

SESSION 2010

---

**CAPLP**  
**CONCOURS EXTERNE**  
**ET CAFEP**

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

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

Durée : 8 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.*

*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.**

**Durée 8 heures – coefficient 1**

<b>Partie</b>		<b>Durée conseillée</b>
A	Étude de fabrication	2 h 30'
B	Recherche du développement et de la longueur capable	1 h 00'
C	Étude d'assemblage	1 h 30'
D	Étude de temps	1 h 30'
E	Métallurgie	1 h 30'

<b>CAPLP externe Génie industriel – Option Structures métalliques</b>	<b>Session 2010</b>
<b>Étude d'un système et/ ou d'un processus technique</b>	<b>Sujet DS 1 / 12</b>

Tournez la page S.V.P.

# ÉTUDE D'UN SYSTÈME ET/OU D'UN PROCESSUS TECHNIQUE

Durée 8 h

Contenu du dossier :

- Documents Sujet :

Texte du sujet pages DS 1/12 à 12 /12

- Documents Techniques :

DT 1/12	Plan d'ensemble du condenseur	Format A3
DT 2/12	Dessins des détails	Format A3
DT 3/12	Nomenclature et données de calcul	Format A3
DT 4/12	Orientation et nomenclature des tubulures	Format A3
DT 5/12	Extrait du CODAP	Format A4
DT 6/12	Métal d'apport 1	Format A4
DT 7/12	Métal d'apport 2	Format A4
DT 8/12	Métal d'apport 3	Format A4
DT 9/12	Extrait 1 de EN 15608	Format A4
DT 10/12	Extrait 2 de EN 15608	Format A4
DT 11/12	Types d'assemblage	Format A4
DT 12/12	Positions de soudage	Format A4

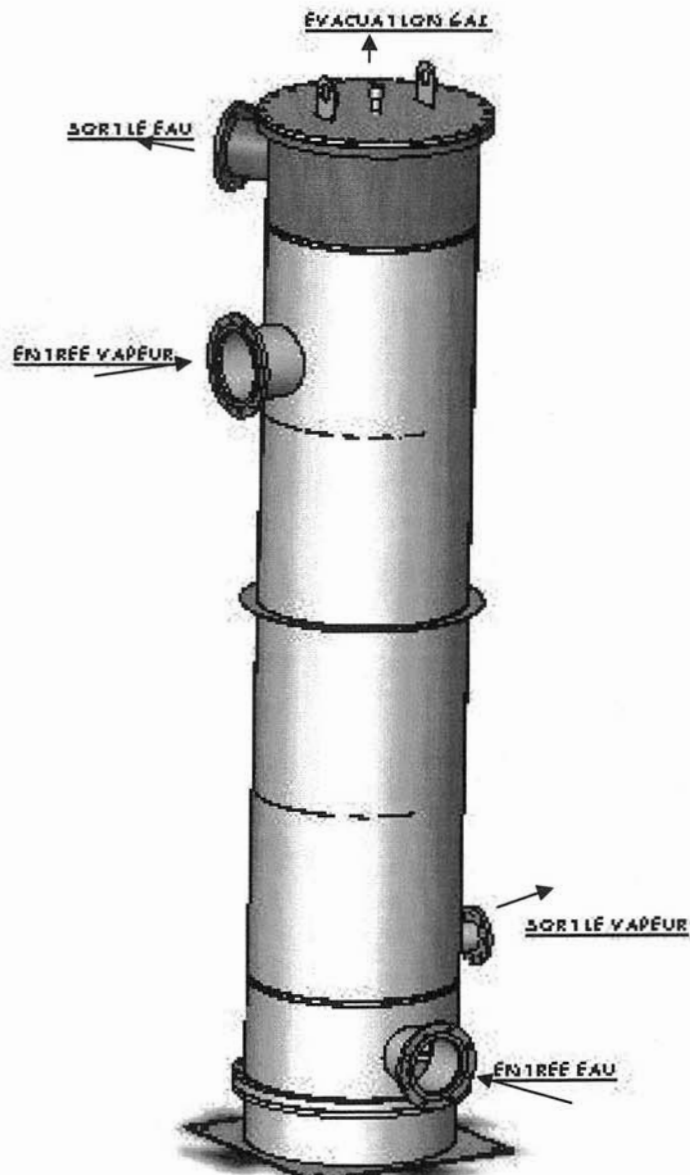
- Documents Réponses :

DR 1/10	Feuilles de débit et d'approvisionnement	Format A4
DR 2/10	Gamme de fabrication	Format A3
DR 3/10	Fiche de valeurs de programmation	Format A4
DR 4/10	Coordonnées du développement	Format A4
DR 5/10	Graphe d'assemblage	Format A3
DR 6/10	Réseau PERT	Format A3
DR 7/10	Planning Gantt	Format A3
DR 8/10	Contrôles des soudures	Format A4
DR 9/10	Diagramme de Schaeffler	Format A4
DR 10/10	DMOS	Format A4

# Condenseur

## Mise en situation :

L'Étude porte sur un condenseur situé dans un complexe pétrochimique de production de gaz naturel. Il a pour rôle le traitement de l'éthylène.



<b>CAPLP externe Génie industriel – Option Structures métalliques</b>	<b>Session 2010</b>
<b>Etude d'un système et/ ou d'un processus technique</b>	<b>Sujet DS 3 / 12</b>

Tournez la page S.V.P.

# Partie A - ÉTUDE DE FABRICATION

## Données :

- Plan d'ensemble du condenseur DT 1/12
- Dessin des détails DT 2/12
- Nomenclature et données de calcul DT 3/12
- Orientation et nomenclature des tubulures DT 4/12
  
- Pliage de la tôle de 4mm d'épaisseur avec un vé de 32 mm (pour  $90^\circ \Delta l = -8$ )
- Le découpage au laser des Rep. 7.1 et Rep. 7.2 nécessite un bord mini de 10 mm
- Les machines traditionnelles de l'atelier permettent de débiter les formats de tôles disponibles: 1000 x 2000 – 1250 x 2500 – 1000 x 3000 – 1500 x 3000

## Parc machines :

- 1 cisaille guillotine. Capacité = 3000 mm Ép. = 6 mm maxi en inox
- 1 cisaille à lames extra-courtes. Capacité = 4 mm maxi en inox
- 1 perceuse à colonne.  $\varnothing$  perçage = 3 à 16 mm. Cône morse 2
- 1 poinçonneuse 700 KN.  $\varnothing$  maxi = 30 mm
- 1 presse-plieuse 900 KN. Vés standards de 12 à 80 mm. Longueur Vé = 2500 mm
- 1 banc d'oxycoupage et découpage plasma "Nertajet"
- 1 découpage plasma manuel. Ép. = 10 mm maxi
- 1 rouleuse type pyramidal. Capacité = 2500 x 12
- 1 rouleuse type planeur (3 rouleaux). Capacité = 1000 x 8. Croquage = 4mm maxi
- 1 poste TIG. Intensité maxi = 250 A
- 1 poste semi-automatique. Intensité maxi = 250 A
- 1 poste arc électrode enrobée. Intensité maxi = 300 A
- 1 meuleuse d'angle portative  $\varnothing$  230
- 1 meuleuse d'angle portative  $\varnothing$  125
- 1 poste de découpage au laser

## Problématique :

Pour préparer la fabrication d'un condenseur, vous devez définir les besoins en matière en tenant compte des moyens de production et des formats commerciaux disponibles.

Vous avez également la responsabilité de l'étude de fabrication de la virole Rep. 4

## Travail demandé :

### A 1- Calcul des débits du corps du condenseur

- Définissez les débits sur le Document Réponse **DR 1/10** des éléments en tôle inoxydable épaisseur 4 mm ; soit **les repères 1; 2; 4; 7.1; 7.2; 12.**

<b>CAPLP externe Génie industriel – Option Structures métalliques</b>	<b>Session 2010</b>
<b>Etude d'un système et/ ou d'un processus technique</b>	<b>Sujet DS 4 / 12</b>

## A 2- Feuille d'approvisionnement

- Complétez la feuille d'approvisionnement (**DR 1/10**). Les viroles formant le corps de l'appareil (**Rep 1; 2; 4**) seront pour certaines réalisées en plusieurs parties.
- Justifiez vos choix et laissez les calculs et les schémas nécessaires apparents sur la feuille de copie, en tenant compte des détails d'assemblage.

