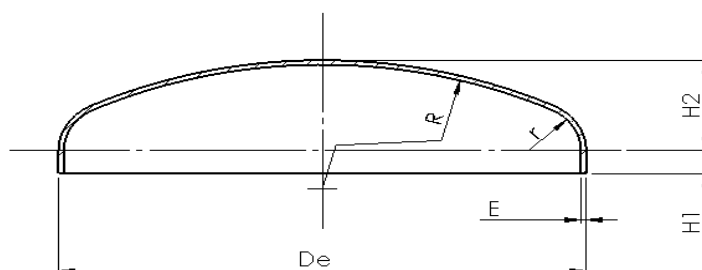
Matériau		Contrainte nominale de calcul f	
		f_1	f_2
Aciers au carbone et carbone-manganèse, aciers faiblement alliés et aciers alliés (M2) Aciers inoxydables austénitiques (M3) avec $A < 30\%$		$\text{MIN} \left\{ \left(\frac{R_{p0,2}^t}{1,5} \right) \left(\frac{R_m^t}{2,4} \right) \right\}$	$\text{MIN} \left\{ \left(\frac{R_{p0,2}^t}{1,6} \right) \left(\frac{R_m^t}{2,7} \right) \right\}$
Aciers inoxydables austénitiques (M3)	$30 \leq A < 35\%$	$\frac{R_{p1,0}^t}{1,5}$	$\frac{R_{p1,0}^t}{1,6}$
	$A \geq 35\%$	Si seule $R_{p1,0}^t$ est spécifiée :	
		$\frac{R_{p1,0}^t}{1,5}$	$\frac{R_{p1,0}^t}{1,6}$
		Si $R_{p1,0}^t$ et R_m^t sont spécifiées :	
		$\frac{R_{p1,0}^t}{1,5}$	$\frac{R_{p1,0}^t}{1,6}$
		ou (Note 1)	ou (Note 1)
		$\text{MIN} \left\{ \left(\frac{R_{p1,0}^t}{1,2} \right) \left(\frac{R_m^t}{3} \right) \right\}$	$\text{MIN} \left\{ \left(\frac{R_{p1,0}^t}{1,3} \right) \left(\frac{R_m^t}{3,25} \right) \right\}$
		(Note 2)	(Note 2)
		Si seule R_m^t est spécifiée :	
		$\left(\frac{R_m^t}{3} \right)$	$\left(\frac{R_m^t}{3,25} \right)$
Aluminium et alliages d'aluminium (M13)		$\text{MIN} \left\{ \left(\frac{R_{p0,1}^t}{1,5} \right) \left(\frac{R_m^t}{2,4} \right) \right\}$	$\text{MIN} \left\{ \left(\frac{R_{p0,2}^t}{1,6} \right) \left(\frac{R_m^t}{2,7} \right) \right\}$
Cuivre et alliages de cuivre (M15)		$\frac{R_m^t}{4}$	$\frac{R_m^t}{4,25}$

Note 1 : Au choix du Fabricant.

Note 2 : L'utilisation de cette valeur de f peut conduire lors de l'essai de résistance à des déformations permanentes qui bien que parfaitement acceptables en ce qui concerne la résistance de l'appareil peuvent être indésirables en raison d'impératifs fonctionnels. Si tel est le cas, il est recommandé de retenir la première détermination de la contrainte nominale de calcul.

Caractéristiques dimensionnelles - fonds GRC

(Suivant norme NF E 81-102)



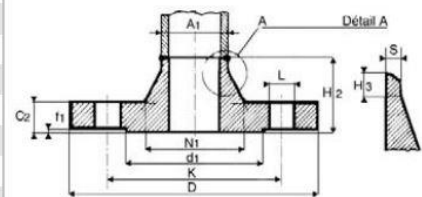
De	E		H2		R	r
	de	à	de	à		
300	2	10	57	53	300	30
350	2	10	67	63	350	35
400	2	12	77	72	400	40
450	2	12	86	81	450	45
500	2	16	96	89	500	50
550	2	18	106	98	550	55
600	3	20	115	107	600	60
650	3	20	124	116	650	65
700	3	22	134	125	700	70
750	3	25	144	134	750	75
800	3	25	154	143	800	80
850	3	28	163	152	850	85
900	4	28	172	161	900	90
950	4	32	182	169	950	95
1000	4	32	192	179	1000	100
1100	4	35	211	197	1100	110

