

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## CONCEPTION ET RÉALISATION EN CHAUDRONNERIE INDUSTRIELLE

SESSION 2015

E4 - ÉTUDE ET RÉALISATION D'UN ENSEMBLE  
CHAUDRONNÉ, DE TÔLERIE OU DE TUYAUTERIE

**U 43 - CONCEPTION DE PROCESSUS ET  
PRÉPARATION DU TRAVAIL**

Durée : 4 heures – Coefficient : 3

Ce dossier contient :

- la mise en situation générale du sujet page 01 à 02/02
- 1<sup>ère</sup> partie **PRÉPARATION DU TRAVAIL** page 01 à 07/07
- 2<sup>ème</sup> partie **TRAÇAGE INFORMATIQUE** page 01 à 05 /05
- 3<sup>ème</sup> partie **MÉTALLURGIE DU SOUDAGE** page 01 à 20 /20

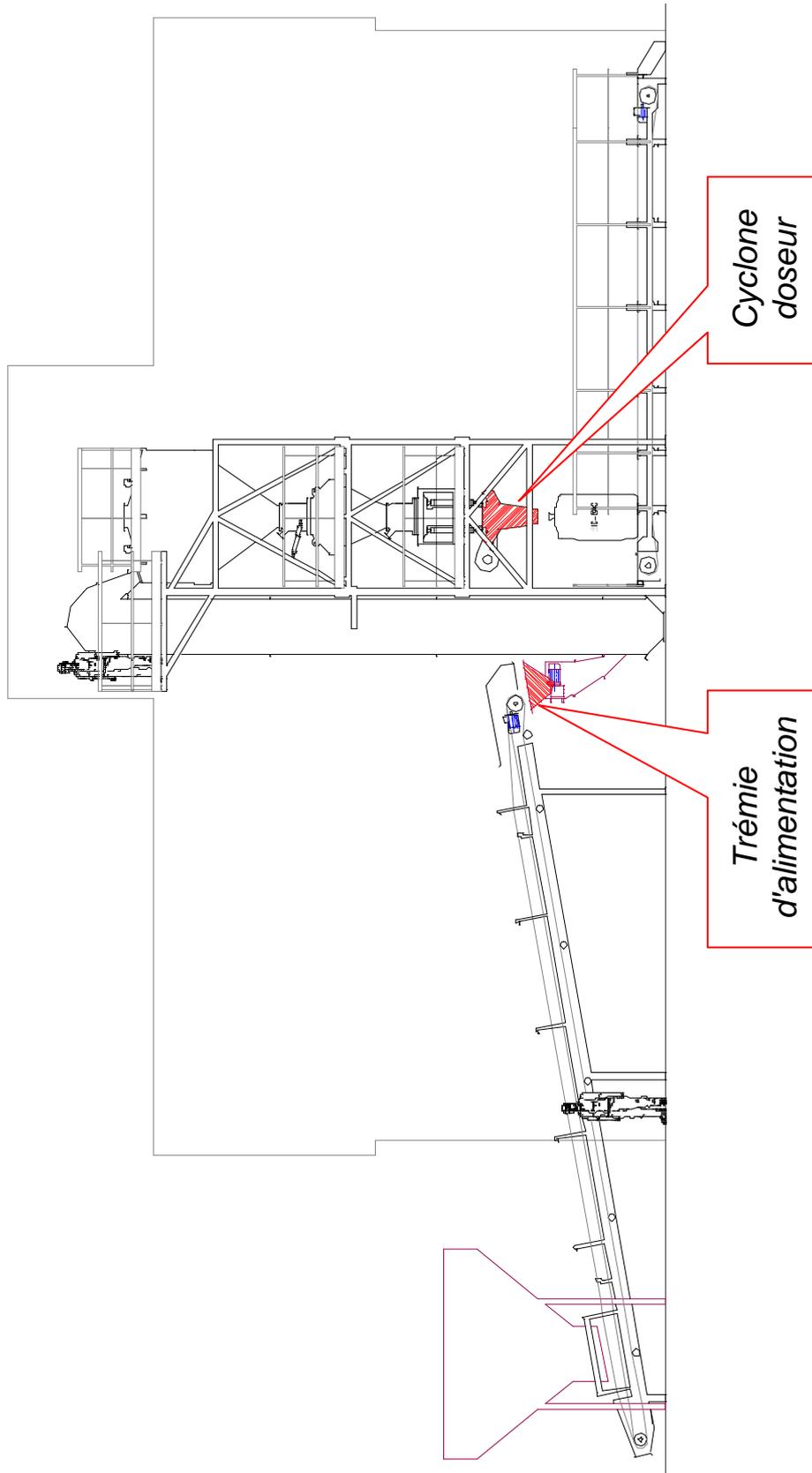
**Les documents réponses (REP) seront rendus dans une  
copie d'examen et agrafés, en bas à gauche.**

CODE ÉPREUVE : CLE4CPP		EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SPÉCIALITÉ: CONCEPTION ET RÉALISATION EN CHAUDRONNERIE INDUSTRIELLE	
SESSION 2015	SUJET	ÉPREUVE : ÉTUDE ET RÉALISATION D'UN ENSEMBLE CHAUDRONNÉ, DE TÔLERIE OU DE TUYAUTERIE U43 – CONCEPTION DE PROCESSUS ET PRÉPARATION DU TRAVAIL		
Durée : 4h		Coefficient : 3	Sujet N° 11ED14	Page : 01/02

# MISE EN SITUATION

Les études proposées concernent les éléments d'une cimenterie :

- la trémie d'alimentation du décompacteur (partie n°1)
- le cyclone doseur (parties n°2 et 3)



# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## CONCEPTION ET RÉALISATION EN CHAUDRONNERIE INDUSTRIELLE

E4 – ÉTUDE ET RÉALISATION D'UN ENSEMBLE  
CHAUDRONNÉ, DE TÔLERIE  
OU DE TUYAUTERIE

**U 43 – CONCEPTION DE PROCESSUS ET PRÉPARATION  
DU TRAVAIL**

Durée : 4 heures – Coefficient : 3

### PARTIE N°1 : PRÉPARATION DU TRAVAIL

#### Documents ressources :

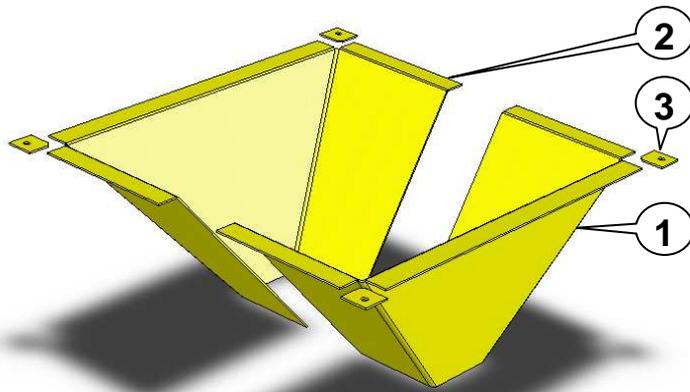
- Le texte du sujet page 02/07
- Le plan de fabrication N° FAB-Trémie DOC-RES- page 03/07
- Le descriptif machine et la liste des outils de pliage disponibles DOC-RES- page 04/07

#### Documents à rendre en fin d'épreuve :

- Les documents réponses REP- PR1  
et REP- PR2 page 05/07  
pages 06/07 et 07/07

### Mise en situation :

L'étude porte sur la trémie d'alimentation du décompacteur. Elle est constituée de 4 parties. Seuls les côtés Rep1 et 2 seront pris en compte dans ce sujet. La production concerne 4 trémies.



### On demande :

#### ÉTUDE DU DÉBIT

→ Sur feuille de copie examen

- 1-1) On dispose d'un banc de découpage équipé de 2 têtes, une torche plasma et l'autre en oxycoupage. Choisir le procédé de découpage qui vous semble adéquat au débit des demi-trémies. Justifier votre choix.

→ Sur document réponse pré-imprimé **REP-PR1** page 05/07

- 1-2) Dessiner la trajectoire idéale de la tête de coupe
- Indiquer les points d'amorçage par \*Pa1, \*Pa2...
  - Représenter en trait mixte les trajets sans coupe, en précisant le sens de déplacement →
  - Représenter en trait fort les trajets avec coupe, en précisant le sens de déplacement →