## A 3- Gamme de fabrication de la virole Rep.4

- Sur le Document Réponse **DR 2/10**, déterminez les différentes phases et sous-phases nécessaires à la fabrication de la virole **Rep.4** en indiquant :
  - Les machines utilisées en vous référant au parc machines défini ci-dessus
  - Les réglages
  - Le nombre de passes prévu
  - L'outillage nécessaire
  - ....

# **Partie B – RECHERCHE DU DÉVELOPPEMENT ET DE LA LONGUEUR CAPABLE**

## **Données :**

- Plan d'ensemble du condenseur DT 1/12
- Dessin des détails DT 2/12
- Nomenclature et données de calcul DT 3/12
- Orientation et nomenclature des tubulures DT 4/12

## **Problématique :**

Vous devez mener l'étude en vue de la réalisation de la tubulure A3 (entrée d'eau). Un gabarit papier sera prévu pour le découpage du Rep. 15-1.

## **Travail demandé :**

### **B 1- Recherche des données de traçage de l'assemblage du Rep. 2 avec le Rep.15-1 en vue d'une programmation sur FAO**

Sur le document réponse **DR 3/10**, on vous demande de :

- Déterminer les données nécessaires pour réaliser l'intersection (cotes extérieures)
- Compléter le document réponse aux endroits prévus

<b>CAPLP externe Génie industriel – Option Structures métalliques</b>	<b>Session 2010</b>
<b>Etude d'un système et/ ou d'un processus technique</b>	<b>Sujet DS 5 / 12</b>

Tournez la page S.V.P.

Nota :

- Le Rep. 2 sur le document du progiciel de traçage devra correspondre au Rep. 15-1 du condenseur
- Le Rep.1 sur le document du progiciel de traçage devra correspondre au Rep. 2 du condenseur

## B 2- Recherche des cotes de développement

Sur le Document Réponse **DR 4/10**, on vous demande de définir et de reporter les coordonnées des points de la courbe du **Rep. 15.1**

# Partie C – ÉTUDE D'ASSEMBLAGE

## Données :

- Plan d'ensemble du condenseur DT 1/12
- Dessin des détails DT 2/12
- Nomenclature et données de calcul DT 3/12
- Orientation et nomenclature des tubulures DT 4/12

## Problématique :

En vue du montage des sous-ensembles du condenseur à l'atelier, vous devez mener l'étude sur l'assemblage des éléments constituant l'un des sous-ensembles.

## Travail demandé :

### C 1- Élaboration d'un graphe d'assemblage et d'instructions

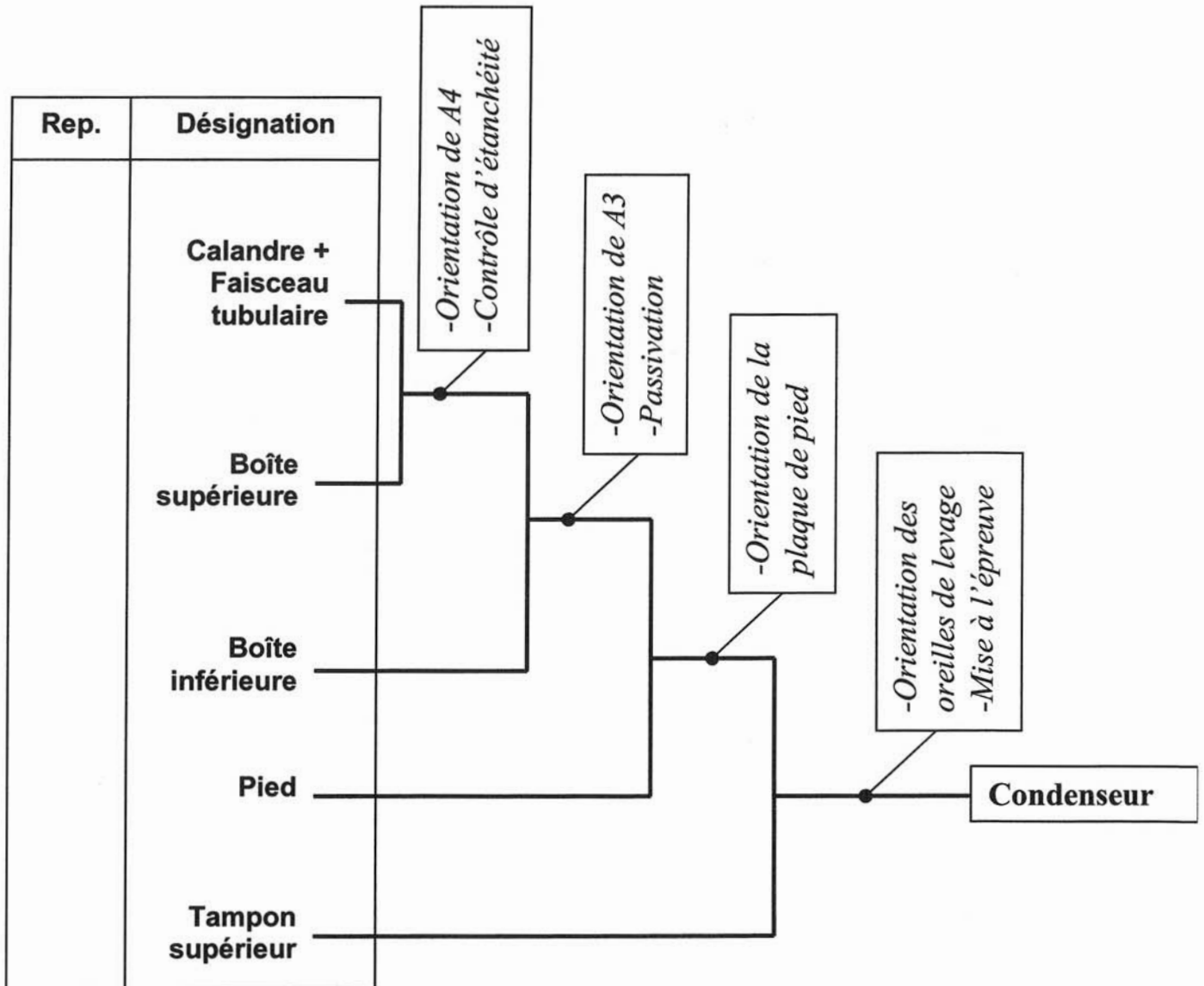
On vous demande :

- D'établir le graphe d'assemblage et d'instructions du sous-ensemble "Calandre + Faisceau tubulaire", soit les repères : **3, 4, 5, 7.1, 7.2, 11, 12, 13.1, 13.2, 14.1, 14.2** sur le Document Réponse **DR 5/10**

<b>CAPLP externe Génie industriel – Option Structures métalliques</b>	<b>Session 2010</b>
<b>Etude d'un système et/ ou d'un processus technique</b>	<b>Sujet DS 6 / 12</b>

- Faire apparaître les instructions nécessaires, notamment :
- Les méthodes adoptées et les matériels utilisés pour la mise en position
  - Les contrôles intermédiaires (dimensionnels, des soudures,...)
  - La nécessité de mise à longueur en cours d'assemblage
  - Les pointages qui ne sont pas suivis immédiatement du soudage
  - Le moment choisi pour le dudgeonnage des tubes
  - Le moment choisi pour le soudage TIG orbital des tubes du faisceau
  - ...

Ci-dessous, le graphe d'assemblage général des sous-ensembles



<b>CAPLP externe Génie industriel – Option Structures métalliques</b>	<b>Session 2010</b>
<b>Etude d'un système et/ ou d'un processus technique</b>	<b>Sujet DS 7 / 12</b>

Tournez la page S.V.P.