Hauteurs préférentielles de bord droit

E	2	3	4	5	6	8	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	32	35	40
H1	20	25	40		50		55	60	65	70	75	80	90	100	110	120			

Caractéristiques dimensionnelles – Brides à collerettes
Suivant la Norme EN 1092-1

BRIDE ACIER A COLLERETTE PN 10 - WN FLANGE, PN 10												10010	
DN	Collerette			Ø ext.	Epais.	Hauteurs		Perçage		Portée de joint		Poids (kg)	Construction suivant EN 1092-1 (= DIN 2632) • acier carbone : réf. 10010 • inox 316 L : réf. 10010 I Variantes : inox 304 L, ... Sur demande : - DN 1200 au DN 3000 - cote S pour sch. 40 ; 80 ; 160
	Ø A ₁	Ep. S	Ø N ₁	D	C ₂	H ₂	H ₃	n x L	Ø K	Ø d ₁	f ₁		
10 au 40	Utiliser les dimensions PN 40 - Use dimensions of PN 40												
50 au 150	Utiliser les dimensions PN 16 - Use dimensions of PN 16												
200	219.1	6.3	234	340	24	62	16	8 x 22	295	268	2	11.5	
250	273.0	6.3	292	395	26	68	16	12 x 22	350	320	2	15.5	
300	323.9	7.1	342	445	26	68	16	12 x 22	400	370	2	18.0	
350	355.6	7.1	385	505	26	68	16	16 x 22	460	430	2	24.5	
400	406.4	7.1	440	565	26	72	16	16 x 26	515	482	2	29.5	
450	457	7.1	488	615	28	72	16	20 x 26	565	532	2	34.0	
500	508	7.1	542	670	28	75	16	20 x 26	620	585	2	39.5	
600	610	7.1	642	780	28	80	18	20 x 30	725	685	2	56.0	
700	711	8	746	895	30	80	18	24 x 30	840	800	2	65.0	
800	813	8	850	1015	32	90	18	24 x 33	950	905	2	87.0	
900	914	10	950	1115	34	95	20	28 x 33	1050	1005	2	106.0	
1000	1016	10	1052	1230	34	95	20	28 x 36	1160	1110	2	123.0	



Fiche technique de l'acier X2 Cr Ni Mo 17-12-2

1. Normalisation

AISI 316L

DIN 1.4404

AFNOR X2 Cr Ni Mo 17-12-2

2. Caractéristiques

Acier inoxydable austénitique, amagnétique, très résistant à la corrosion dont la poudre de départ, atomisée au gaz, a une granulométrie maximale de 22 µm. Cet acier présente une microstructure homogène à cœur en surface permettant d'obtenir des états de surface et des usinages de qualité. Cet acier est apte aux traitements galvaniques ainsi qu'aux dépôts chimiques et physiques.

3. Composition

%C	%Mn	%P	%S	%Si	%Cr	%Ni	%Mo	%N	%O	%Fe
0,03	2	0,01	0,005	1	17	12	2	0,003	0,002	Compl.

4. Propriétés mécaniques

Traction⁽¹⁾ : Rm ≥ 550 MPa
 Rp0,2 ≥ 180 MPa
 A% ≥ 50 %

Dureté en surface : 120-140 HV1
 Dureté à cœur : 120-140 HV1
 Rugosité⁽²⁾ : 1 < Ra < 2 µm

(1) Sur éprouvettes non normalisées

(2) Hors zone d'injection

Fiche technique des aciers de construction

Caractéristiques Mécaniques				Composition Chimique				
Matériel	Min. Limite D'élasticité	Min. Résistance à la Traction	Élongation	C	Si	Mn	P	S
	Mpa	Mpa	%	%	%	%	%	%
Norme européenne EN10249								
S235	235	340	26	0.25	-	1.4	0.035	0.035
S275	275	410	22	0.27	-	1.5	0.035	0.035
S355	355	480	22	0.27	0.55	1.6	0.035	0.035

FILINOX 316LSi

Gamme de fils massifs MIG-MAG pour les aciers inoxydables et résistant à la chaleur

FILINOX 316LSi est un fil massif de soudage MIG solide de type G 19 12 3 LSi/ER 316LSi, déposant un métal à faible teneur en C-19Cr12Ni2.5Mo.