#### ÉTUDE DE LA MISE EN FORME

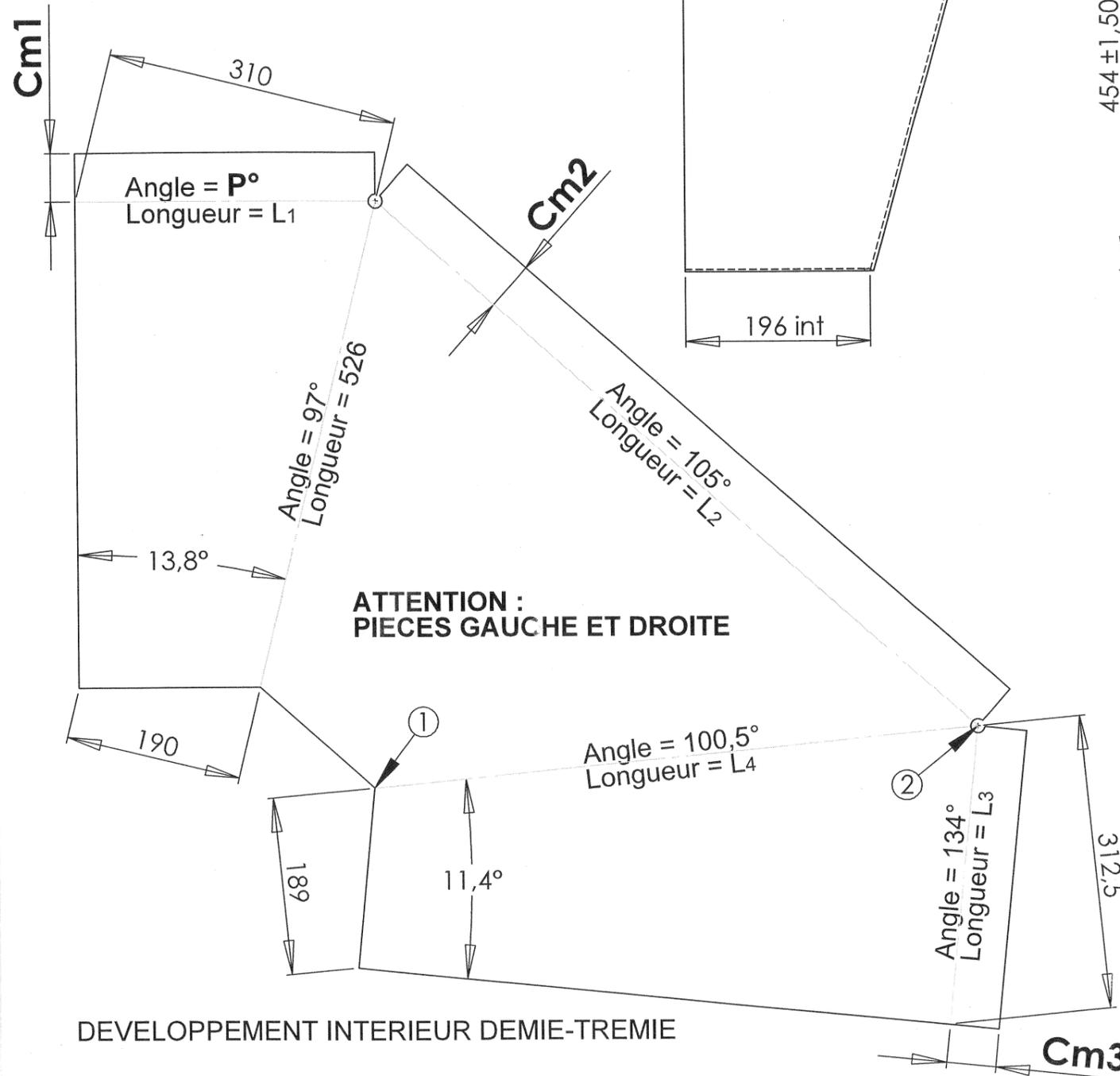
→ Sur feuille de copie examen

- 2-1) Définir la valeur de l'angle de pliage  $P^\circ$  représenté sur le plan N°**FAB-trémie**.  
2-2) Définir la longueur de l'arête de pliage  $L_4$  (de 1 à 2) représenté sur le plan N°**FAB-trémie**.  
2-3) Parmi les outils disponibles (sur liste DOC RES 1, page 04/07), choisir les outils appropriés pour réaliser le pliage des demi-trémies. Justifier votre choix.  
2-4) Calculer la valeur des cotes machine  $Cm_1$ ,  $Cm_2$ ,  $Cm_3$  représentées sur le plan N°**FAB-trémie** (Prendre les valeurs les plus proches dans le tableau).

→ Sur document réponse pré-imprimé **REP-PR2** pages 06/07 et 07/07

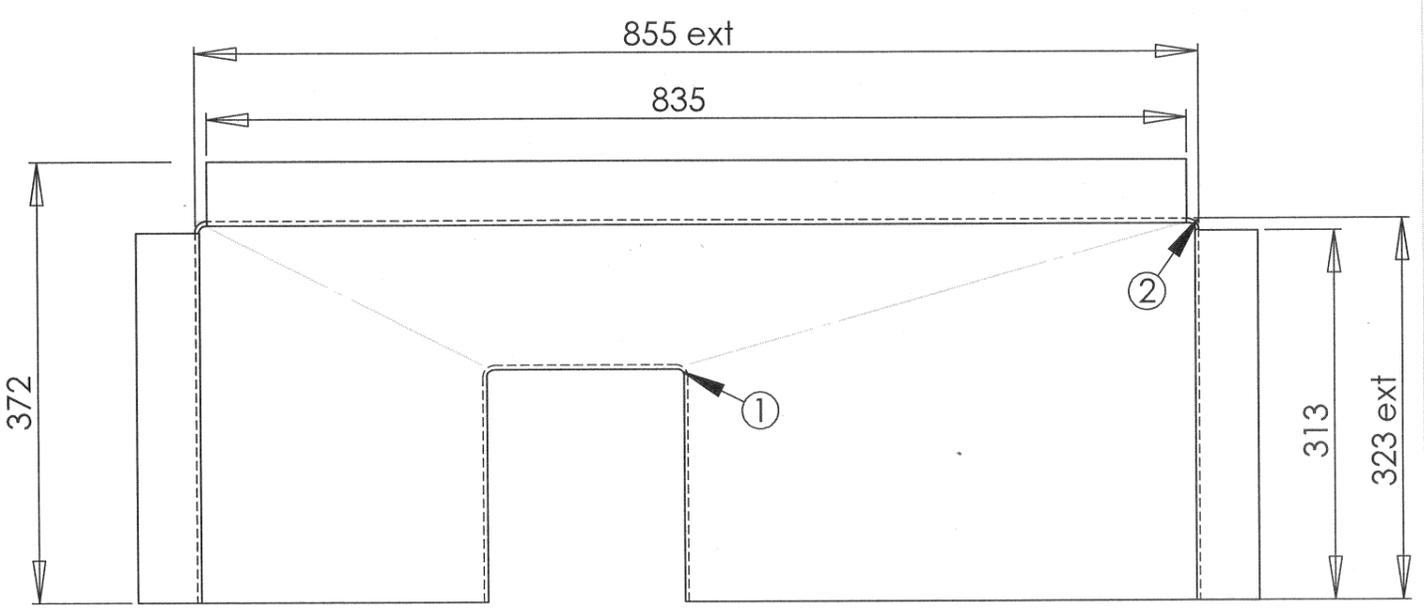
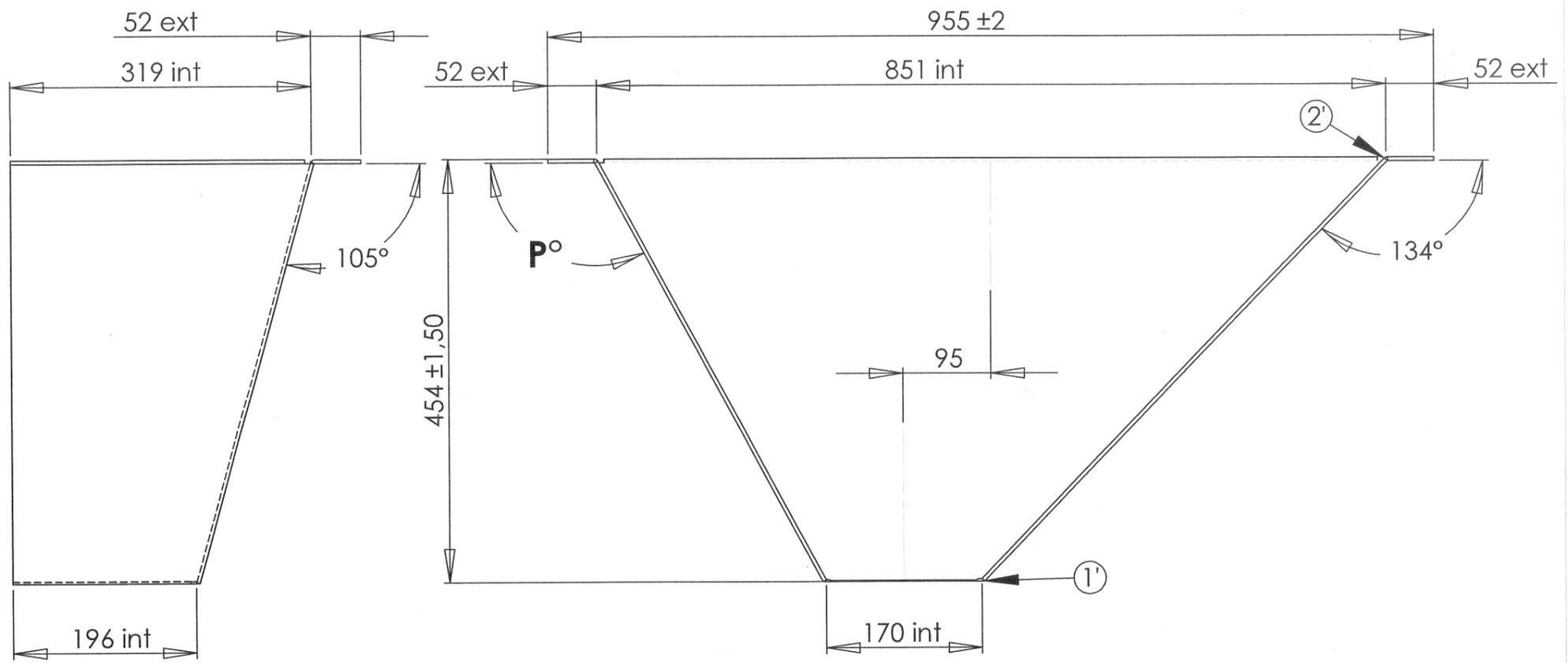
- 2-5) Rédiger la phase pliage de la demi-trémie. Pour cela vous devez
- Compléter l'entête de la fiche de phase.
- Pour chaque pli vous devez :
- Représenter la mise en butée sur le croquis de chaque pli (vue de dessus).
  - Indiquer les valeurs demandées en Z, Y, X1,  $\alpha$ , et T'.

Cotation du developpement utile pour la programmation de la presse plieuse



ATTENTION :  
PIECES GAUCHE ET DROITE

DEVELOPPEMENT INTERIEUR DEMIE-TREMIE



Rep	Nb	Désignation	Matériaux
1	1	Coté Dt tole ep 4 mm	<b>X2 CrNi17-12</b> <b>Rm= 700 MPa</b>

Ech : 1:6    format : A3 H    N° plan : **FAB-Trémie**

**TREMIE DECOMPACTEUR**  
**1/2 TREMIE**

**Edition d'éducation de SolidWorks.**  
**Utilisation pédagogique uniquement.**

**CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES**

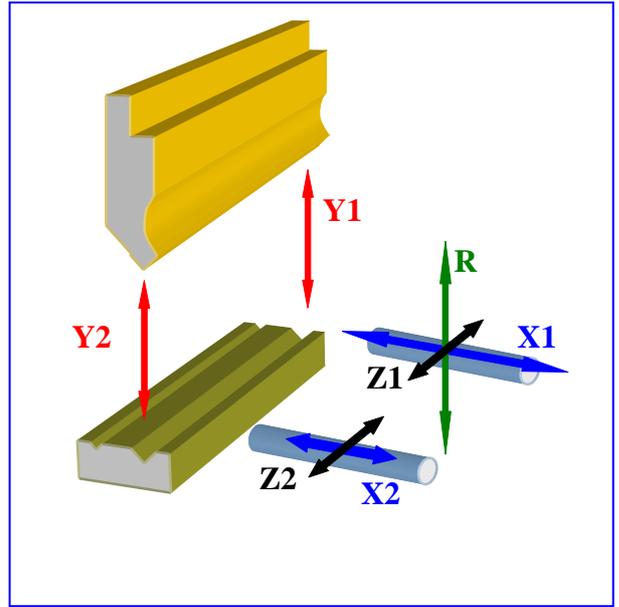
F nominale	1800 kN	H. intermédiaires	100 mm
L de pliage	3570 mm	Course tablier sup.	250 mm
Largeur table	60 mm	Col de cygne	400 mm
Hauteur table	955 mm	Entre flasque	3100 mm
Ouvert. entre tabliers	400 mm	Nb de vérin	2