## Partie D – ÉTUDE DE TEMPS

### Données :

- Plan d'ensemble du condenseur DT 1/12
- Dessin des détails DT 2/12
- Nomenclature et données de calcul DT 3/12
- Orientation et nomenclature des tubulures DT 4/12

### Ressources humaines disponibles :

- Albert est uniquement employé pour les débits sur la découpeuse laser dont le taux d'utilisation est très élevé toute l'année
- Nicole est soudeuse qualifiée en 141 et en 111 sur les aciers inoxydables et peut réaliser les assemblages en aciers non alliés d'usage courant
- Marcel est en mesure d'utiliser toutes les machines traditionnelles, de pointer et de souder les aciers non alliés d'usage courant

La disponibilité des opérateurs apparaît clairement sur le planning Document Réponse DR 7/10

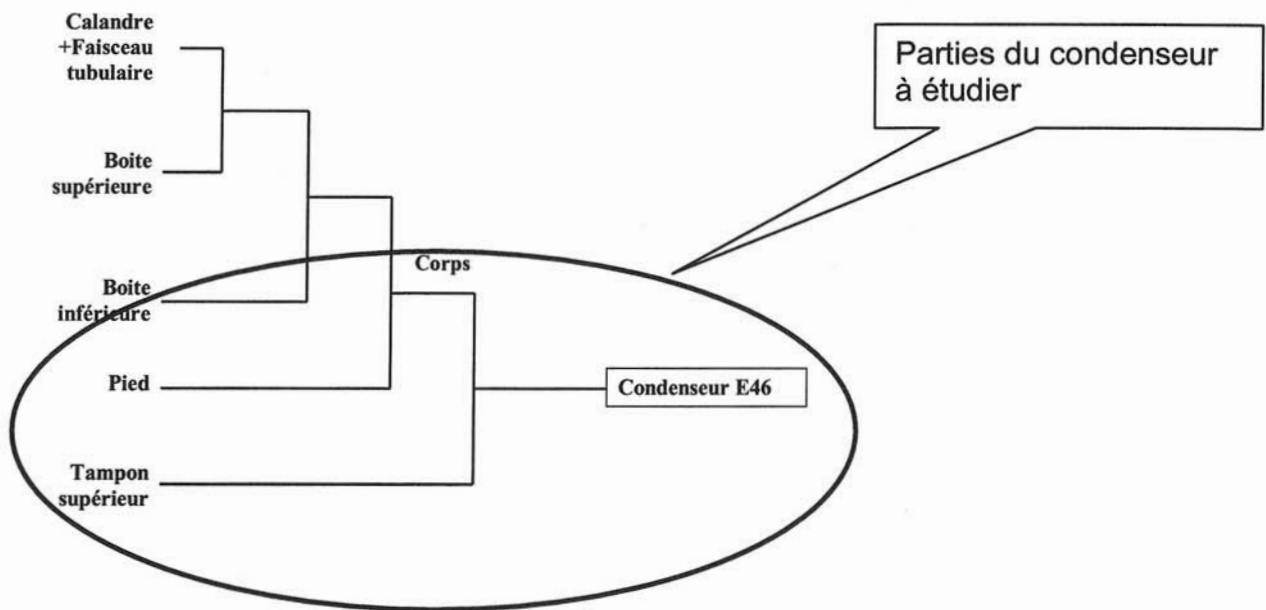
- Seules les tâches relatives au montage (tâches 1 et 13) nécessitent la présence de 2 opérateurs.
- Certaines tâches relatives à d'autres fabrications en cours (X, Y, X1, X2, Y1) sont présentes sur le planning
- La mise à l'épreuve du condenseur n'est pas prise en compte sur ce planning. Elle est effectuée par un organisme extérieur à l'entreprise.

### Problématique :

Vous êtes employé dans le service méthodes de l'entreprise, on vous demande de définir le temps nécessaire à la fabrication et à l'assemblage des sous-ensembles "Pied" et "Tampon" du condenseur . Vous devrez également prévoir les ressources humaines et matérielles nécessaires.

<b>CAPLP externe Génie industriel – Option Structures métalliques</b>	<b>Session 2010</b>
<b>Etude d'un système et/ ou d'un processus technique</b>	<b>Sujet DS 8 / 12</b>

Parties à étudier sur le graphe d'assemblage général :



### Travail demandé :

#### D 1- Réseau PERT appliqué à la fabrication et à l'assemblage des sous-ensembles "Pied" et "Tampon" du condenseur

On vous demande de :

- Compléter sur le Document Réponse **DR 6/10** pour un seul condenseur, le réseau PERT en indiquant pour chaque tâche DTA, DTO
- Faire apparaître le chemin critique théorique induit de ce graphique
- Déterminer le temps le plus court pour la fabrication et l'assemblage des sous-ensembles considérés

#### D 2- Graphique GANTT

Le responsable du bureau des méthodes a commencé l'élaboration d'un planning. On vous demande sur le Document Réponse **DR 7/10** d'insérer au plus tard les tâches manquantes (3, 4, 11, 12, 16, 17, 18, 20, 21) et de déterminer le temps total.

Ce planning est prévu pour 3 condenseurs (les temps sont multipliés par 3)

Les disponibilités des postes de travail apparaissent sur le planning Document Réponse **DR 7/10**

<b>CAPLP externe Génie industriel – Option Structures métalliques</b>	<b>Session 2010</b>
<b>Etude d'un système et/ ou d'un processus technique</b>	<b>Sujet DS 9 / 12</b>

Tournez la page S.V.P.

# Partie E – MÉTALLURGIE

## Données :

- Extrait du CODAP DT 5/12
- Métal d'apport 1 DT 6/12
- Métal d'apport 2 DT 7/12
- Métal d'apport 3 DT 8/12
- Extrait 1 de EN 15608 DT 9/12
- Extrait 2 de EN 15608 DT 10/12
- Types de soudage DT 11/12
- Position de soudage DT 12/12

## Problématique :

Après avoir réalisé les échantillons de soudage pour l'assemblage du corps du condenseur, on doit définir si les défauts visuels sont acceptables.

Un DMOS sera élaboré. Les besoins en matériau d'apport et en temps pour l'assemblage du tampon Rep.9-1 avec la tôle de plaquage Rep.9-2 seront définis.

## Travail demandé :

### E 1- Défauts de forme et de surface des soudures

Des macrographies des soudures du condenseur ont été effectuées. En appliquant la démarche suivie pour la première macrographie, on vous demande :

- d'analyser les trois autres macrographies sur le Document Réponse **DR 8/10**
- de définir si les défauts décelés sont acceptables ou feront l'objet d'un refus d'après le tableau I1.A1-2 du CODAP 2005 (Document Technique **DT 5/12**)

*Nota :*

- Les défauts sont présents sur toute la longueur de l'échantillon, soit 450 mm.
- En ce qui concerne les soudures d'angle, la valeur calculée de la gorge est de 2,5 mm (g calculé)

<b>CAPLP externe Génie industriel – Option Structures métalliques</b>	<b>Session 2010</b>
<b>Etude d'un système et/ ou d'un processus technique</b>	<b>Sujet DS 10 / 12</b>

