

# CORRIGE

**Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.**

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR  
RÉALISATION D'OUVRAGES CHAUDRONNÉS**

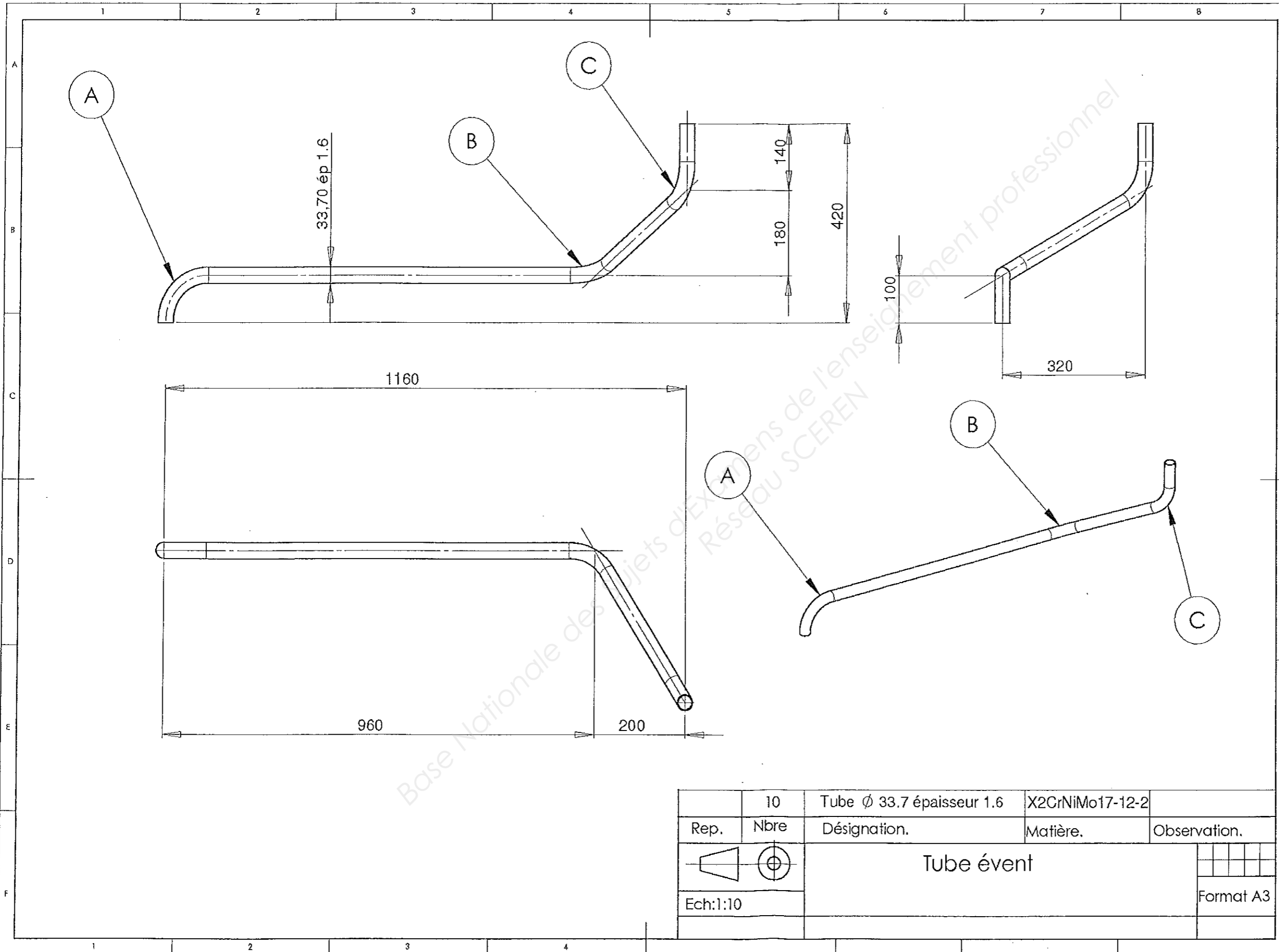
**SESSION 2010**

**E5 – PRÉPARATION D'UNE PRODUCTION  
U 52 - DOSSIER BUREAU DES MÉTHODES**

Durée : 5 heures – Coefficient : 3,5

**Éléments de correction**

CODE ÉPREUVE : ROE5DOS		EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SPÉCIALITÉ : RÉALISATION D'OUVRAGES CHAUDRONNÉS
SESSION 2010	CORRIGÉ	ÉPREUVE : PRÉPARATION D'UNE PRODUCTION U52 - DOSSIER BUREAU DES MÉTHODES	
Durée : 5h	Coefficient : 3,5	Corrigé N°12ED09	17 pages



1 DONNEES

L'étude porte sur la tuyauterie d'évent en inox de diamètre 33,7mm et d'épaisseur 1,6mm située sur le haut de la cuve ( Voir plan Tube évent page 5/23 ).  
 Cette tuyauterie sera cintrée par séries de 10 pièces sur une cintruse Multiplan à moteur de type 6573503. ( Voir dossier technique joint pages 8/21 et 9/23 ).