**PERFORMANCES DU SYSTÈME DE COMMANDES**

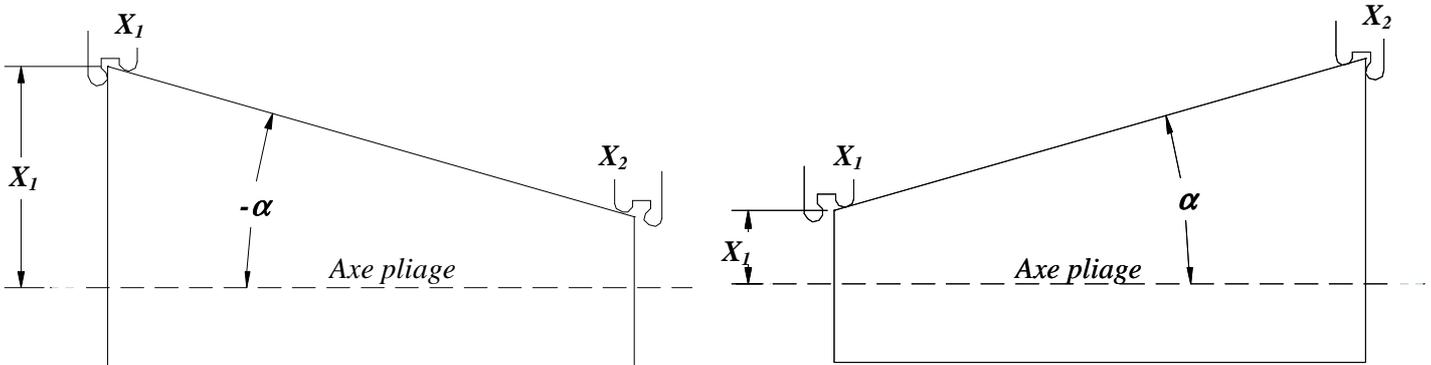
*Maîtrise numérique des axes  $X_1$  et  $X_2$ ,  $Y_1$  et  $Y_2$ ,  $R$ ,  $Z_1$  et  $Z_2$*

*Programmation :*

AXES	SAISIE
$X_1$	Cote machine (cote développement)
$X_2$	Calculé par la saisie de l'angle $\alpha$
$Y_1$	Angle de pliage
$Y_2$	Angle de pliage
$R$	hauteur table / milieu de butée
$Z_1$	Longueur de pli
$Z_2$	Longueur de pli



**Information complémentaire pour la programmation avec les butées décalées ( $X_1 \neq X_2$ )**



**OUTILLAGES DISPONIBLES (toutes longueurs)**

MATRICES	N°	Angle	Ouverture	Hauteur	$\tau_{admissible}$	Observations
	V12 160	60°	32	75	50 t/m	Étroite Sans support
	V11 132	85°	32	60	100 t/m	Sans support
	V11 180	85°	80	100	100 t/m	Sans support
	V13 125	88°	25	26	100 t/m	Avec N° S13 155
S13 155	Support matrice			55	100 t/m	Avec N°V13 125

POINÇONS	N°	Angle	Hauteur	Rayon	$\tau_{admissible}$	Observations
	CVST 20 160	60°	67	2	60 t/m	
	CVST 30 160	60°	65	6	100 t/m	outil lourd
	CVGD 21 385	85°	90	3	50 t/m	Grand dégagement
	CVST 20 385	85°	66,5	3	100 t/m	

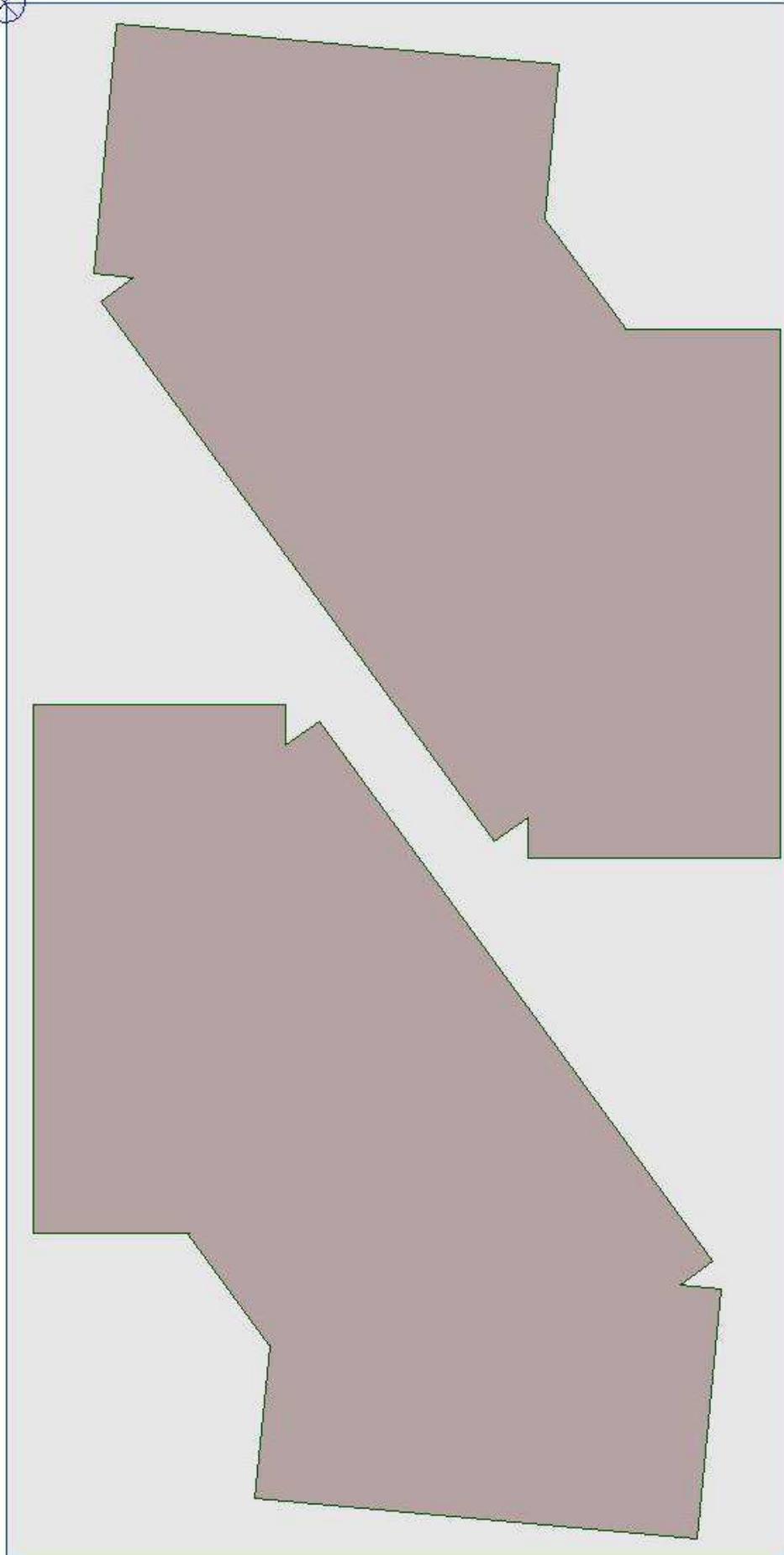
**CORRECTIONS DE PLIAGE pour tôle épaisseur 4 mm (effort pour acier  $R_m=450$  MPa)**

Vé	Ri	F	b	165°	150°	135°	120°	105°	90°	75°	60°	45°	30°	15°	0°
25	4	42	17,5	-0,7	-1,6	-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	-1,5	-2,4	-3,7	-5,4	-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
80	13	20	55	-0,5	-1,1	-2,4	-3,8	-5,6	-9,1	-6,5	-3,7	-0,5	+2,2	+4,2	+8,1

# Document réponse REP-PR1

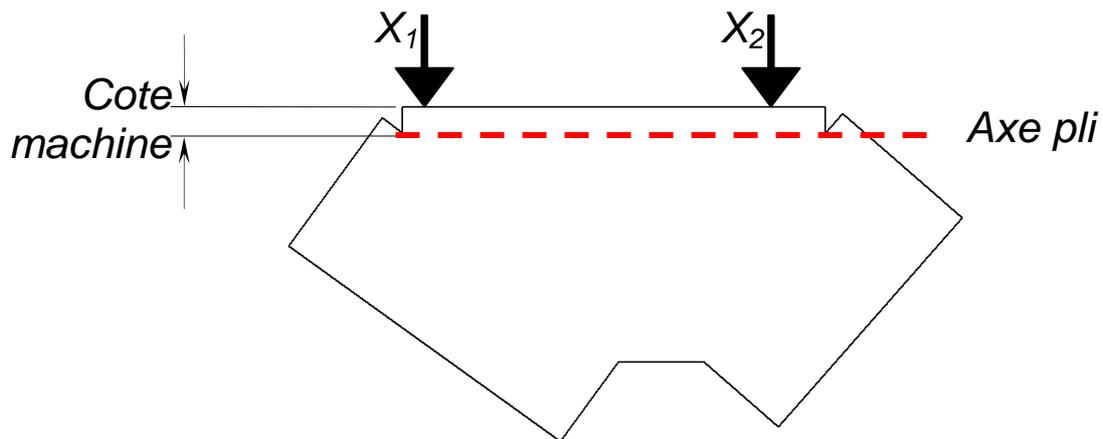
1-1) Dessiner la trajectoire idéale de la tête de coupe.