## E 2- Soudage mixte

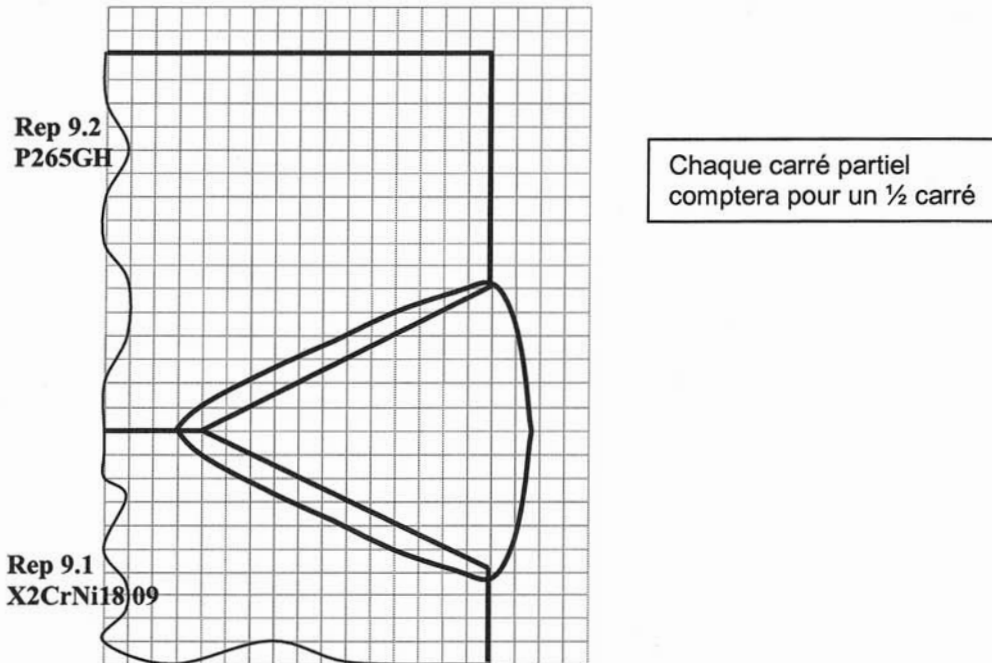
On vous demande de :

- Choisir le métal d'apport le mieux adapté parmi les trois proposés (voir **DT 6/12** ; **DT 7/12** ; **DT 8/12**)

Vous ferez apparaître la démarche complète :

- Calcul du taux de dilution et justification du choix final
- Tracé sur le diagramme de Shaeffler (**DR 9/10**)

Détail de l'assemblage à l'échelle



Composition des aciers de base

Désignation	% C	% Cr	% Ni	% Mo	% Mn	% Si	% Cu	% Nb	
<b>P265 GH</b>	0,17	0,2		0,08	1,5		0,3		
<b>X2CrNi18 09</b>	0,03	18,5	9,2		2	0,75			

### E 3- Descriptif de Mode Opérateur de Soudage

En utilisant les documents **DT 9/12**, **DT 10/12**, **DT 11/12**, **DT 12/12** ; on vous demande de :

- Compléter le DMOS (**DR 10/10**), hormis les parties grisées.

Rappel :

$$\text{Énergie de soudage en KJ/Cm} \quad E_n = \frac{60 UI}{1000V}$$

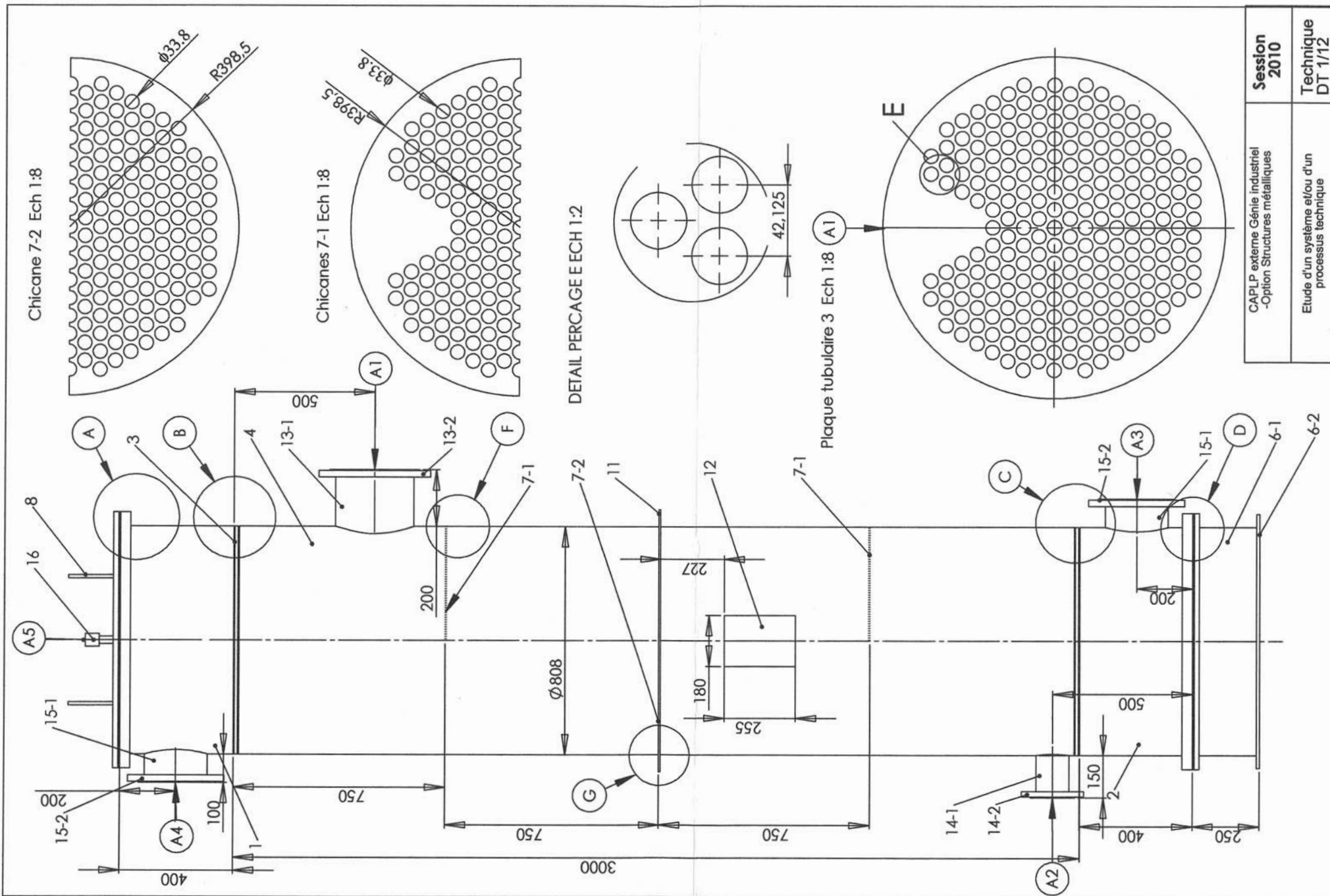
### E 4- Soudure circulaire

- Calculer le nombre de baguettes de métal d'apport nécessaire pour réaliser la soudure du Rep.9-2 avec le Rep.9-1
- Définir le temps théorique pour faire cette soudure

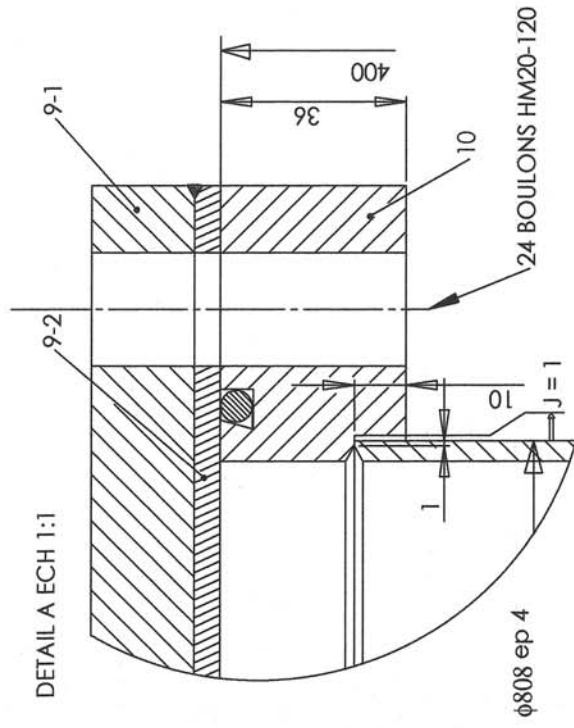
Nota :

- Longueur utile d'une baguette = 950 mm
- Diamètre moyen de calcul = 908 mm
- Rendement du procédé = 1 (pertes négligeables)