2 TRAVAIL DEMANDE

Pour réaliser cette fabrication à l'atelier il vous est demandé de fournir tous les éléments nécessaires au débit , au réglage et au contrôle.

**Question N°1:**

Déterminez par lecture de plan et par calcul l'angle des trois coudes cintrés et complétez le tableau.

Les calculs sont à réaliser sur une feuille de copie modèle EN.

Repère.	Angle des coudes.	Angle des tuyauteries.
A	90°	90°
B	61,4°	118,6°
C	64,5°	115,5°

**Question N°2:**

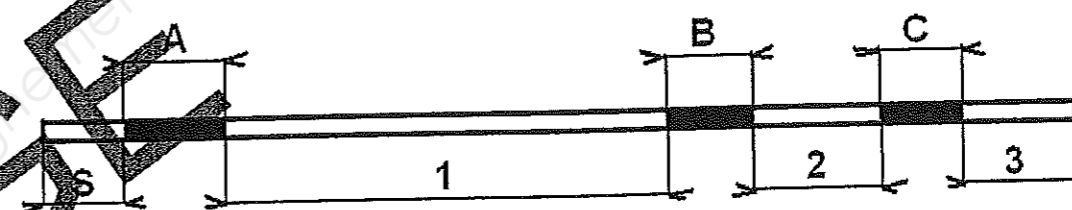
Recherchez dans la documentation technique (page 9 / 23 ) le rayon moyen pour le cintrage de la tuyauterie et complétez la case ci dessous.

Rayon moyen :	100 mm
---------------	--------

**Question N°4**

Calculez la longueur développée théorique de cette tuyauterie et complétez le tableau sachant qu'il faut prévoir une sur longueur de 100mm du coté de l'angle droit ( S ) pour pouvoir cintrer .

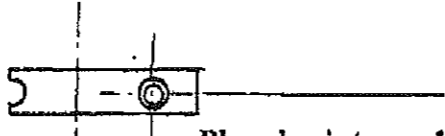
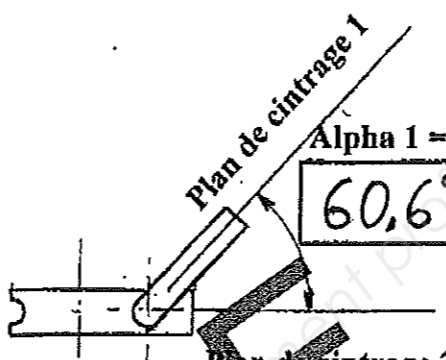
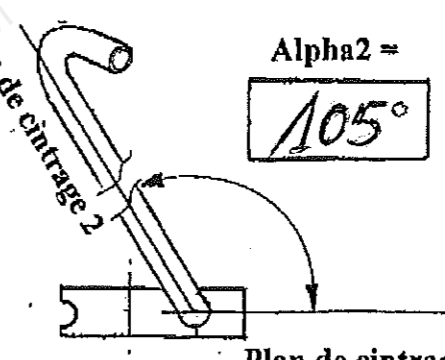
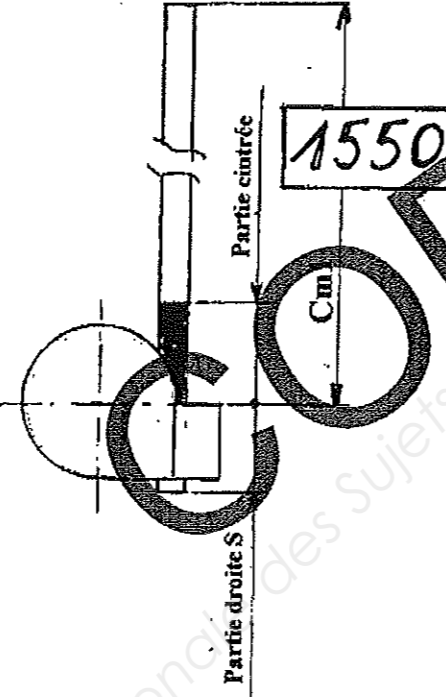
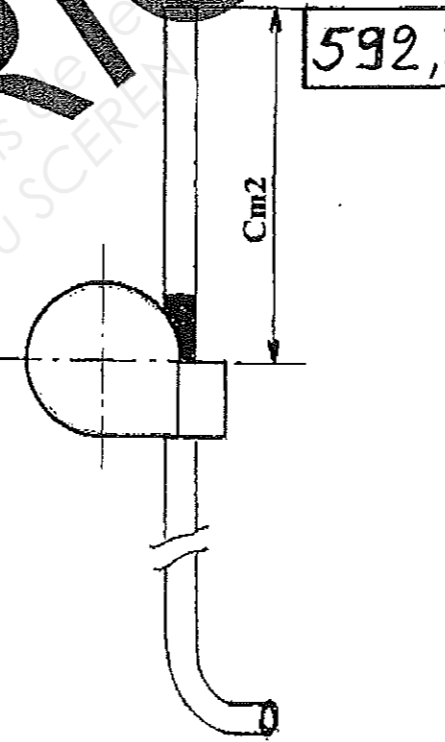
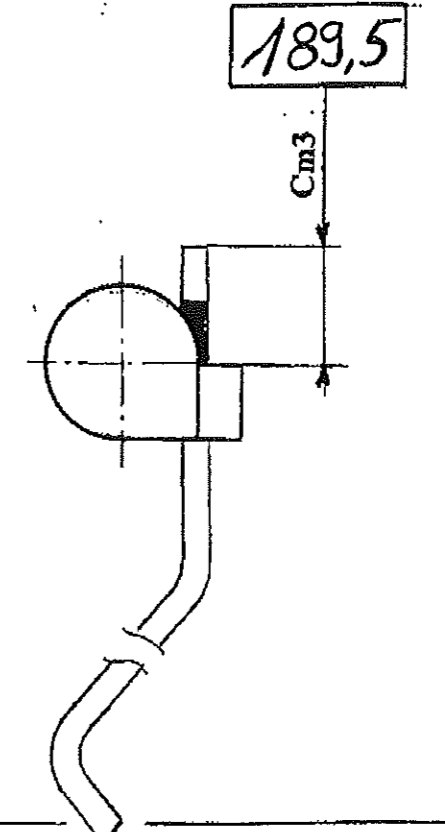
Les calculs sont à réaliser sur une feuille de copie modèle EN.