Départ tête de coupe

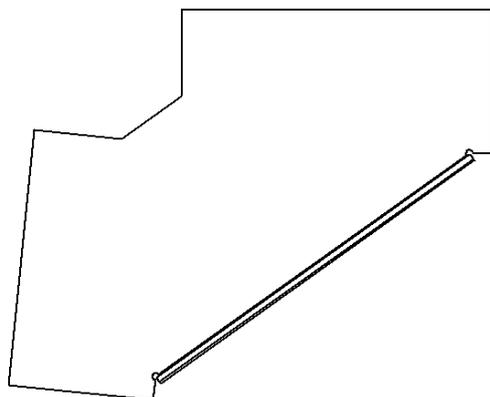


CONTRAT DE PHASE PLIAGE			Document réponse REP-PR2	
Ensemble : <b>CIMENTERIE</b>			<p style="text-align: center;"><b>CONTRAT</b></p> <p style="text-align: center;"><b>CONTRÔLE suivant plan N° FAB-Trémie</b></p>	
Élément : <b>DEMI-TRÉMIE</b>		Nb : <b>2</b>		
Matière :				
Poste : <b>PRESSE PLIEUSE NUMÉRIQUE</b>				
Poinçon	CODE			
	Longueur			
Matrice	CODE			
	Longueur			
	Support			

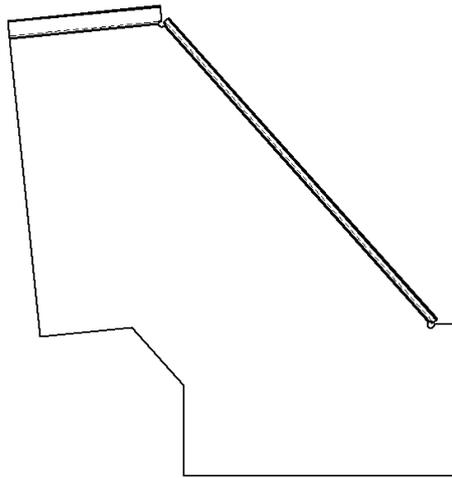
N° Pli	Z Longueur pli	Y Angle de pli	X <sub>1</sub> Cote machine	α Angle décalage butées	T' Tempo fin pli
<b>1</b>	<b>835</b>	<b>105,15</b>	<b>49,1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>



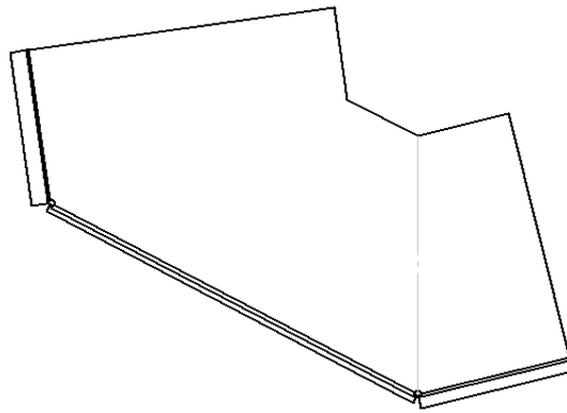
N° Pli	Z Longueur pli	Y Angle de pli	X <sub>1</sub> Cote machine	α Angle décalage butées	T' Tempo fin pli
<b>2</b>					



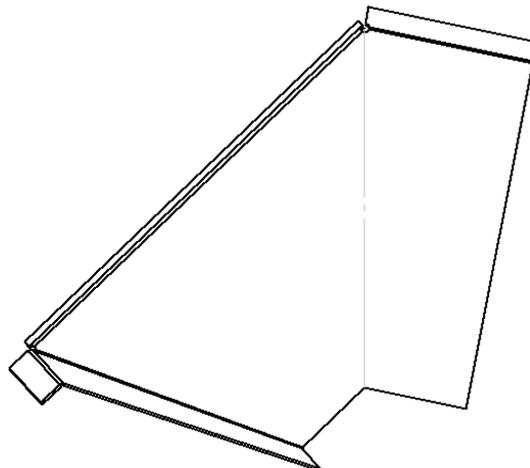
<i>N° Pli</i>	<i>Z</i> <i>Longueur pli</i>	<i>Y</i> <i>Angle de pli</i>	<i>X<sub>1</sub></i> <i>Cote machine</i>	<i>α</i> <i>Angle décalage butées</i>	<i>T'</i> <i>Tempo fin pli</i>
<b>3</b>					



<i>N° Pli</i>	<i>Z</i> <i>Longueur pli</i>	<i>Y</i> <i>Angle de pli</i>	<i>X<sub>1</sub></i> <i>Cote machine</i>	<i>α</i> <i>Angle décalage butées</i>	<i>T'</i> <i>Tempo fin pli</i>
<b>4</b>					



<i>N° Pli</i>	<i>Z</i> <i>Longueur pli</i>	<i>Y</i> <i>Angle de pli</i>	<i>X<sub>1</sub></i> <i>Cote machine</i>	<i>α</i> <i>Angle décalage butées</i>	<i>T'</i> <i>Tempo fin pli</i>
<b>5</b>					



# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## CONCEPTION ET RÉALISATION EN CHAUDRONNERIE INDUSTRIELLE

E4 – ÉTUDE ET RÉALISATION D'UN ENSEMBLE  
CHAUDRONNÉ, DE TÔLERIE  
OU DE TUYAUTERIE

**U 43 – CONCEPTION DE PROCESSUS ET  
PRÉPARATION DU TRAVAIL**

Durée : 4 heures – Coefficient : 3

### PARTIE N°2 : TRAÇAGE INFORMATIQUE

#### Documents donnés :

- Texte sujet page 02/05
- Cyclone doseur page 03/05

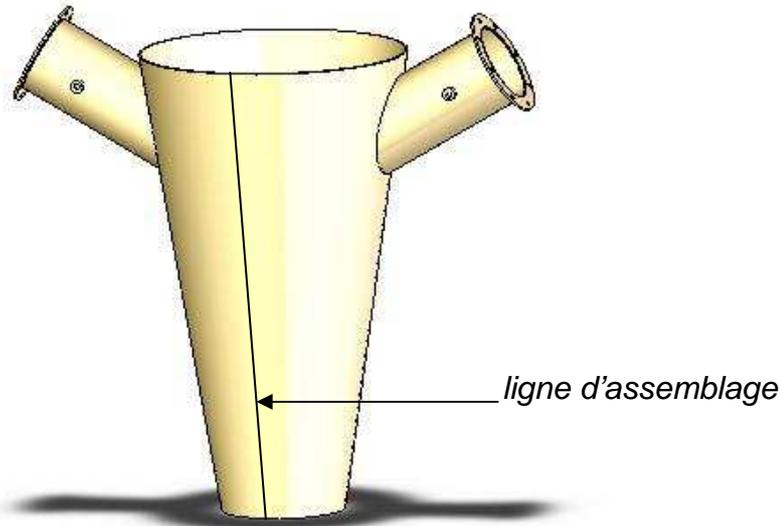
#### Documents à rendre en fin d'épreuve :

- Les documents réponses DOC-REP-TI1 page 04/05  
DOC-REP-TI2 page 05/05

# TRAÇAGE INFORMATIQUE

## Mise en situation :

L'étude porte sur la virole conique repère 1 et les 2 piquages repère 5. Seule la recherche du développement de la virole conique repère 1 est demandée.



## On donne :

- le plan du sous-ensemble CYCLONE DOSEUR [page 03/ 05](#)
- la position de la ligne d'assemblage (axée entre les 2 piquages)
- Le document réponse de recherche des dimensions des éléments [page 04/ 05](#)
- Le document réponse correspondant à l'écran de saisie informatique [page 05/ 05](#)

## On demande :

→ Sur document réponse pré-imprimé **REP-TI 1** [page 04/05](#)

3-1) À l'aide du plan du sous-ensemble N°SE-Cyclon e, rechercher la valeur de l'angle noté :  $V_x$  et la valeur de  $D$

3-2) Calculer la valeur des termes :  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C$ ,  $D_1$ ,  $A$ ,  $E$ ,  $H$

→ Sur document réponse pré-imprimé **REP-TI 2** [page 05/05](#)

3-3) Reporter toutes les valeurs demandées sur le document réponse correspondant à l'écran de saisie informatique.

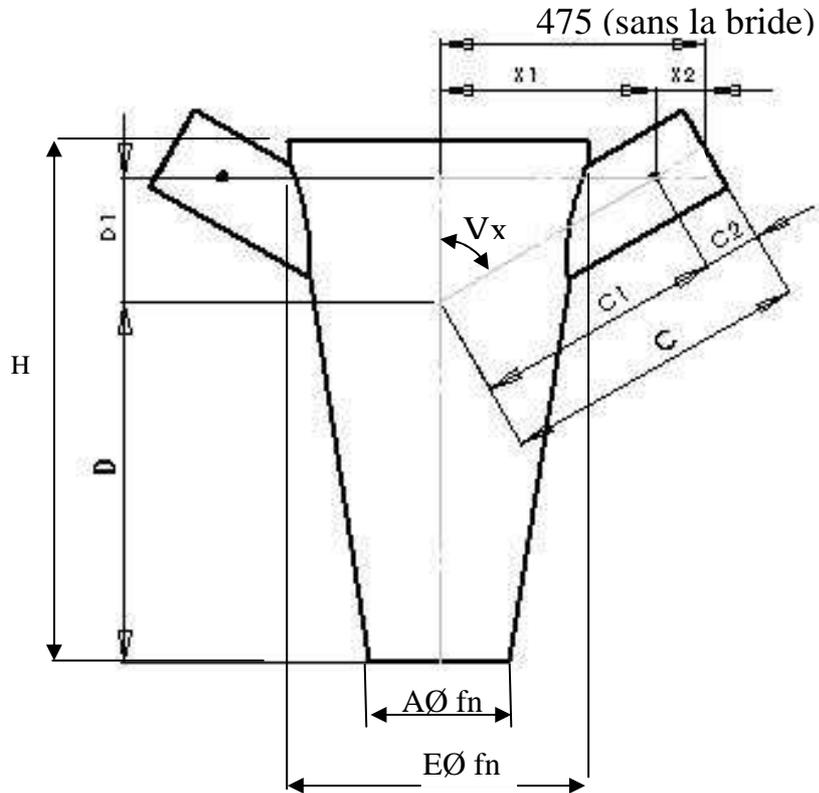
**Nota : lors de la fabrication, le deuxième piquage sera effectué par repositionnement symétrique**

**Faire apparaître clairement tous les calculs. Tous les résultats doivent être justifiés.**



À l'aide du plan du **SE-CYCLONE** et du schéma ci-dessous :

- 3-2) Calculer les valeurs X1 puis X2  
 Calculer les valeurs C1, C2 puis C  
 Calculer les valeurs D1 puis D



V<sub>x</sub> = \_\_\_\_\_

X1 = \_\_\_\_\_

X2 = \_\_\_\_\_

C1 = \_\_\_\_\_

C2 = \_\_\_\_\_

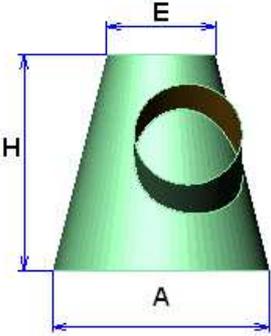
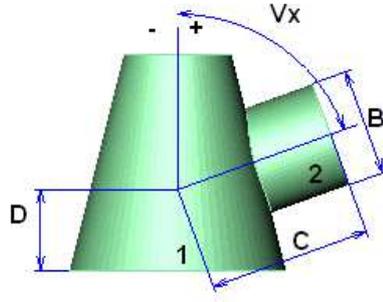
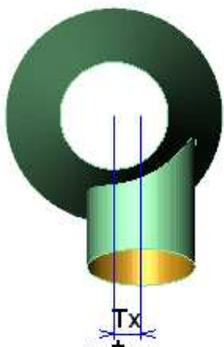
C = \_\_\_\_\_