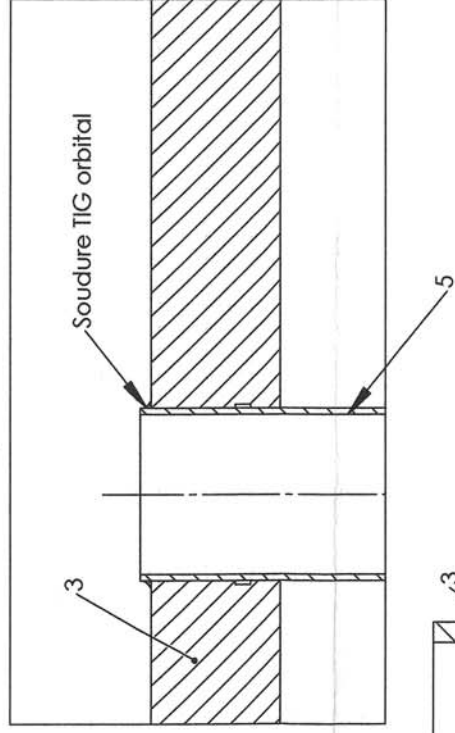
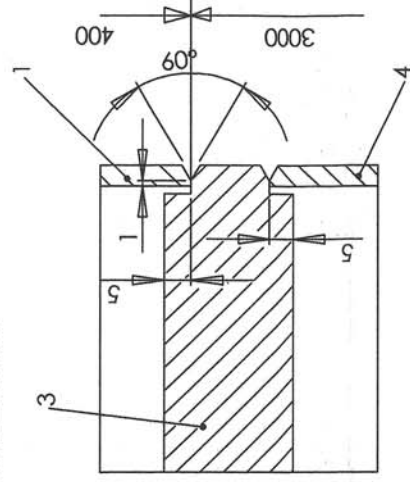
<b>CAPLP externe Génie industriel – Option Structures métalliques</b>	<b>Session 2010</b>
<b>Etude d'un système et/ ou d'un processus technique</b>	<b>Sujet DS 12 / 12</b>



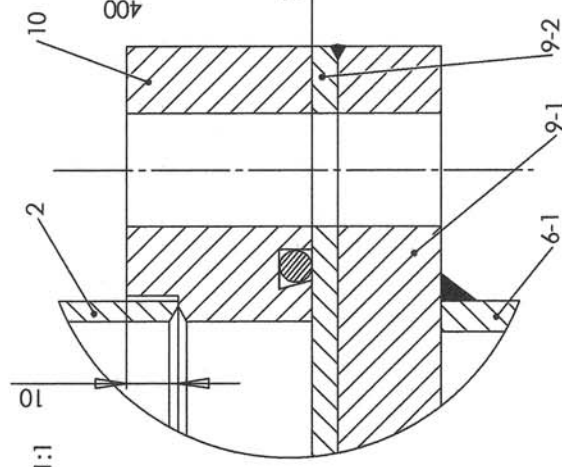
<p>Session 2010</p>	<p>CAPLP externe Génie industriel -Option Structures métalliques</p>
<p>Etude d'un système et/ou d'un processus technique</p>	<p>Technique DT 1/12</p>



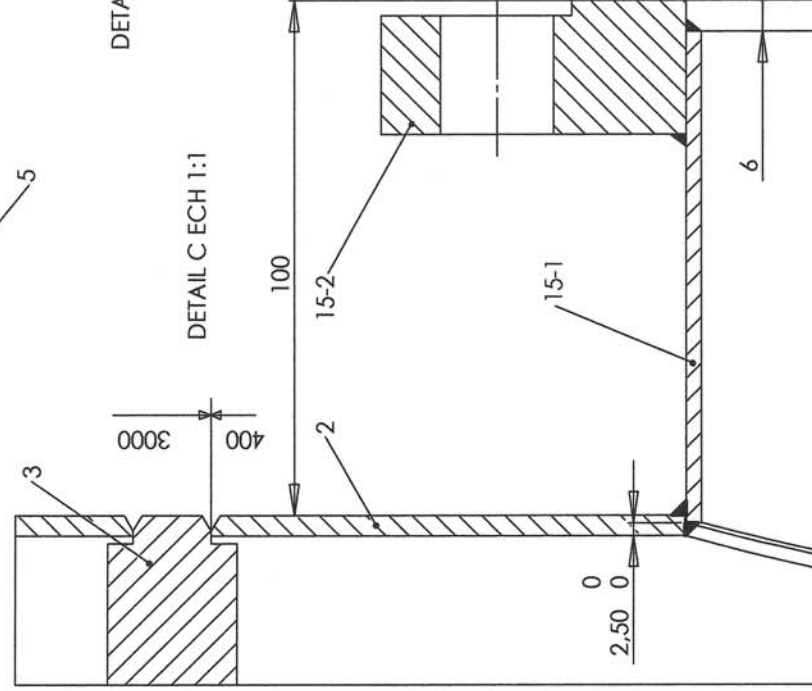
DETAIL B ECH 1:1



DETAIL D ECH 1:1



DETAIL C ECH 1:1



Assemblages identiques pour les piquages A1, A2 et A4

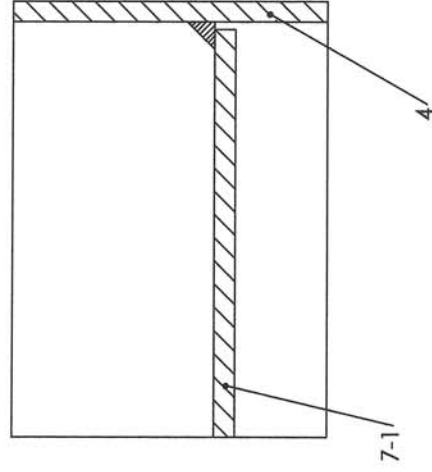
CAPLP externe Génie industriel  
-Option Structures métalliques

Session  
2010

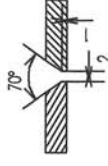
Etude d'un système et/ou d'un  
processus technique

Technique  
DT 2/12

DETAIL F Ech 1:1 Assemblage Chicane-Virole



DETAIL ASSEMBLAGE DU CORPS REP4



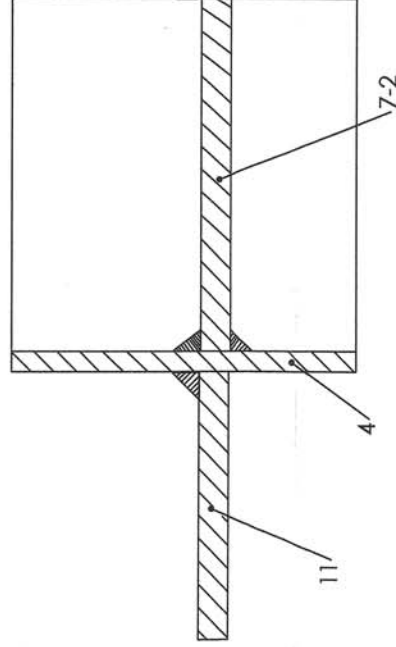
PLAQUE DE FIRME

Etudié par		Cat	C	Contrôle	
Construit par		CONDENSEUR diam: 800		Corps	
Repère	C.800			Tubes	2
Type				Bar	/
Code	CODAP 2005			°C	50
				Bar	4
				mm	/
				%	/
				°C	/
				Fluide	Eau
				Capacité	Litre 920
				Poids total vide	Kg 1550

Nom du contenant	
Pression de calcul	2
Température de calcul	50
Pression d'épreuve	4
Date d'essai	/ /
surépaisseur de corrosion	/
Radiographie	/
Traitement thermique	/
Fluide	Eau
Capacité	Litre 920
Poids total vide	Kg 1550