FILINOX 316LSi est utilisé pour le soudage des aciers inoxydables de qualité 316 et 316L, dans de nombreuses applications incluant la fabrication de tuyauteries et de plaques. Le niveau Si supérieur produit une forme régulière de cordon de soudure et un aspect uniforme avec excellent mélange en bout en particulier dans les soudures en angle. Le joint de soudure a une haute résistance à la corrosion par piqûres et fissurante par des acides non oxydants.

Conforme aux classifications :

- EN ISO 14343-A : G 19 12 3 L Si
- AWS A5.9

FILINOX 316LSi – Analyse chimique

	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo
Métal déposé	0,02	1,4	0,85	0,02	0,015	19	12,5	2,6

MIG 308LSi

Métal d'apport en fil massif pour le soudage MIG des aciers inoxydables austénitiques. A utiliser dans des applications d'emploi général et de corrosion peu sévère, pour des ensembles ne dépassant pas 350°C en température de service.

Analyse chimique

	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo
Métal déposé	0,025	1,8	0,9	0,02	-	20,5	10	-

TYPE DE JOINT : EN ANGLE
GAZ DE PROTECTION : Gaz mixte Argon / CO₂
METAUX SOUDES : Aciers non ou faiblement alliés
POSITION DE SOUDAGE: A plat sauf VD verticale descendante
VM verticale montante



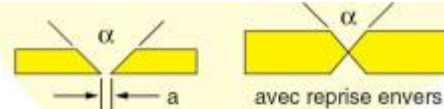
Gorge cordon a	Ø fil	Tension U	Intensité I	Vitesse fil	Vitesse soudage	Nombre passes	Temps	Par mètre de cordon (1)			Taux dépôt	
								Gaz	Poids cordon (2)	Poids fil utilisé (3)	FM=60%	FM=100%
(mm)	(mm)	(Volt)	(Ampère)	(m/min)	(cm/min)		(min)	(l)	(gramme)	(gramme)	(kg/h)	(kg/h)
2	0,8	19	105	7,5	75	1	1,33	12	37	40	1,00	1,67
2	1,0	20	120	5,0	80	1	1,25	14	37	40	1,06	1,77
2 VD	0,8	19	105	7,2	70	1	1,43	13	37	40	0,93	1,55
3	0,8	22	180	16,1	75	1	1,33	12	78	82	2,11	3,51
3	1,0	24	220	10,0	78	1	1,28	14	78	82	2,19	3,65
3 VD	1,0	24	210	9,1	68	1	1,47	17	78	82	1,91	3,18
4	1,0	24	220	10,0	45	1	2,22	25	130	136	2,10	3,51
4	1,2	28	300	9,7	62	1	1,61	22	130	136	2,90	4,84
4 VD	1,2	23	190	4,3	28	1	3,57	48	130	136	1,31	2,18
5	1,0	24	220	10,0	29	1	3,45	38	200	210	2,08	3,57
5	1,0	26	260	15,0	43	1	2,33	26	200	210	3,09	5,15
5	1,2	29	300	10,3	43	1	2,33	31	200	210	3,09	5,15
5	1,6	32	360	6,4	48	1	2,08	38	200	210	3,46	5,76
5 VD	1,2	23	190	4,3	18	3	5,56	74	200	210	1,29	2,18
6	1,2	29	300	10,3	30	1	3,33	44	285	300	3,08	5,13
6	1,6	32	360	6,4	34	1	2,94	54	285	300	3,49	5,81
6 VM	1,0	20	120	4,9	10	1	10,00	110	285	300	1,03	1,71
7	1,2	29	300	10,3	23	3	4,34	58	385	405	3,19	5,32
7 VM	1,0	20	120	4,9	7,5	1	13,33	147	385	405	1,04	1,73
8	1,2	29	300	10,3	17	3	5,88	88	503	530	3,08	5,13
8	1,6	33	380	6,8	20	1	5,00	88	503	530	3,62	6,03
10	1,2	29	300	10,3	11	4	9,09	121	780	820	3,08	5,14
10	1,6	33	380	6,8	13	3	7,69	136	780	820	3,65	6,08

(1) : Pour l'aluminium, diviser les poids de fil au mètre par 2,91

(2) : Poids cordon = a² x longueur (volume théorique) x 7800 kg/m³ (masse volumique acier) + influence surépaisseur cordon