D1 = \_\_\_\_\_

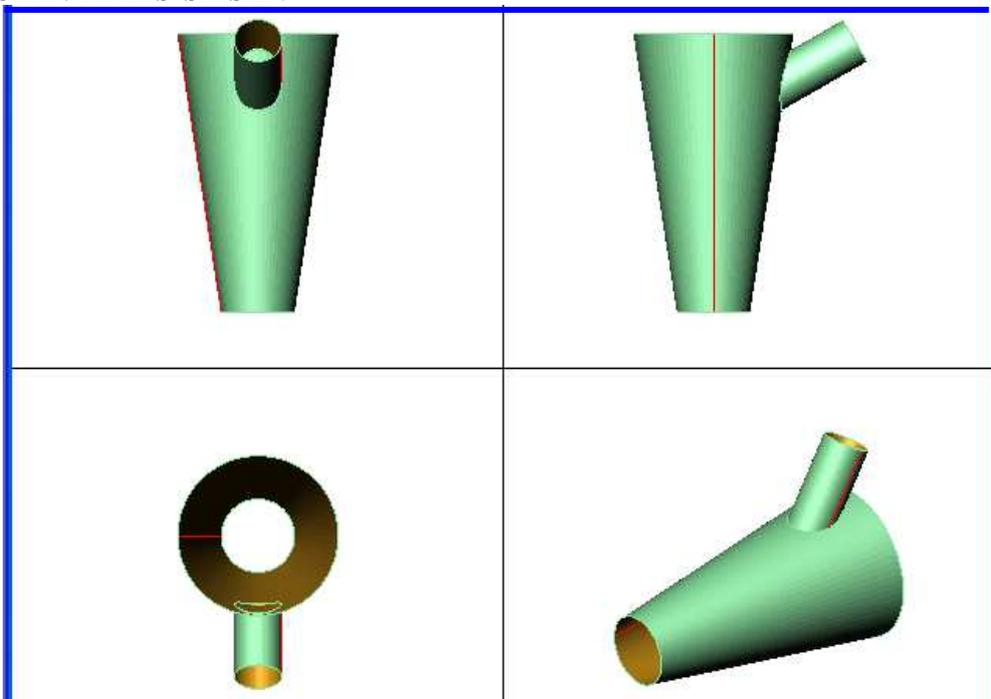
D = \_\_\_\_\_

A= \_\_\_\_\_ E= \_\_\_\_\_ H= \_\_\_\_\_

**COPIE D'ÉCRAN AVANT SAISIE : Nota : C = C' D = D'**

																																					
	<table border="0"> <tr> <td>A</td> <td><input type="text"/></td> <td>Tx</td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td><input type="text"/></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C'</td> <td><input type="text"/></td> <td>Vx</td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>D'</td> <td><input type="text"/></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>E</td> <td><input type="text"/></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Soudure</td> <td><input type="text" value="1"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>H</td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Ep</td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Gé</td> <td><input type="text" value="72"/></td> </tr> </table>	A	<input type="text"/>	Tx	<input type="text"/>	B	<input type="text"/>			C'	<input type="text"/>	Vx	<input type="text"/>	D'	<input type="text"/>			E	<input type="text"/>			Soudure		<input type="text" value="1"/>				H	<input type="text"/>			Ep	<input type="text"/>			Gé	<input type="text" value="72"/>
A	<input type="text"/>	Tx	<input type="text"/>																																		
B	<input type="text"/>																																				
C'	<input type="text"/>	Vx	<input type="text"/>																																		
D'	<input type="text"/>																																				
E	<input type="text"/>																																				
Soudure		<input type="text" value="1"/>																																			
		H	<input type="text"/>																																		
		Ep	<input type="text"/>																																		
		Gé	<input type="text" value="72"/>																																		

**RÉSULTATS D'ÉCRAN APRÈS SAISIE :**



# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## CONCEPTION ET RÉALISATION EN CHAUDRONNERIE INDUSTRIELLE

E4 – ÉTUDE ET RÉALISATION D'UN ENSEMBLE  
CHAUDRONNÉ, DE TÔLERIE  
OU DE TUYAUTERIE

**U 43 – CONCEPTION DE PROCESSUS ET  
PRÉPARATION DU TRAVAIL**

Durée : 4 heures – Coefficient : 3

### PARTIE N°3 : MÉTALLURGIE

#### Documents donnés :

- Les documents ressources - DOC-RES 01/02/03/04/  
05/06/07/08/09

#### Documents à rendre en fin d'épreuve :

- Les documents réponses - DOC-REP 01/02/03/04/  
05/06/07/08

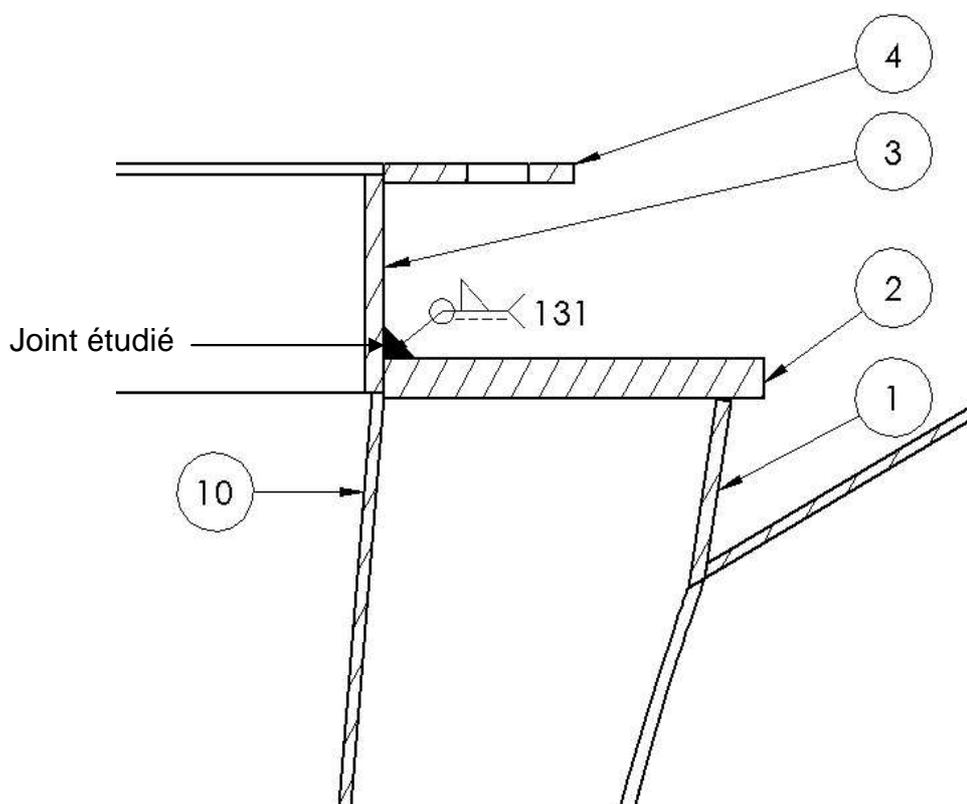
<b>PARTIE N°3</b>	<b><u>MÉTALLURGIE</u></b>	

Valider une partie du mode opératoire de soudage (DMOS-P) en conformité avec les normes européennes (EN 15614-1).

Présentation :

On propose l'assemblage de la couronne REP 2 avec la virole d'entrée REP 3. Assemblage en angle avec une gorge de 6mm.

**La modélisation retenue pour cet assemblage est celle dessinée ci-dessous.**



REPÈRE	DÉSIGNATION	MATIÈRE	ÉPAISSEUR
2	Couronne	S355 K2 G4	10 mm
3	Virole d'entrée	INOX 310	8 mm

**On donne :**

– La fiche de l'acier inoxydable 310 :	DOC-RES 01
– La fiche de l'acier S355 K2 G4 :	DOC-RES 02
– Les normes EN ISO 15608 et EN ISO 15614-1	DOC-RES 03/04/05
– La liste des différents métaux d'apports	DOC-RES 06/07/08
– Le tableau de réglage MIG (131)	DOC-RES 09
– Le tableau des groupes et sous-groupes des matériaux. Les équivalences en chrome et en nickel des aciers	DOC-REP 01
– Le tableau des équivalences en chrome et en nickel des métaux d'apport	DOC-REP 02
– Les formules d'énergie nominale	DOC-REP 03
– Le calcul d'énergie de température de préchauffage et DMOS-P	DOC-REP 04
– Diagramme de Schaeffler	DOC-REP 05
– La modélisation IRSID	DOC-REP 06
– La courbe TRCS (E36)	DOC-REP 07
– DMOS-P	DOC-REP 08

<b>PARTIE N°3</b>	<b><u>MÉTALLURGIE (DOC-REP02)</u></b>	
-----------------------	---------------------------------------	--

1. À partir des documents ressources (DOC-RES 01/02/03/04) indiquer les groupes/sous-groupes de chaque matériau en fonction de la norme EN ISO 15608 :

MATÉRIAUX	GROUPES/SOUS-GROUPES
310	
S355 K2 G4	

Indiquer le niveau de dureté admissible (HV10) en fonction de la norme EN ISO 15614-1(DOC-RES 05) :