Repères	Longueurs
S	100mm
A	$\frac{\pi \times 100}{2} = 157 \text{ mm}$
1	$960 - 100 - 59,4 = 800,6 \text{ mm}$
B	107,2 mm
2	295,6 mm
C	112,5 mm
3	76,9 mm
LD Totale:	1650 mm.

**Question N°5**

Complétez la gamme de cintrage fournie par les cotes machines (Cm1, Cm2, Cm3) pour la mise en position et les angles (Alpha1, Alpha2). Les calculs et les schémas sont à réaliser sur une feuille de copie modèle EN.

<p><b>Vue de bout</b></p>	 <p>Plan de cintrage 1</p>	 <p>Plan de cintrage 1 Alpha 1 = <b>60,6°</b> Plan de cintrage 2</p>	 <p>Plan de cintrage 2 Alpha 2 = <b>105°</b> Plan de cintrage 3</p>
<p><b>Vue de Dessus</b></p>	 <p>Partie cintrée <b>1550</b> Cm Partie droite S</p>	 <p><b>592,3</b> Cm2</p>	 <p><b>189,5</b> Cm3</p>
<p>Mise en position Pour le cintrage</p>	<p><b>A</b></p>	<p><b>B</b></p>	<p><b>C</b></p>
<p>Angle du coude</p>	<p><b>90°</b></p>	<p><b>61,4</b></p>	<p><b>64,5</b></p>
<p>Angle de la Tuy.</p>	<p><b>90°</b></p>	<p><b>118,6</b></p>	<p><b>115,5</b></p>

## OUTILLAGES POUR TUBE serrurier et inox

Code	Désignation • pour tube serrurerie qualités 101, 102, 103, 105	∅ tube × ép. en mm	R. de cint. en mm	Masse kg
6573465	6573470	12 × 1*	36	4,000
6573466		14 × 1*	36	4,500
6573467		16 × 1*	42	5,600
6573468		18 × 1,25*	54	6,400
6573469		20 × 1,25*	63	7,200
6573470		22 × 1,25	80	9,600
6573471		25 × 1,25	80	9,000
6573472		28 × 1,50	100	11,200
6573473		30 × 1,50	100	11,000
6573474		32 × 1,50	100	11,000
6573475		35 × 1,50	125	12,000

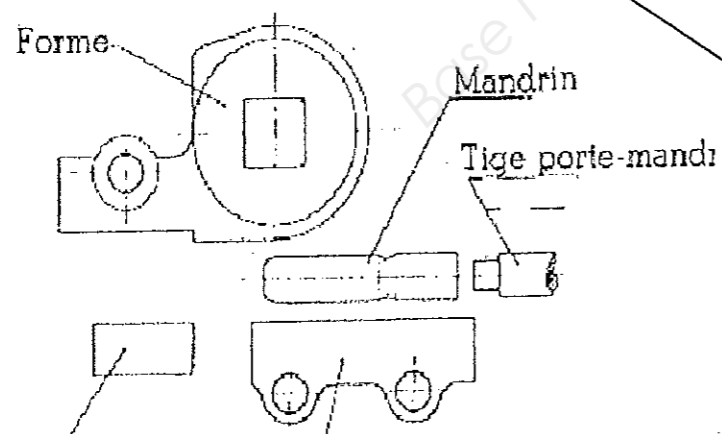
Pour tube serrurerie carré qualité 102, 103, 105 NFA 49-652

Code	□ Tube × ép. en mm	R de cint.	Masse kg
6573481	12 × 12 × 1*	42	6,000
6573482	14 × 14 × 1*	54	7,200
6573483	18 × 16 × 1*	63	8,000
6573484	20 × 20 × 1*	80	10,000
6573485	25 × 25 × 1,5	125	11,000