DETAIL G Ech 1:1



Finition		Données de calcul	
Intérieur	Décapé, passivé	Tubes	Calandre
Extérieur	Décapé, passivé	CODAP 2005	CODAP 2005
		C	C
Code de construction		3	3
Catégorie de construction		0,7	0,7
Type de réception		non	non
Coefficient de soudure		non	non
Contrôle		non	non
Radiographies		0	0
Resuage		0,15	0
Traitement thermique		0	0,07
Corrosion		0,2	0
Pression de service intérieure		0	0,1
Pression de service extérieure		38	50
Pression de calcul intérieure		50	65
Pression de calcul extérieure		4	2
Température de service		/	/
Température de calcul		/	/
Pression d'épreuve atelier		Eau	Vapeur d'alcool
Pression de vent à 10 m de haut		0,92	0,89
Coefficient de site		1550	/
Epaisseur de cabrinage		/	/
Fluide		Kg	Kg
Capacité		/	/
Poids de lavage			
Poids de service			

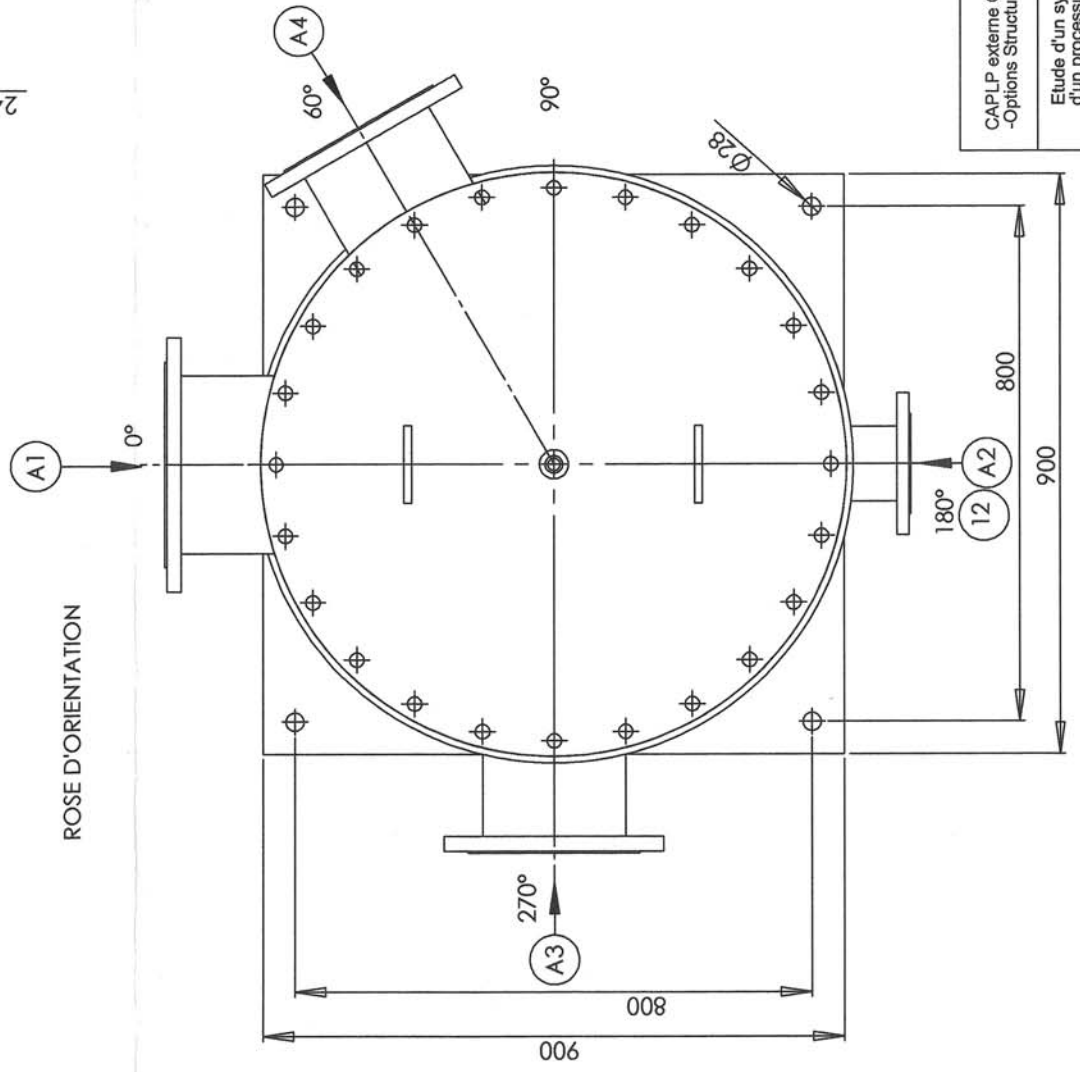
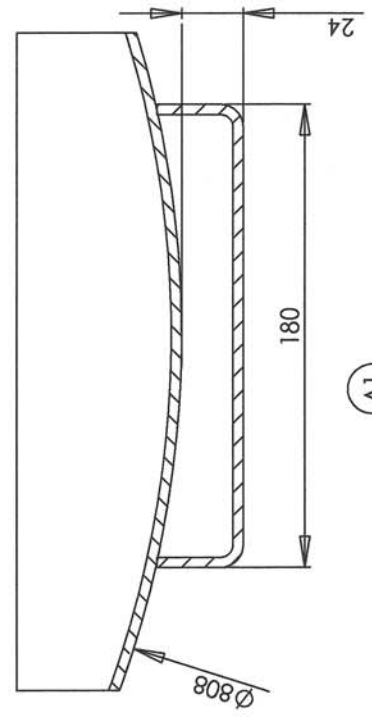
16	1	Tubes φ 42,4	2	TS X2CrNi18.09	Type 1 (A3, A4)
15-2	2	Bride DN 200 PN10	24	X2CrNi18.09	(A3, A4)
15-1	2	Tubulure DN 200	3	X2CrNi18.09	Type 1 (A2)
14-2	1	Bride DN 100 PN10	22	X2CrNi18.09	(A2)
14-1	1	Tubulure DN 100	3	X2CrNi18.09	Type 1 (A1)
13-2	1	Bride DN 250 PN10	26	X2CrNi18.09	(A1)
13-1	1	Tubulure DN 250	3	X2CrNi18.09	(A1)
12	1	Plaque de firme	4	X2CrNi18.09	
11	1	Couronne	6	X2CrNi18.09	Plat 60x6
10-	2	Brides	36	X2CrNi18.09	Plat 60x40
9-2	2	Plaquages des tampons	5	X2CrNi18.09	
9-1	2	Tampons	20	P265 GH	
8	2	Oreilles de lavage	12	S235 JR	
7-2	1	Chicane intermédiaire	4	X2CrNi18.09	
7-1	2	Chicanes d'extrémité	4	X2CrNi18.09	
6-2	1	Plaque de pied	10	S235 JR	
6-1	1	Corps de pied	6	S235 JR	
5	235	Tubes φ 33	1,2	TS X2CrNi18.09	Long 3000
4	1	Corps de calandre	4	X2CrNi18.09	
3	2	Plaquages tubulaires	25	X2CrNi18.09	
2	1	Boite inférieure	4	X2CrNi18.09	
1	1	Boite supérieure	4	X2CrNi18.09	
REP	Nbre	Désignation	Epaisseur	Nuance	Observations

Session 2010	
CAPLP externe Génie industriel -Options Structures métalliques	
Etude d'un système et/ou d'un processus technique	
DT 3/12	



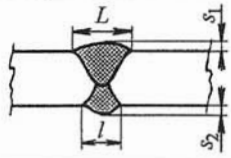
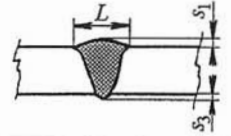
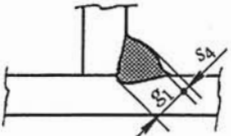
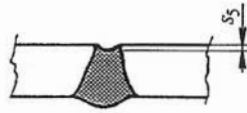
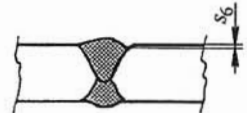
Nomenclature de tubulures							
Rep	Designation	DN	PN	Type	Matériaux		Diamètre Ep
					Nuance	Norme	
A1	Entrée vapeur	250	10	01A	X2 CrNi18 08	EN10028-7	273
A2	Sortie vapeur	100	10	01A	X2 CrNi18 08	EN10028-7	114,3
A3	Entrée eau	200	10	01A	X2 CrNi18 08	EN10028-7	219
A4	Sortie eau	200	10	01A	X2 CrNi18 08	EN10028-7	219
A5	Evacuation gaz 1" 1/4				TSX2 CrNi18 08	NFEN 10088-2	42,4