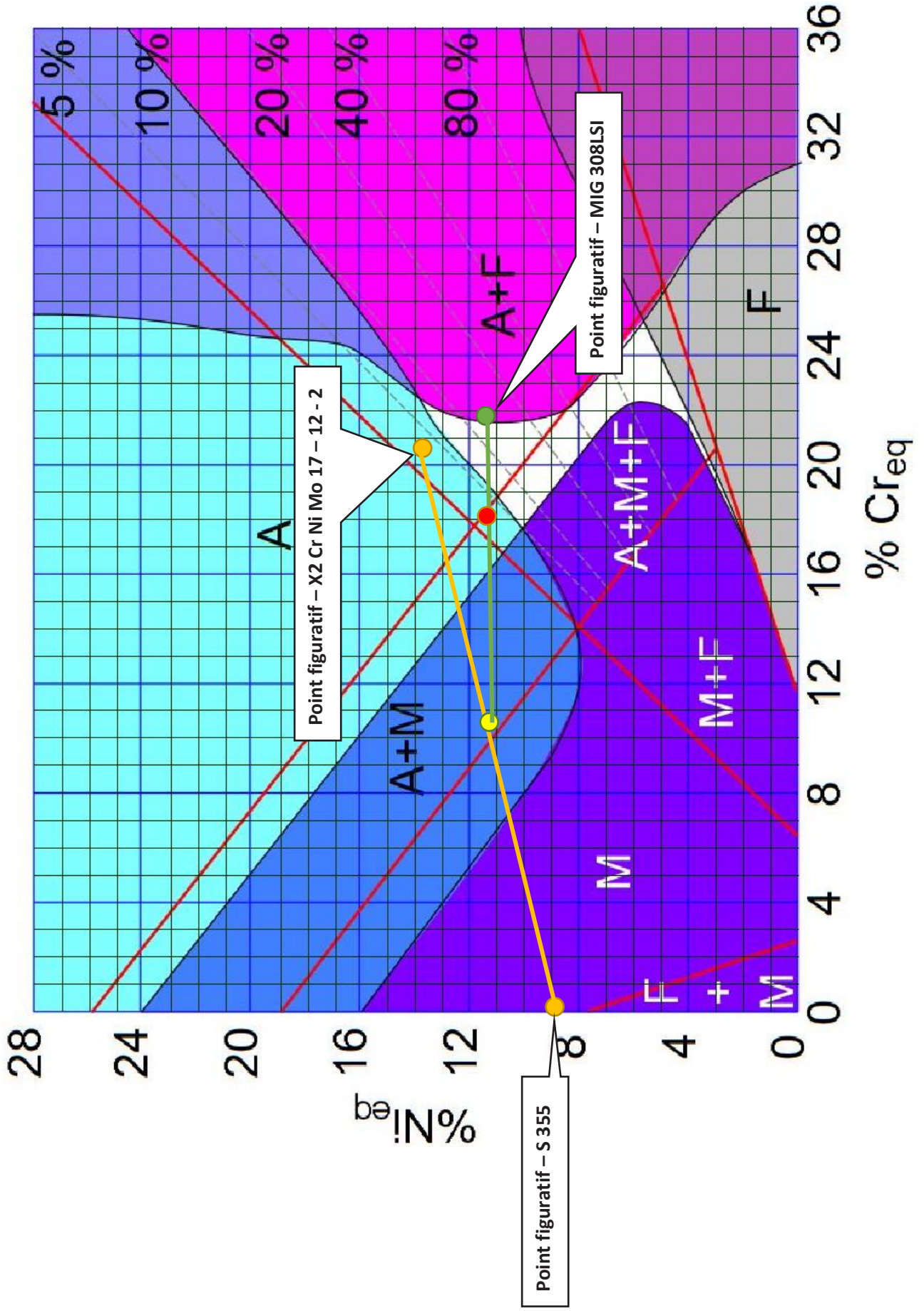
(3) : Poids du fil = poids cordon + 5 % pertes par projections et volatilisation

TYPE DE JOINT : En V ou en X
GAZ DE PROTECTION : Gaz mixte Argon / CO₂
METAUX SOUDES : Aciers non ou faiblement alliés
POSITION DE SOUDAGE: A plat