Outillages pour tube inox

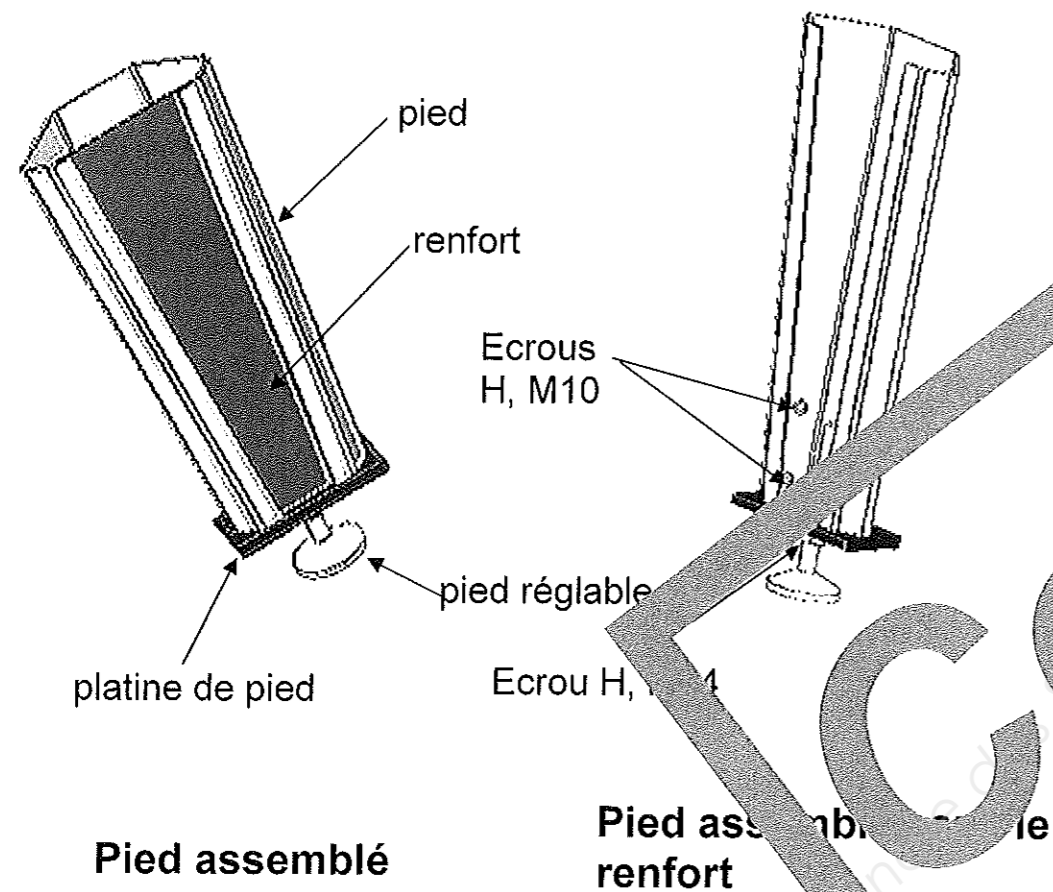
Code	∅ Tube × ép. en mm	R mm	Masse kg
6573476	13,7 × 1,6*	36	4,500
6573477	17,2 × 1,6*	54	6,400
6573478	21,3 × 1,6*	63	7,200
6573479	26,7 × 1,6	80	9,000
6573480	33,7 × 1,6	100	11,000

## Outillage de cintrage



### L'étude porte sur la pièce pliée nommée 'pied'.

#### Support : pieds de la cuve



L'entreprise pour diverses raisons décide de découper les pieds au laser. Elle utilise des formats de tôle de 1000\*2000mm.

#### Données

##### a) Lié à la machine :

- Laser CO2
- Puissance 2500W
- Vitesse de déplacement de la tôle sans coupe : 22 m/min

##### b) Lié à la matière :

- Masse volumique de l'acier inoxydable X2 Cr Ni Mo 17-12-2 :
  - 7900 kg/m<sup>3</sup>
- Epaisseur de la tôle d'épaisseur 5mm :
  - Epaisseur de 2.5 mm
- Temps d'amorçage de la tôle avant découpe (amorçage + queue d'amorçage) :
  - 5s
- Vitesse de coupe 1650 mm/min

##### c) Economique :

- Coût horaire de la machine : 60 €/h
- Coût de l'opérateur : 40 €/h
- Prix de la tôle acier inoxydable: 3.43 €/kg

##### d) Pièce :

- Périmètre du pied : 2177.5mm
- Aire du pied : 2834.16 cm<sup>2</sup>

e) Valeur des corrections en pliage :

$R_m = 450 \text{ MPa}$   
 Pour le calcul de LD, additionner les cotes extérieures et les corrections suivant le tableau.  
 Exemple: Tôle épaisseur 1mm  
 $LD = 14 + \Delta 45^\circ + 20 + \Delta 190^\circ + \dots + 22 + \Delta 0^\circ + 11$   
 $LD = 14 - 0,7 + 20 - 2 + 25 + \dots + 22 + \dots + 11$   
 $LD = 88,7 \text{ mm}$   
 Les valeurs de v et correction ombrées sont à utiliser de préférence.