MATÉRIAUX	DURETÉ ADMISSIBLE
310	Pas de dureté admissible pour le 310
S355 K2 G4	

2. Calculer les équivalences en chrome et en nickel pour chaque acier.

**Chrome équivalent :  $Cr_{eq} = Cr + Mo + 1.5 Si + 0.5 Nb$**

---



---



---



---

**Nickel équivalent :  $Ni_{eq} = Ni + 30 C + 0.5 Mn$**

---



---



---



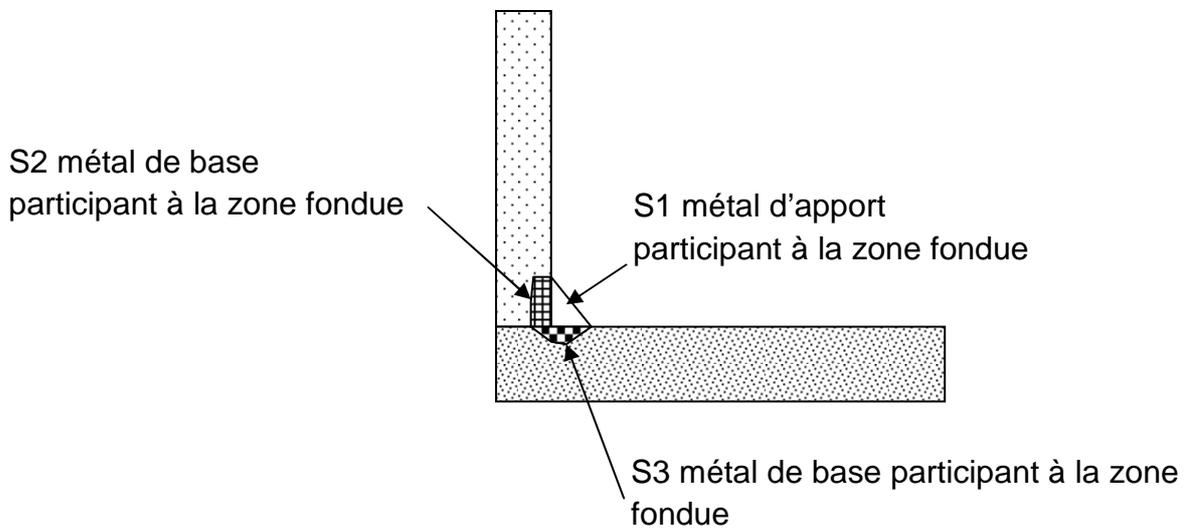
---

3. Remplir le tableau ci-dessous (**DOC-RES 06/07/08**) :

Rep	Métal d'apport	Chrome équivalent	Nickel équivalent
C	NERTAL 60		
D	NERTALIC 56		
E	NERTALIC 88		

Pour chaque nuance de fil, construire sur le diagramme de Schaeffler (**DOC-REP 05**), le point représentatif du mélange métaux de base - métal d'apport.

La zone fondue est composée de 70% de S1 + 15% de S2 + 15% de S3



<b>PARTIE N°3</b>	<b><u>MÉTALLURGIE (DOC-REP03)</u></b>	
-----------------------	---------------------------------------	--

Choisir un métal d'apport pour l'assemblage (justifier votre réponse) **(DOC-RES 06/07/08)** :

---



---



---



---

1. Déterminer les paramètres de soudage du DMOS-P.

On donne le tableau de réglage (DOC RES 09).

**Formule de la tension** :  $U = 14 + (0.05 \times I)$

**Formule Energie Nominale** :  $En = \frac{60 \times U.I}{1000 \times Vs}$

U en Volt, I en Ampère, Vs en cm/min et En en kJ/cm

1.1. Déterminer U, I et Vs, pour ne pas dépasser une énergie nominale de soudage : En inférieure à 10 Kj/cm et avec une gorge maximum (DOC-RES 09) :

---



---



---

1.2. Déterminer le nombre de passes, sachant que la gorge est de a=6mm.

---



---



---

<b>PARTIE N°3</b>	<b><u>METALLURGIE (DOC-REP04)</u></b>	
-----------------------	---------------------------------------	--

4.3. Sur la modélisation IRSID, évaluer le temps de refroidissement en secondes  
(tr 800-500°C) (DOC-REP 06) pour une En=10 Kj/cm maximum.

---

---

---

---

4.4. En utilisant le diagramme TRCS de l'acier S355 K2 G4, déterminer la  
température de préchauffage pour respecter une dureté admissible inférieure à  
350Hv5 imposée par le client (DOC-REP 07).

---

---

---

---

5. Remplir les paramètres du DMOS-P suivant (DOC-REP 08) :

- Ø de fil
- Disposition des passes numérotées (sur le croquis)
- Énergie nominale
- Vitesse de soudage
- Intensité de soudage
- Débit de gaz
- Courant type/polarité
- Métal d'apport (codification + type)
- Température de préchauffage.

**Diagramme de Schaeffler :**

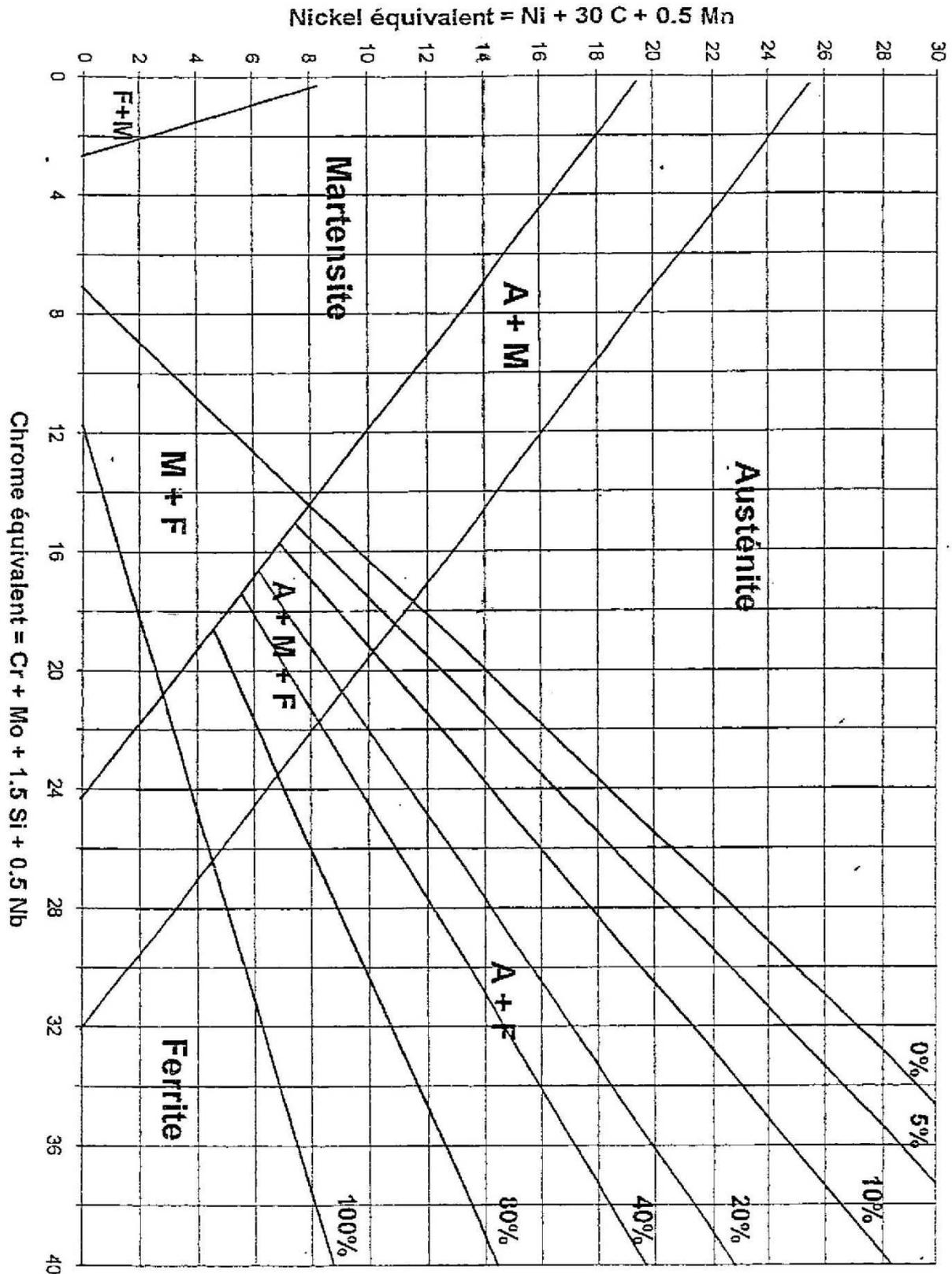


Diagramme de Schaeffler

Modélisation IRSID :