Epaisseur (mm)	Type de joint	Nombre passes	Ø fil (mm)	Tension U (Volt)	Intensité I (Ampère)	Vitesse fil (m/min)	Vitesse soudage (cm/min)	Par mètre de cordon (1)			
								Temps (min)	Gaz (l)	Poids fil utilisé (gramme)	
5	En X α = 60°	2	1,0	22	170	7,2	110	↑ 55	1,82	20	80
			1,0	22	170	7,2	110	↓			
5	En V α = 50°, a = 2 mm	2	1,0	20	130	4,5	24	↑ 17	5,95	66	222
			1,0	24	220	10,0	57	↓			
6	En V α = 50°, a = 2 mm	2	1,0	20	130	4,5	27	↑ 16	6,27	69	256
			1,0	24	220	10,0	39	↓			
8	En X α = 60°	2	1,2	26	245	8,0	85	↑ 43	2,35	32	166
			1,2	26	245	8,0	85	↓			
8	En V α = 50°, a = 2 mm	3	1,2	18	135	3,1	20	↑ 13	7,86	104	396
			2 x 1,2	2 x 29	2 x 300	2 x 10,3	2 x 70	↓			
10	En V α = 50°, a = 2 mm	3	1,2	18	135	3,1	20	↑ 10	10,13	134	603
			2 x 1,2	2 x 29	2 x 300	2 x 10,3	2 x 39	↓			
10	En V α = 50°, a = 2 mm	3	1,2	18	135	3,1	20	↑ 11	9,44	166	610
			2 x 1,6	2 x 33	2 x 380	2 x 4,5	2 x 45	↓			
12	En V α = 50°, a = 2 mm	4	1,2	18	135	3,1	20	↑ 8	12,50	165	818
			3 x 1,2	3 x 29	3 x 300	3 x 10,3	3 x 40	↓			
15	En V α = 50°, a = 2 mm	5	1,2	18	135	3,1	17	↑ 6	18,16	240	1275
			3 x 1,2	3 x 29	3 x 300	3 x 10,3	3 x 37	↓			
			1,2	29	300	10,3	24	↓			

(1) : Pour l'aluminium, diviser les poids de fil au mètre par 2,91



1) Les paramètres et indications du DMOS :

1-1) Valeurs à titre d'information :

- **Lieu** : Il s'agit du centre où est réalisée 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...)

1-2) Valeurs et paramètres concernant les matériaux et la préparation :


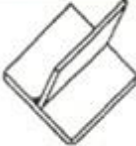

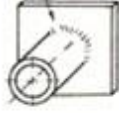











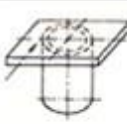





- **Mode de préparation du joint soudé et de nettoyage du joint soudé** : pour la préparation, on utilisera le meulage, le chanfreinage (avec chanfreineuse portative par exemple), le cisailage, l'usinage, le fraisage les procédés de découpe thermique (plasma, oxycoupage, laser) ou non-thermique (jet 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 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.

1-3) Valeurs et paramètres concernant les matériaux et la préparation (suite) :

- **Epaisseur 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.

1-4) 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) :	c) Soudures bout à bout (tubes)	d) Soudures en angle(tôles)
 PA Plat	 PA Gouttière	 PA (tube en rotation, axe horizontal, soudage à plat)	 PB (tube en rotation, axe horizontal, soudage à plat)
 PC Corniche	 PB Angle à plat	 PC (tube fixe, axe vertical, soudage en corniche)	 PF (tube fixe, axe horizontal, soudage vertical montant)
 PF Verticale en montant	 PF Verticale en montant	 PF (tube fixe, axe horizontal, soudage vertical montant)	 PG (tube fixe, axe horizontal, soudage vertical descendant)
 PG Verticale en descendant	 PG Verticale en descendant	 PG (tube fixe, axe horizontal, soudage vertical descendant)	 PD (tube fixe, axe vertical, soudage angle au plafond)
 PE Plafond	 PD angle au Plafond	 H-L045 (tube fixe, axe incliné, soudage vertical montant)	 PB (tube fixe, axe vertical, soudage angle à plat)
Correspondance avec ancienne norme PA = 1F PD = 4F PB = 2F PF = 3F PG = 3F		 J-L045 (tube fixe, axe incliné, soudage vertical montant)	PA (tube en rotation, axe incliné, soudage angle plat)

- **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** : Soudage sur tôle(Plate) ;
- **T** : Soudage sur tube ;
- **BW** : Soudage bout à bout ;
- **FW** : Soudage en angle.