e	V	Ri	F(kN/m)	b	165°	150°	135°	120°	90°	75°	60°	45°	30°	15°	0°
25	4,2	640	16	-0,9	-1,9	-3,1	-4,6	-6,6	-9,4	-7,9	-6,1	-5,1	-3,6	-2,2	-0,7
32	5	540	21	-0,9	-1,9	-3,1	-4,6	-6,7	-9,6	-7,9	-6,1	-4,4	-2,7	-1,3	0,8
40	7	460	26	-0,9	-1,8	-2,5	-4,6	-6,8	-10	-7,8	-5,9	-3,5	-1,3	0,6	3
45	7,5	360	29	-0,8	-1,8	-2,5	-4,7	-7	-10	-7,9	-5,3	-2,7	-0,1	1,6	4
50	8,5	320	32	-0,8	-1,7	-2,5	-4,7	-7,3	-11	-8,3	-5,3	-1,7	1,5	2,9	5,1
60	10	270	39	-0,8	-1,7	-2,5	-4,7	-7,5	-12	-9,3	-4,3	-0,7	2,9	5,3	7,8

**Hypothèses :**

- On suppose que les vitesses de déplacement sont constantes.
- Le volume de matière enlevé par la coupe est négligeable (prise en compte).

**Travail demandé :**

**Question N°1.**

Le plan du pied et le développé vous sont donnés sur la page 13/21

1.1) Déterminez l'ouverture de la matrice pour le pliage du pied.

Choix du  $V_e = 40$

1.2) Calculez la valeur nominale de la cote A.

$A = 31 + (-\frac{3}{2}) = 29,5$

$A = 29,5$

1.3) Calculez la valeur nominale de la cote B.

$B = 49,5 - \frac{3}{2} - \frac{10}{2} = 43$

$B = 43$

**Calcul du coût de découpage des pieds.**

La mise en tôle des pièces est effectuée sur le document page 12/21. On découpe 6 pièces dans un format de tôle 2000x1000.

2.1) Calculez la distance totale en mm des déplacements en vitesse rapide (de d1 à d31) de la machine pour le découpage des 6 pièces de la tôle.

$D_{rap} = 187 + (100 + 179 + 100) \times 6 + 101 + 526 + 143 + 577 + 503 + 625 + 143 + 578 + 603 + 120 + 101 + 2190 =$

$D_{rap} = 8681 \text{ mm}$

2.2) Calculez le temps en seconde que met la machine pour effectuer ces déplacements en vitesse rapide.

$V = 22 \text{ m/s} \Rightarrow \frac{22000 \text{ mm/s}}{60} \Rightarrow 23,67 \text{ s} \Rightarrow \frac{8681 \times 60}{22000}$

$T_{rap} = 23,7 \text{ s}$



2.3) Calculez le périmètre en mm, d'un trou de diamètre 12mm.

$$12 \times \pi = 37,7$$

$$P \text{ trou} = 37,7 \text{ mm}$$

2.4) Calculez le temps de coupe en seconde de ce périmètre :

$$V = 1650 \text{ mm/min} \Rightarrow \frac{1650}{60} = 27,5 \text{ mm/s} \quad T_c = \frac{37,7}{27,5} = 1,37$$

$$T_c \text{ trou} = 1,37 \text{ s}$$

2.5) En tenant compte du temps d'amorçage, calculez le temps total en seconde pour découper le trou.

$$1,37 + 5 = 6,37 \text{ s}$$

$$T \text{ trou} = 6,37 \text{ s}$$

2.6) Calculez le temps de découpe du contour du pied en seconde

$$\frac{2177,5}{27,5} = 79,2$$

$$T_c \text{ p} = 79,2 \text{ s}$$

2.7) En tenant compte du temps d'amorçage, calculez le temps total en seconde pour découper le contour du pied.

$$79,2 + 5 = 84,2 \text{ s}$$

$$T \text{ pied} = 84,2 \text{ s}$$

2.8) Calculez le temps en minutes nécessaire à la découpe des 6 pièces de la tôle.

$$(6,37 \times 4 + 84,2) \times 6 + 23,7 = 682,5 \text{ s}$$

$$11,3 \text{ min}$$

$$P \text{ pièce} = 11,3 \text{ min}$$

2.9) Sachant que l'opérateur met 3 minutes pour mettre en place la tôle sur la machine et lancer la machine et qu'il met 2 minutes pour enlever les pièces et les chutes, calculez le temps total du cycle de découpe d'une tôle (6 pieds) :

$$11,3 + 5 = 16,3 \text{ min}$$

$$T \text{ tôle} = 16,3 \text{ min}$$

2.10) Sachant que la machine découpe les pièces, l'opérateur, en temps masqué, contrôle et range les pièces coupées précédemment. Ce pied étant une pièce standard de l'entreprise on néglige le temps de programmation et de programmation. (Le programme existe déjà). Calculez le coût du découpage des 6 pieds :

$$\frac{(60 + 40) \times 16,3}{60} = 27,17 \text{ €}$$

$$C \text{ 6pieds} = 27,17 \text{ €}$$

2.11) Calculez le coût de découpage d'un pied

$$\frac{27,17}{6} = 4,53$$

$$C \text{ 1pied} = 4,53 \text{ €}$$

Question N°3

Calcul du coût d'un pied.