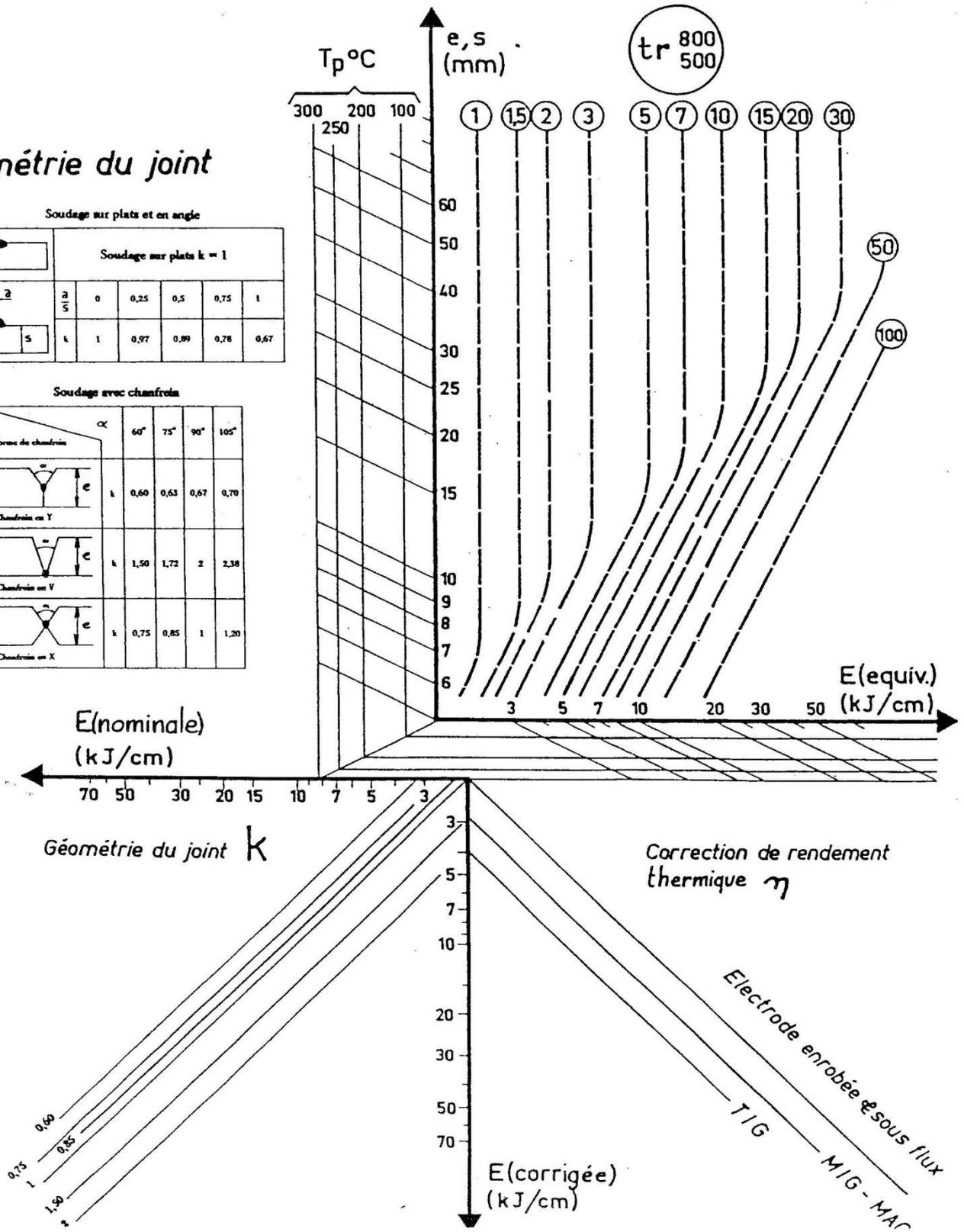
**Géométrie du joint**

Soudage sur plats et en angle

Soudage sur plats k = 1		a	0	0,25	0,5	0,75	1
2	5	l	1	0,97	0,89	0,78	0,67

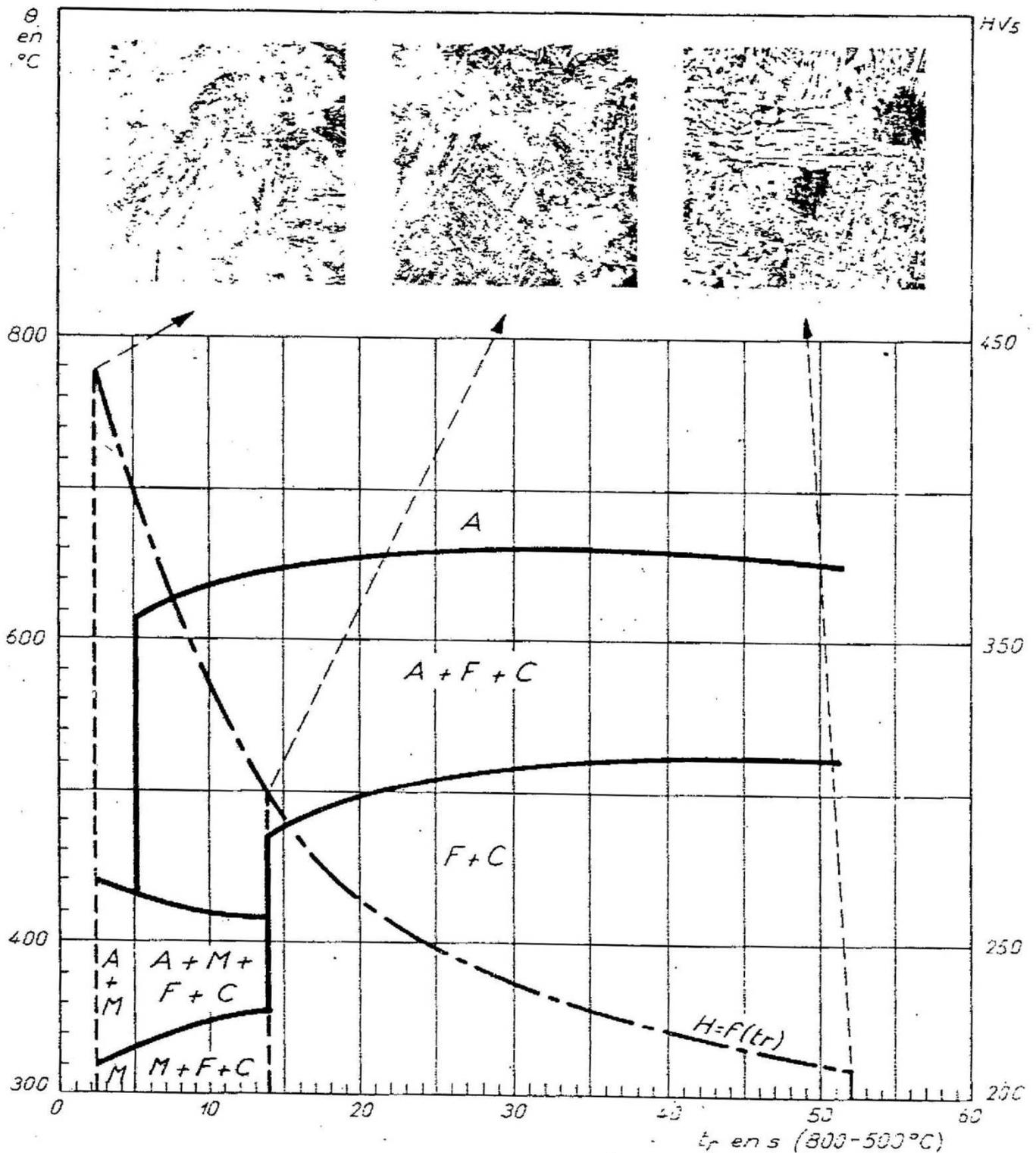
Soudage avec chanfrein

Forme de chanfrein	$\alpha$	60°	75°	90°	105°
Chanfrein en Y	k	0,60	0,63	0,67	0,70
Chanfrein en V	k	1,50	1,72	2	2,38
Chanfrein en X	k	0,75	0,85	1	1,20



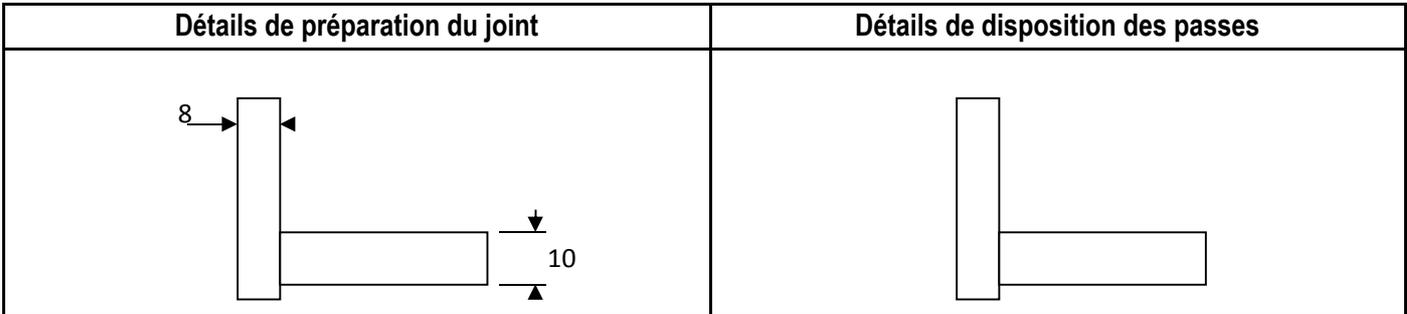
Courbe TRCS :

DIAGRAMME DE TRANSFORMATION AU REFROIDISSEMENT



# DESCRIPTIF DE MODE OPÉRATOIRE DE SOUDAGE EN ISO15609-1

DMOS N° : 001D		Méthode de préparation et nettoyage :
PV-QMOS : 001		Meulage
Fabricant : XXXXX		Matériau de base : 310 / S355 K2G4
Mode de transfert de métal: XXXXXXXX		Ep matériau de base : 8mm / 10mm
Type d'assemblage: En angle FW		Ø matériau de base :
Détail de préparation: découpe plasma		Position de soudage : A plat (PA)



### Paramètre de soudage

Passe N°	Procédé	Ø métal d'apport	Intensité A	Tension V	Type de courant Polarité	Vitesse d'avan. cm/mn	Energie de soudage kJ/cm
	131						
	131						

Métal d'apport	codification :	
	marque, type :	
Reprise spéciale ou séchage :		
Gaz de protection/flux ; endroit :	<b>Noxalic 12</b>	
envers :	<b>XXXXXXXX</b>	
débit de gaz - endroit :		
envers :	<b>XXXXXXXX</b>	
Type elect. Tungstène / dimension	<b>XXXXXXXX</b>	
Détail gougeage ou support envers	<b>XXXXXXXX</b>	
Température de préchauffage		
Température entre passe	<b>XXXXXXXX</b>	
Post-chauffage	<b>XXXXXXXX</b>	
température de maintien du préchauffage		
Traitement Thermique après soudage ; (tps, température, méthode)	<b>XXXXXXXX</b>	
L'assemblage de qualification ci-dessus a été soudé en présence de :	<b>XXXXXXXX</b>	

**Acier inoxydable 310 :**

**EMILE MAURIN®**

**ACIER INOXYDABLE AUSTENITIQUE  
ET REFRACTAIRE 310**

- **DESIGNATIONS NORMALISEES**  
AISI : 310 AFNOR : [Z8CN25.20] EN 10088-3 : X12CrNi25-21 (1.4845)
- **ANALYSE CHIMIQUE MOYENNE**  
C : 0,12% maxi Mn : 2,00% maxi Si : 1,00% maxi P : 0,045% maxi S : 0,030% maxi  
Cr : 24,00/26,00% Ni : 19,00/22,00%
- **CARACTERISTIQUES MECANIQUES MOYENNES**  
Etat austénitisation 1000-1150 C°  
Rm : 540/740 N/mm<sup>2</sup>  
Rp 0,2 : 240 N/mm<sup>2</sup> mini  
A% : 35 mini  
Dureté HB : 210 maxi
- **APPLICATIONS**  
Acier inoxydable austénitique au chrome, réfractaire.  
Bonne résistance à l'oxydation à chaud et au fluage jusqu'à 850 C°.  
Nombreuse applications à chaud : pièces de fours, chaudières, vannes à gaz chaud, appareils de distillation...  
Amagnétique à l'état hypertrempé.  
Soudabilité : très bonne, sans aucun traitement thermique ultérieur.
- **LIVRAISON**  
Sur demande : étirés (ronds), laminés (ronds), billettes (carrés).  
Les barres sont livrées en longueurs standard : 3/3,5 m à 6/6,5 m.  
Autres longueurs, lopins, galets... sur demande.
- **MASSE VOLUMIQUE**  
7,9 kg/dm<sup>3</sup>.