Codifications pour le mode d'assemblage :

- **ss** : Soudage d'un seul coté ;
- **bs** : Soudage de deux cotés ;
- **ng** : Sans gougeage par meulage ;
- **gg** : Avec gougeage par meulage d'apport utilisé ;
- **nb** : Soudage sans support envers ;
- **mb** : Soudage avec support envers.

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

1-5) Informations relatives au gaz, métal d'apport et électrodes :

Métal d'apport : Suivant codification, indiquer le métal

- **Marque et type du métal d'apport.**
- **Reprise spéciale ou séchage : selon besoin, à indiquer.**
- **Gaz de protection ou flux : Par exemple Ar+CO² (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.**

1-6) 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.**

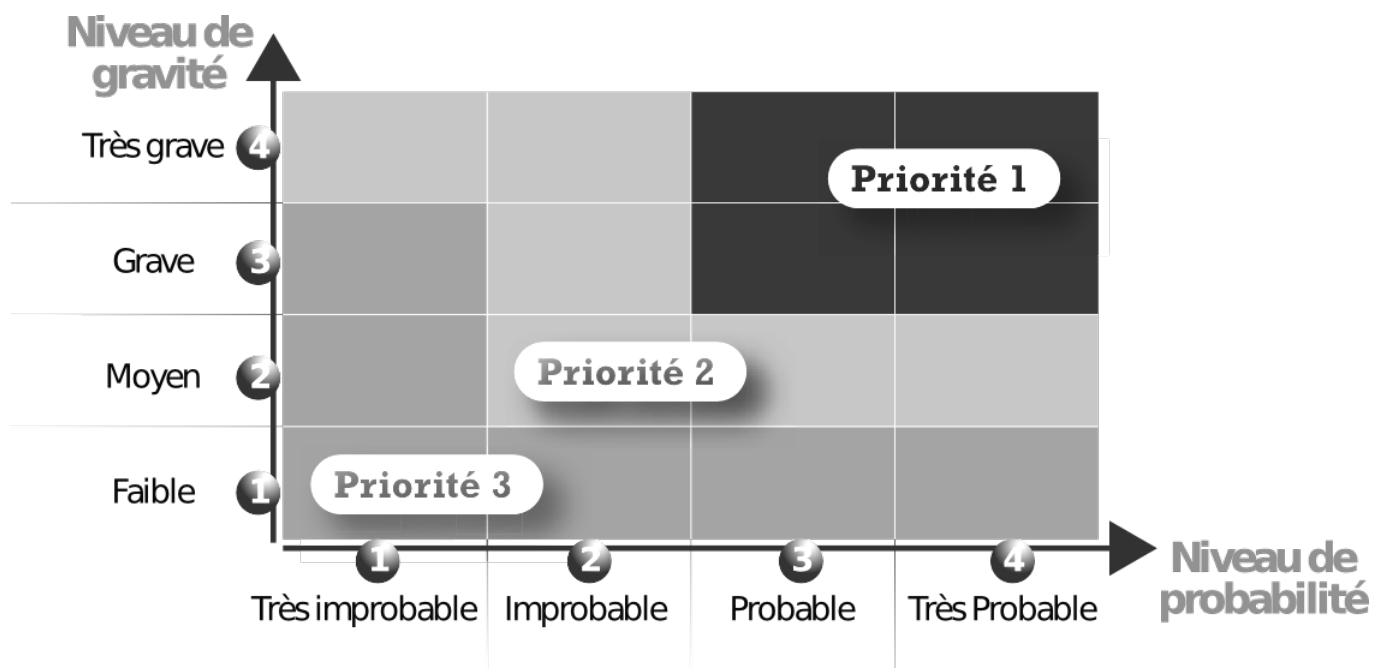
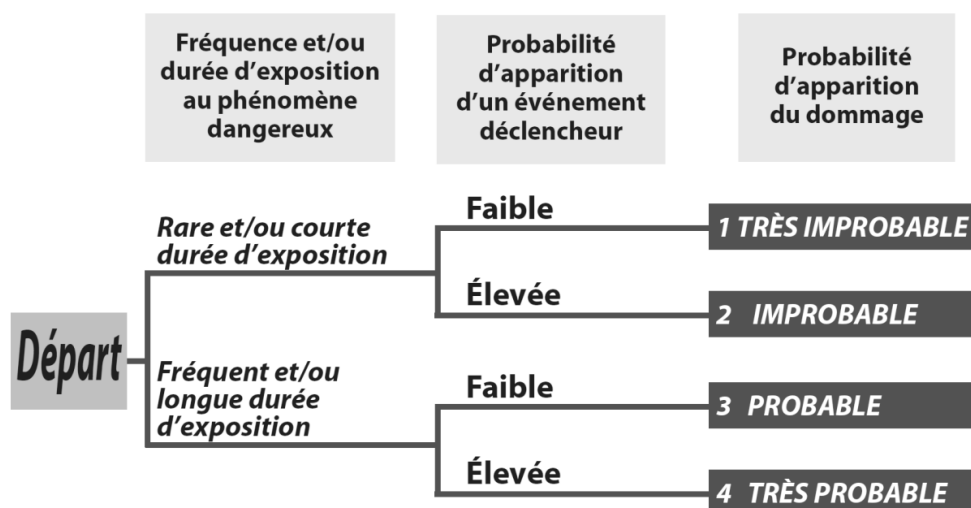
1-7) Schémas du DMOS