3.1) Calculez le prix d'une tôle :

$masse : 7,9 \times 2 \times 5 = 78 \text{ kg}$   
 $Prix : 78 \times 3,43 = 270,97 \text{ €}$

P tôle = 270,97 €

3.2) Calculez le coût matière (chutes comprises) pour un pied :

$\frac{270,97}{6} = 45,16 \text{ €}$

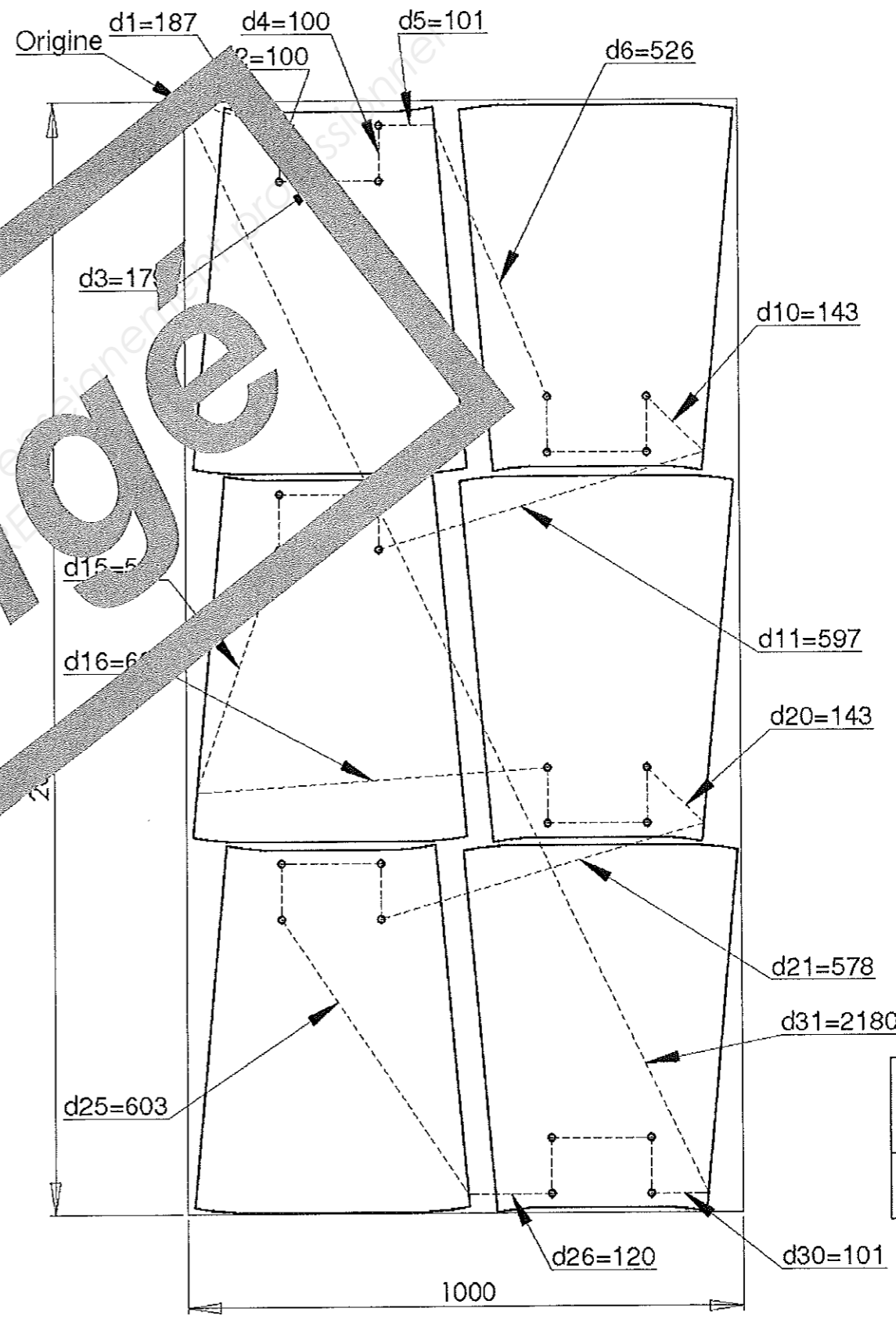
P matière = 45,16 €

3.3) Calculez le coût total d'un pied (matière + coût machine + coût opérateur) :