Plaque de firme ECH 1:2



CAPLP externe Génie industriel -Options Structures métalliques	<b>Session 2010</b>
Etude d'un système et/ou d'un processus technique	<b>DT 4/12</b>

Tableau I1.A1-2

Assemblage type		Catégories de construction			
		A	B1	B2	C
Surépaisseurs		$0 \leq s_1 \text{ et } s_2 \leq \left[ \frac{L \text{ (ou } l)}{10} + 2 \text{ mm} \right]$			
		$0 \leq s_3 \leq 3 \text{ mm}$	$0 \leq s_3 \leq 4 \text{ mm}$	$0 \leq s_3 \leq 4 \text{ mm}$	$0 \leq s_3 \leq 5 \text{ mm}$
		$0 \leq s_4 \leq \frac{g_1}{3}$ avec $g_1 \geq g$ calculé			
Effondrements		$s_5 = 0$ sauf pour la position « plafond » pour laquelle : $s_5 \leq \text{MIN} \left\{ \frac{e}{10}, 2\text{mm} \right\}$			
Caniveaux		10 mm	20 mm	30 mm	40 mm
		$s_6 \leq 0,5 \text{ mm sur}$ distance admissible entre 2 défauts supérieurs à 6 fois la longueur du plus petit			



3405

**NERTALINOX CN 24.13****APPLICATIONS PRINCIPALES :**

- Soudage des aciers austénitiques hautement alliés sur des aciers non alliés et faiblement alliés.
- Soudage des aciers 24 % Cr, 12 % Ni.

**NORMALISATION EQUIVALENTE\* :**

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

Organisme	AFNOR	AWS	B.S.	DIN	
Repère de norme	A 81-313	A 5.9	2901.2	8556	Werkst.Nr
Symbolisation	N.Z 23-12 L	ER 309 L	309 S 92	SG X 2 Cr Ni 2412	1.4332

**ANALYSE CHIMIQUE MOYENNE SUR FIL :**

C	Mn	Si	Cr	Ni	S	Al
0,015	1,7	0,4	24	13	≤ 0,030	≤ 0,030

**RÉFÉRENCES/CONDITIONNEMENTS :**

Métal d'apport	Référence	Ø (mm)	Conditionnement
NERTALINOX 24.13	1076-0236	1,2	baguettes dressées, coupées, longueur : 1000 mm, sous étui carton, contenance : 5 kg
	1076-0237	1,6	
	1076-0238	2	
	1076-0239	2,4	

<b>CAPLP externe Génie industriel – Option Structures métalliques</b>	<b>Session 2010</b>
<b>Etude d'un système et/ ou d'un processus technique</b>	<b>Technique DT 6 /12</b>

# Métal d'apport pour soudage des aciers réfractaires, au chrome-nickel du type 25.20 **NERTALINOX CN 25.20**

3406

SAF

## APPLICATIONS PRINCIPALES :

- Soudage et rechargement des aciers réfractaires au chrome-nickel de type 25.20 et nuances voisines :
  - AFNOR : Z5 à Z10 CN 25.20,
  - DIN : X 12 Cr Ni 25-20,
  - AISI : 310 et 310 S,
- Utilisation recommandée en première passe dans tous les cas où une pénétration régulière et une bonne compacité sont exigées (procédé TIG).
- Parmi les nombreuses applications :
  - Génie nucléaire,
  - Génie chimique,
  - Industries du pétrole et pétrochimie,
  - Chaudronnerie spéciale.

## NORMALISATION EQUIVALENTE\* :

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

Organisme	AFNOR	AWS	B.S.	DIN
Repère de norme	A 81-313	A 5.9	2901.2	8556
Symbolisation	N.Z.25-20	ER 310	310 S 94	SG X 12 Cr Ni 25.20

## CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES MOYENNES :

Résultats sur moule NFA 81-314.

Rm MPa	Re MPa	A 5d %	KV à + 20 °C J
580	410	30	65

- Caractéristiques mécaniques essentiellement variables suivant les conditions technologiques d'utilisation : épaisseurs des assemblages, procédés de soudage, séquences d'exécution; traitements thermiques, etc.

## ANALYSE CHIMIQUE MOYENNE SUR FIL :

C	Mn	Si	Cr	Ni	S	P
0,09	2,0	0,45	27	21	0,010	0,015

**IDENTIFICATION :** bleu

## RÉFÉRENCES/CONDITIONNEMENTS :

Métal d'apport	Référence	Ø (mm)	Conditionnement
NERTALINOX CN 25.20	1076-0081	2	baguettes dressées, coupées, longueur : 1000 mm, sous étui carton, contenance : 5 kg
	1076-0083	3,2	

CAPLP externe Génie industriel – Option Structures métalliques

Session 2010

Etude d'un système et/ ou d'un processus technique

Technique DT 7 /12

# Métal d'apport pour le soudage TIG des aciers fortement alliés et aciers inoxydables spéciaux **LEXAL W 22.9.3.N**

3420

SAF

## APPLICATIONS PRINCIPALES :

- Soudage des aciers austéno-ferritiques DUPLEX résistant à la corrosion (type URANUS 45 N).
- Assemblage de tuyauteries dans le domaine de l'extraction off-shore de gaz et de pétrole et industrie chimique. Le métal fondu satisfait aux exigences de l'essai de corrosion G48A de l'ASTM.

## CARACTÉRISTIQUES :

Dépôt austéno-ferritique CrNiMo à basse teneur en C résistant à la corrosion fissurante jusqu'à 300 °C.

## NORMALISATION EQUIVALENTE\* :

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

Organisme	AWS	DIN	
Repère de norme	A 5.9	8556	Werkst.Nr
Symbolisation	ER 2209	SGX2CrNiMo23.9.3	1.4462

## ANALYSE CHIMIQUE MOYENNE :

C	Mn	Si	Cr	S	P	Ni	Mo	N
≤0,015	1,6	0,5	22,8	0,010	0,010	8,5	3,0	0,20

**IDENTIFICATION :** rouge,  $\varnothing \geq 2$  mm

## RÉFÉRENCES/CONDITIONNEMENTS :

Métal d'apport	Référence	$\varnothing$ (mm)	Conditionnement
LEXAL W 22.9.3 N	1076-5195	1,6	baguettes dressées, coupées, étui plastique de 5 kg longueur : 1 000 mm
	1076-5200	2	
	1076-5206	2,4	
	1076-5207	3,2	

<b>CAPLP externe Génie industriel – Option Structures métalliques</b>	<b>Session 2010</b>
<b>Etude d'un système et/ ou d'un processus technique</b>	<b>Technique DT 8 /12</b>