**Acier S355 K2 G4 :**

*Caractéristiques mécaniques*

Nuance	Limite d'élasticité minimale $R_{eH}$ N/mm <sup>2</sup>						Résistance à la traction $R_m$ N/mm <sup>2</sup>		Allongement minimal %				Essai de flexion par choc	
	Épaisseur nominale e (mm)						Épaisseur (mm)		Épaisseur nominale e (mm)				Température °C	Énergie absorbée min. J
	≤ 16	> 16 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 150	≥ 3 ≤ 100	> 100 ≤ 150	≥ 3 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 100	> 100 ≤ 150		
S235JRG2 S235J0	235	225	215			195	340-470		26	25	24	22	+20 0	27 27
S275JR S275J0	275	265	255	245	235	225	410- 560	400- 540	22	21	20	18	+20 0	27 27
S355JR S355J0 S355J2G3/G4 S355K2G3/G4	355	345	335	325	315	295	490- 630	470- 630	22	21	20	18	+20 0 -20 -20	27 27 27 40

*Composition chimique à la coulée*

Nuance	C max. %			Mn max. %	Si max. %	P max. %	S max. %	N max. %	Cev max. %			
	Épaisseur nominale e (mm)								Épaisseur nominale e (mm)			
	≤ 16	16 < e ≤ 40	e > 40						e ≤ 16	16 < e ≤ 40	40 < e ≤ 63	63 < e ≤ 150
S235JRG2 S235J0	0,17	0,17	0,20	1,40	-	0,045	0,045	0,009	0,35	0,35	0,38	0,38
S275JR S275J0	0,21	0,21	0,22	1,50	-	0,045	0,045	0,009	0,40	0,40	0,42	0,42
S355JR S355J0 S355J2G3/G4 S355K2G3/G4	0,24	0,24	0,24	1,60	0,55	0,045	0,045	0,009	0,45	0,45	0,47	0,47
	0,20	0,20	0,22	1,60	0,55	0,040	0,040	0,009	0,45	0,47	0,47	0,47
	0,20	0,20	0,22	1,60	0,55	0,035	0,035	-	0,45	0,45	0,47	0,47
	0,20	0,20	0,22	1,60	0,55	0,035	0,035	-	0,45	0,45	0,47	0,47

<b>PARTIE N°3</b>	<b><u>MÉTALLURGIE (DOC-RES 03)</u></b>	
-----------------------	--	--

**Extrait norme EN ISO 15608 :**

**Tableau 1 — Système de groupement des aciers**

Groupe	Sous- groupe	Types d'acier
1		Aciers avec une limite d'élasticité minimale spécifiée $R_{eH} \leq 460 \text{ N/mm}^2$ <sup>a</sup> et une composition en % : C $\leq 0,25$ Si $\leq 0,60$ Mn $\leq 1,70$ Mo $\leq 0,70$ <sup>b</sup> S $\leq 0,045$ P $\leq 0,045$ Cu $\leq 0,40$ <sup>b</sup> Ni $\leq 0,5$ <sup>b</sup> Cr $\leq 0,3$ (0,4 pour les pièces moulées) <sup>b</sup> Nb $\leq 0,05$ V $\leq 0,12$ <sup>b</sup> 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 $360 \text{ N/mm} < R_{eH} \leq 690 \text{ N/mm}^2$
	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 $\leq 1,5 \%$

<b>PARTIE N°3</b>	<b><u>MÉTALLURGIE (DOC-RES 04)</u></b>	
-----------------------	--	--

**Tableau 1 (fin)**

Groupe	Sous-groupe	Types d'acier
5		Aciers au Cr-Mo sans vanadium avec $C \leq 0,35 \%$ <sup>c</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,  $R_{eH}$  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  $Cr + Mo + Ni + Cu + V \leq 1 \%$ .

<b>PARTIE N°3</b>	<b><u>MÉTALLURGIE (DOC-RES 05)</u></b>	
-----------------------	--	--

**Extrait norme EN ISO 15614-1 :**

**Tableau 2 — Valeurs maximales de dureté admissibles (HV10)**

<b>Groupes d'aciers CR ISO/TR 15608</b>	<b>Non-traité thermiquement</b>	<b>Traité thermiquement</b>
1 <sup>a)</sup> , 2	380	320
3 <sup>b)</sup>	450	380
4, 5	380	320
6	—	350
9.1	350	300
9.2	450	350
9.3	450	350

*a) Si l'essai de dureté est exigé.*

*b) Pour les aciers à limite d'élasticité minimale  $R_{eH} > 890 \text{ N/mm}^2$  des valeurs spéciales doivent être spécifiées.*

**NERTAL 60 :****APPLICATIONS PRINCIPALES :**

- Assemblages de bonne sécurité des aciers de construction nuance A 42 et voisines.
  - Excellentes qualités technologiques spécialement en soudage TIG sur faibles épaisseurs.
- Recommandé pour l'exécution de passes de fond lorsqu'il est exigé une pénétration contrôlée
- Quelques applications :
    - Construction automobile,
    - Industrie aéronautique,
    - Tôlerie fine et chaudronnerie spéciale.

**NORMALISATION EQUIVALENTE\* :**

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

Organisme	AFNOR (1)	AWS (2)	B.S. (1)	DIN (1)		EN
Repère de norme	NF A 81-311	A 5.18	2901-1	8559	Werkst.Nr	EN 1668
Symbolisation	GS 2	ER 70 S4	A 18	SG2	1.5112	W3 Si 1

(1) Remplacé par EN 1668

(2) A 5.18 : spécification destinée aux fils MIG utilisée pour les métaux d'apport TIG faute de spécification particulière.

**CARACTERISTIQUES MECANIKES MOYENNES :** (sur dépôt en TIG).

Rm MPa	Re MPa	A 5d %	KV à - 20 °C J	KCV à - 40 °C J
540	440	30	230	200

**ANALYSE CHIMIQUE MOYENNE SUR FIL :**

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu
0,08	1,35	0,75	0,015	0,010	0,05	0,05	0,05*

\* Hors revêtement.

**TEINTE D'IDENTIFICATION :** Bleu.**REFERENCES/CONDITIONNEMENTS :**

	Référence	Ø (mm)	Conditionnement
NERTAL 60	1076-0171	1,2	baguettes dressées, coupées, cuivrées, longueur : 1000 mm, sous étui carton, contenance 5 kg
	1076-0172	1,6	
	1076-0178	2,0	
	1076-0174	2,4	
	1076-0181	3,2	

<b>PARTIE N°3</b>	<b><u>MÉTALLURGIE (DOC-RES 07)</u></b>	
-----------------------	--	--

### NERTALIC 56 :

#### **APPLICATIONS PRINCIPALES :**

- Soudage des aciers inoxydables stabilisés au niobium ou au titane du type CR Ni Mo 20.10 et assimilés.
- Le NERTALIC 56 est la version MIG du NERTALINOX CND 20.10.3 Nb.

#### **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	NF A 81-313	A 5.9	2901.2	8556	Werkst.Nr
Symbolisation	M-Z 19.12.2 NbSi	ER 318 Si	318 S 96	SG X 5 Cr Ni Mo Nb 19.12	1.4576

#### **CARACTERISTIQUES :**

Caractéristiques mécaniques à 20 °C

Re	MPa	450
Rm	MPa	650
A 5d	%	37
KV	J	60

#### **ANALYSE CHIMIQUE MOYENNE SUR FIL :**

C	Mn	Si	Cr	Ni	S	P	Nb	Mo
0,04	1,4	0,85	19	11	0,015	0,020	0,7	2,7

#### **AGREMENTS ET HOMOLOGATIONS (voir page 1400 et suivantes) :**

T.U.V.

#### **DIAMETRES/CONDITIONNEMENTS/REFERENCES :**

Ø (mm)	Bobines BE (1)	Poids net (kg)
0,8	1090-0236	15
1,0	1090-0237	15
1,2	1090-0238	15

(1) Bobinage en spires jointives.

FILS ET BAGUETTES / FILS NERTALIC EN ACIERS FORTEMENT ALLIÉS

3307

<b>PARTIE N°3</b>	<b><u>MÉTALLURGIE (DOC-RES 08)</u></b>	
-----------------------	--	--

**NERTALIC 88 :**

**CARACTERISTIQUES PARTICULIERES :**

• Fil massif pour le soudage des aciers à très haute limite d'élasticité ( $Re \geq 690$  MPa).

**NORMALISATION EQUIVALENTE\* :**

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

<b>Organisme</b>	<b>AWS</b>
Repère de norme	A 5.28
Symbolisation	ER 100 SG

**CARACTERISTIQUES MECANIKES MOYENNES :**

<b>Gaz</b>		<b>M 21 (Argon/CO<sub>2</sub>)</b>
Rm	MPa	850
Re	MPa	750
A 5d	%	18
Z	%	60
KV à -20 °C	J	95
KV à -40 °C	J	65
KV à -60 °C	J	40
KV à -80 °C	J	30

Résultats obtenus sur moule 81-312 et EN 440

**ANALYSE CHIMIQUE MOYENNE :**

	<b>C</b>	<b>Mn</b>	<b>Si</b>	<b>S</b>	<b>P</b>	<b>Mo</b>	<b>Ni</b>
Sur fil	0,05	1,9	0,45	0,010	0,010	0,55	2,00
sur métal déposé avec gaz M21 (Ar/CO <sub>2</sub> )	0,06	1,5	0,30	0,010	0,010	0,55	1,95

**AGREMENTS ET HOMOLOGATIONS (voir page 1400 et suivantes) :**

<b>Gaz</b>	<b>Organismes</b>	
	<b>D.B.</b>	<b>D.N.V.</b>
M21 (Ar/CO <sub>2</sub> )	X	X

**DIAMETRES/CONDITIONNEMENTS/REFERENCES :**

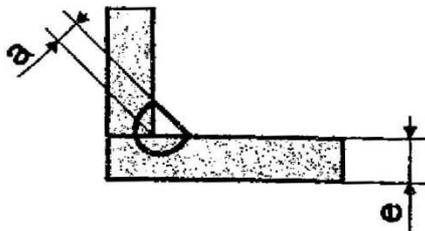
<b>∅ (mm)</b>	<b>Boîtes indiv. sur palette perdue BIP 800 (50 BPM de 16 kg)</b>
1,0	1090-4589
1,2	1090-4588

Bobinage : spires jointives.

FILS ET BAGUETTES / FILS NERTALIC ACIER

**Tableau de réglage MIG :**

**C- Barème de soudage en angle intérieur**



- e : épaisseur
- a : gorge du cordon
- Øf : diamètre du fil
- Is : intensité de soudage
- Vf : vitesse de dévidage du fil
- Gaz : débit du gaz de protection
- Vs : vitesse de soudage

e (mm)	a (mm)	Øf (mm)	Is (A)	Vf (m/min)	Gaz (l/min)	Vs (cm/min)
1,5 - 2	2	0,8	110	5,3	12	63,3
2 - 3	2,5	1	140	4,8	14	59,7
3 - 5	3	1	160	5,4	14	44,8
4 - 6	4	1,2	210	4,9	14	32,8
5 - 8	5	1,2	230	5,6	14	24
6 - 10	6	1,2	250	6,5	15	19,3
8 - 14	8	1,6	340	4	15	12
10 - 16	10	1,6	360	4,5	17	9,2
12 - 20	12	1,6	380	5,2	17	7