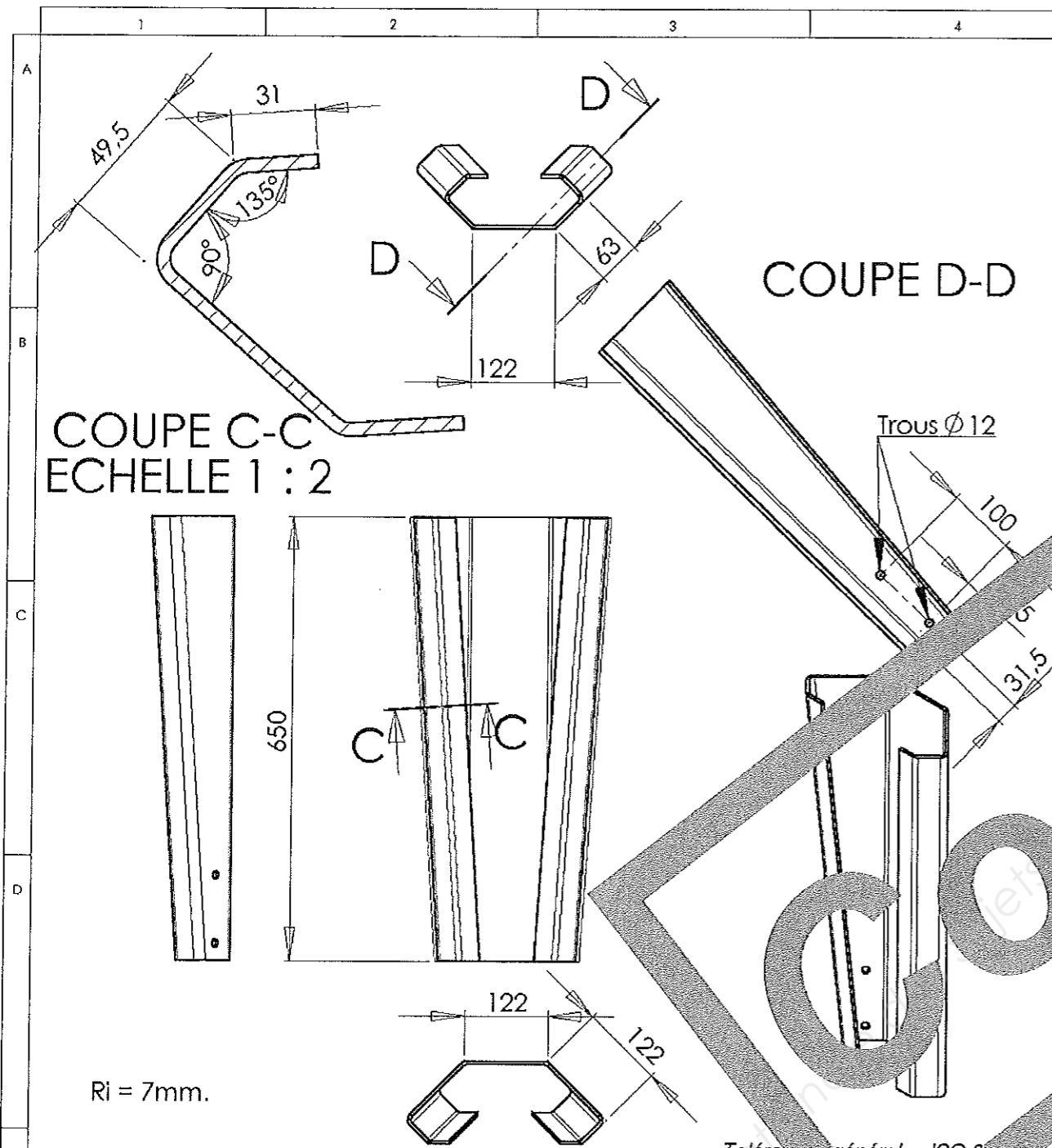
$45,16 + 4,53 = 49,69 \text{ €}$

Coût 1 pied = 49,69 €

Mise en tôle avec la procédure de découpage.



Document réponse  
Page 12/21



développé du pied

Corrigé

Rep	Nb	Désignation	Matière	Observations				
	4	pied	X2 Cr Ni Mo 17 12 2	épaisseur mm				
Dessiné par :	06	Ensemble :						
	05	<b>cuve à parfum</b>						
	04				Sous ensemble :			
Le :	20/03/2008							
	03							
	02							
A4	Ech. : 1:8							
	01							
	00							

Nom du fichier : FR-2627-3131-Pied\_cuve1v1

Dans le cadre de la fabrication de 10 cuves à parfum le responsable méthode vous fourni le tableau des tâches ci-dessous et le réseau POTENTIEL.