1-7-1) Schéma de la préparation avant soudage : ce schéma représentera la préparation avant soudure. On notera les dimensions importantes tolérancées. Il peut s'agir des épaisseurs des éléments à souder, jeu de soudage, talon, angle du chanfrein.

Évaluation du dommage :

- 1: accident du travail (AT) ou maladie professionnelle (MP) sans arrêt
- 2: AT ou MP avec arrêt
- 3: AT ou MP avec rente
- 4: AT ou MP mortel

Probabilité d'apparition :



CAPLP EXTERNE
Section : GÉNIE INDUSTRIEL
Option : STRUCTURES MÉTALLIQUES
Épreuve : Analyse d'un problème technique
Session 2021
Coefficient 1 – Durée 4 heures

Documents réponses

DR1	Traçage Assisté par Ordinateur
DR2	DMOS
DR3	Grille d'analyse des risques
DR4	Conception de la potence de porte

Nom de famille :

(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)



Prénom(s) :

Numéro d'inscription :

Né(e) le :

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen : Section/Specialité/Série :

Epreuve : Matière : Session :

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

EFE GIS 1

DR1 - DR2

Tous les documents réponses sont à rendre, même non complétés.

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Choix du type de contact

Posé Pénétrant Ajusté

Male
 Toile Tube

Femelle
 Toile Tube

Ok

Male
 Femelle
 M.+F.

1
 2

Contact ?

A Tx
 B Vx
 C
 D
 H
 Ep
 Ge
 E2

**EN ISO 9606-1
DESCRIPTIF DE MODE OPÉRATOIRE DE SOUDAGE**

Reference n° **L4**..... Méthode de préparation de nettoyage
 PV-QMOS n° :
 Constructeur ou Fabricant : ... Spécification matériau de base :
 Nom du soudeur : Epaisseur du matériau (mm) :
 Procédé de soudage : Diamètre :
 Type de joint : Position de soudage :
 Détail de préparation de joint (Schéma) :

Schéma de préparation	Disposition des passes

Paramètres de soudage

Passe n°	Procédé :	Dimension Métal d'apport	Courant A	Voltage V	Type de courant Polarité

Métal d'apport codification

 Marque et type :

Reprise spéciale ou séchage :

Gaz de protection / flux : endroit :

 envers :

Débit de gaz endroit :

 envers :

Types d'électrode de tungstène / Dimension :

 Constructeur (Rédaction)

 Nom, date et signature

Autres informations :

.....

Température de préchauffage :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

 Constructeur (Rédaction)

 Nom, date et signature

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Grille d'analyse des risques

Zone soudure et meulage

1 – Identifier les dangers		2 – Estimer les risques		
Danger <i>Cause du dommage</i>	Domage Lésion	Gravité 1 à 4	Probabilité 1 à 3	Priorité 1 à 4
Arc électrique de soudage	Lésion oculaire	2	3	
Fumées de soudure	Maladie pulmonaire	4	4	
Scories	Brûlures	2	4	

Danger <i>Cause du dommage</i>	3 - Prévenir les risques	
	EPI	EPC
Arc électrique de soudage		
Fumées de soudure		
Scories		

Conception de la potence de porte