Tableau 1 — Système de groupement des aciers

Groupe	Sous- groupe	Types d'acier
1		Aciers avec une limite d'élasticité minimale spécifiée $R_{eH} \leq 460 \text{ N/mm}^2$ et une composition en % : $C \leq 0,25$ $Si \leq 0,60$ $Mn \leq 1,70$ $Mo \leq 0,70^b$ $S \leq 0,045$ $P \leq 0,045$ $Cu \leq 0,40^b$ $Ni \leq 0,5^b$ $Cr \leq 0,3$ (0,4 pour les pièces moulées) <sup>b</sup> $Nb \leq 0,05$ $V \leq 0,12^b$ $Ti \leq 0,05$
	1.1	Aciers avec une limite d'élasticité minimale spécifiée $R_{eH} \leq 275 \text{ N/mm}^2$
	1.2	Aciers avec une limite d'élasticité minimale spécifiée $275 \text{ N/mm}^2 < R_{eH} \leq 360 \text{ N/mm}^2$
	1.3	Aciers à grains fins normalisés avec une limite d'élasticité minimale spécifiée $R_{eH} > 360 \text{ N/mm}^2$
	1.4	Aciers à résistance améliorée à la corrosion atmosphérique dont la composition peut dépasser les exigences pour un élément unique indiqué en 1.
2		Aciers à grains fins à traitement thermomécanique et aciers moulés avec une limite d'élasticité minimale spécifiée $R_{eH} > 360 \text{ N/mm}^2$
	2.1	Aciers à grains fins à traitement thermomécanique et aciers moulés avec une limite d'élasticité minimale spécifiée $360 \text{ N/mm}^2 < R_{eH} \leq 460 \text{ N/mm}^2$
	2.2	Aciers à grains fins à traitement thermomécanique et aciers moulés avec une limite d'élasticité minimale spécifiée $R_{eH} > 460 \text{ N/mm}^2$
3		Aciers trempés et revenus et aciers à durcissement structural sauf les aciers inoxydables avec une limite d'élasticité minimale spécifiée $R_{eH} > 360 \text{ N/mm}^2$
	3.1	Aciers trempés et revenus avec une limite d'élasticité minimale spécifiée $360 \text{ N/mm}^2 < R_{eH} \leq 690 \text{ N/mm}^2$
	3.2	Aciers trempés et revenus avec une limite d'élasticité minimale spécifiée $R_{eH} > 690 \text{ N/mm}^2$
	3.3	Aciers à durcissement structural sauf les aciers inoxydables
4		Aciers alliés au Cr-Mo-(Ni) à faible teneur en vanadium avec $Mo \leq 0,7 \%$ et $V \leq 0,1 \%$
	4.1	Aciers avec $Cr \leq 0,3 \%$ et $Ni \leq 0,7 \%$
	4.2	Aciers avec $Cr \leq 0,7 \%$ et $Ni \leq 1,5 \%$

(à suivre)

Tableau 1 (fin)

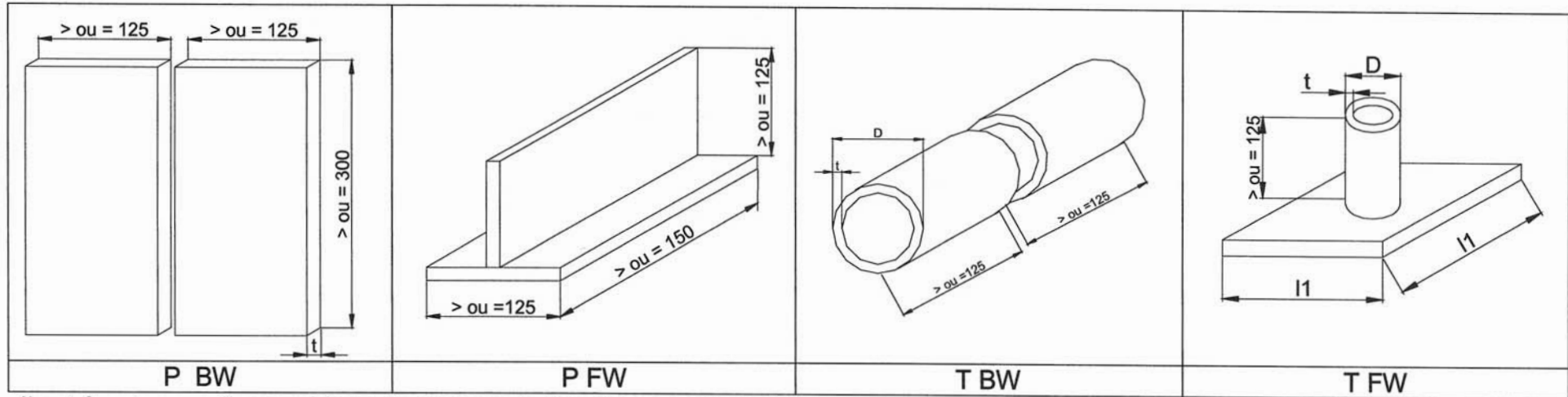
Groupe	Sous-groupe	Types d'acier
5		Aciers au Cr-Mo sans vanadium avec $C \leq 0,35\%$ <sup>a</sup>
	5.1	Aciers avec $0,75\% \leq Cr \leq 1,5\%$ et $Mo \leq 0,7\%$
	5.2	Aciers avec $1,5\% < Cr \leq 3,5\%$ et $0,7\% < Mo \leq 1,2\%$
	5.3	Aciers avec $3,5\% < Cr \leq 7,0\%$ et $0,4\% < Mo \leq 0,7\%$
	5.4	Aciers avec $7,0\% < Cr \leq 10,0\%$ et $0,7\% < Mo \leq 1,2\%$
6		Aciers alliés au Cr-Mo-(Ni) à forte teneur en vanadium
	6.1	Aciers avec $0,3\% \leq Cr \leq 0,75\%$ , $Mo \leq 0,7\%$ et $V \leq 0,35\%$
	6.2	Aciers avec $0,75\% < Cr \leq 3,5\%$ , $0,7\% < Mo \leq 1,2\%$ et $V \leq 0,35\%$
	6.3	Aciers avec $3,5\% < Cr \leq 7,0\%$ , $Mo \leq 0,7\%$ et $0,45\% \leq V \leq 0,55\%$
	6.4	Aciers avec $7,0\% < Cr \leq 12,5\%$ , $0,7\% < Mo \leq 1,2\%$ et $V \leq 0,35\%$
7		Aciers inoxydables ferritiques, martensitiques ou à durcissement structural avec $C \leq 0,35\%$ et $10,5\% \leq Cr \leq 30\%$
	7.1	Aciers inoxydables ferritiques
	7.2	Aciers inoxydables martensitiques
	7.3	Aciers inoxydables à durcissement structural
8		Aciers inoxydables austénitiques
	8.1	Aciers inoxydables austénitiques avec $Cr \leq 19\%$
	8.2	Aciers inoxydables austénitiques avec $Cr > 19\%$
	8.3	Aciers inoxydables austénitiques au manganèse avec $4,0\% < Mn \leq 12,0\%$
9		Aciers alliés au nickel avec $Ni \leq 10,0\%$
	9.1	Aciers alliés au nickel avec $Ni \leq 3,0\%$
	9.2	Aciers alliés au nickel avec $3,0\% < Ni \leq 8,0\%$
	9.3	Aciers alliés au nickel avec $8,0\% < Ni \leq 10,0\%$
10		Aciers inoxydables austéno-ferritiques (duplex)
	10.1	Aciers inoxydables austéno-ferritiques avec $Cr \leq 24,0\%$
	10.2	Aciers inoxydables austéno-ferritiques avec $Cr > 24,0\%$
11		Aciers couverts par le groupe 1 <sup>d</sup> sauf $0,25\% < C \leq 0,5\%$
	11.1	Aciers comme indiqués en 11 avec $0,25\% < C \leq 0,35\%$
	11.2	Aciers comme indiqués en 11 avec $0,35\% < C \leq 0,5\%$

<sup>a</sup> Conformément à la spécification des normes produit des aciers,  $R_{m}$  peut être remplacée par  $R_{p0,2}$  or  $R_{10,5}$ .  
<sup>b</sup> Une valeur supérieure est admise à condition que  $Cr + Mo + Ni + Cu + V \leq 0,75\%$ .  
<sup>c</sup> " sans vanadium " signifie sans ajout délibéré dans le matériau.  
<sup>d</sup> Une valeur supérieure est admise à condition que  $Cr + Mo + Ni + Cu + V \leq 1\%$ .

## Les types d'assemblage

P = « plate »  
T = tube

BW = bout à bout  
FW = en angle



Il est à noter que l'assemblage de piquage à disparu en tant qu'essai de qualification, on parlera d'assemblage tube / tube.



## Les positions de soudage