Description de la tâche.	Repère de la tâche.	Durée.	Tâches antérieures.	Niveau.
Commande des formats de tôle 1500 x 6000 (délais de livraison 4 semaines).	A	4 Semaines soit 160h	-	1
Commande des tubes et tous les organes de tuyauterie. (Délais 2 semaines).	B	2 Semaines soit 80h	-	1
Façonnage des 10 demi-viroles galbées inférieures avec trappe de visite (Débit - roulage- pénétration - pliage) et 10 demi-viroles arrières. Façonnage des fonds inférieurs (débit - pliage).	C	130 h	A	2
Façonnage des 10 demi-viroles galbées supérieures avec trappe de visite (Débit - roulage- pénétration - pliage) et 10 demi-viroles arrières. Façonnage des fonds supérieurs (débit - pliage).	D	150 h	A	2
Façonnage des pieds.	E	20 h	A	2
Préfabrication des éléments de tuyauterie intérieure.	F	60 h	B	2
Façonnage du tube central avec les tubes de distribution.	G	40 h	B	2
Assemblage de : demi-viroles galbées inférieures deux fonds	H	110 h	C	3
Assemblage de : deux demi-viroles galbées supérieures six fonds tuyauterie intérieure	I	130 h	D - F	3
Assemblage de : virole inférieure virole supérieure tube central	J	90h	H - I - G	4
Assemblage des pieds sur la cuve.	K	20h	J - E	5
Assemblage des éléments de tuyauterie extérieure.	L	110 h	K	6
Finition des joints soudés.	M	30 h	K - L	7

### Travail demandé.

#### Question 1.

La tâche E a été oubliée sur le réseau potentiel page 15/21. Avec l'exemple page 17/21 et le tableau des antériorités vous devez intégrer la tâche E (Façonnage des pieds) dans le réseau potentiel page 15/21.

#### Question 2.

Calculez la date au plus tôt et la date au plus tard pour chaque tâche du réseau page 15/21.

#### Question 3.

Tracez le chemin critique du réseau page 15/21.

#### Question 4.

Réalisez le planning GANTT IGA au plus tôt sur la page 18/21. Respectez l'échelle de 10 mm pour 20 heures. Voir question exacte sur le sujet 2010.

#### Question 5.

Le délai de fabrication des 10 cuves est trop long, proposez deux solutions de réorganisation des tâches ou toute autre stratégie qui permet de réduire ce dernier.

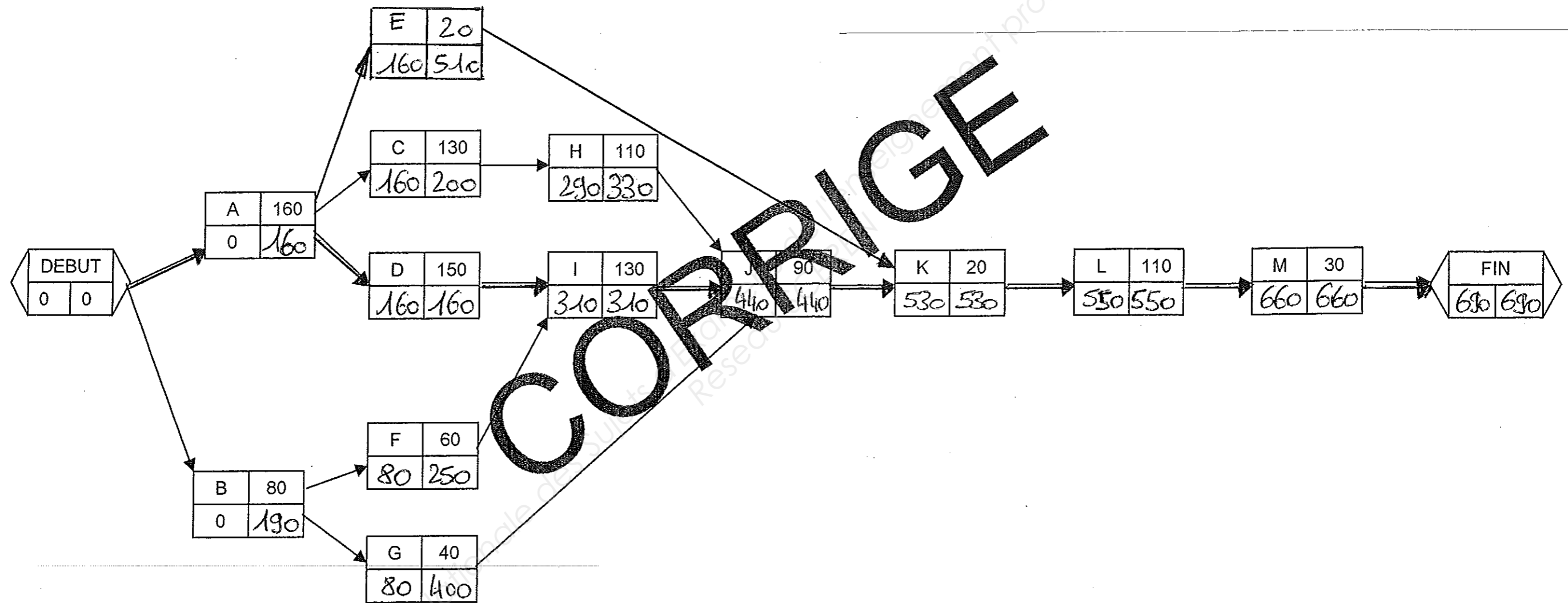
Réponse question 5, première solution :

- Commencer l'assemblage des demi-viroles et des fonds dès que les premiers façonnages sont terminés.

Réponse à la question 5, deuxième solution :

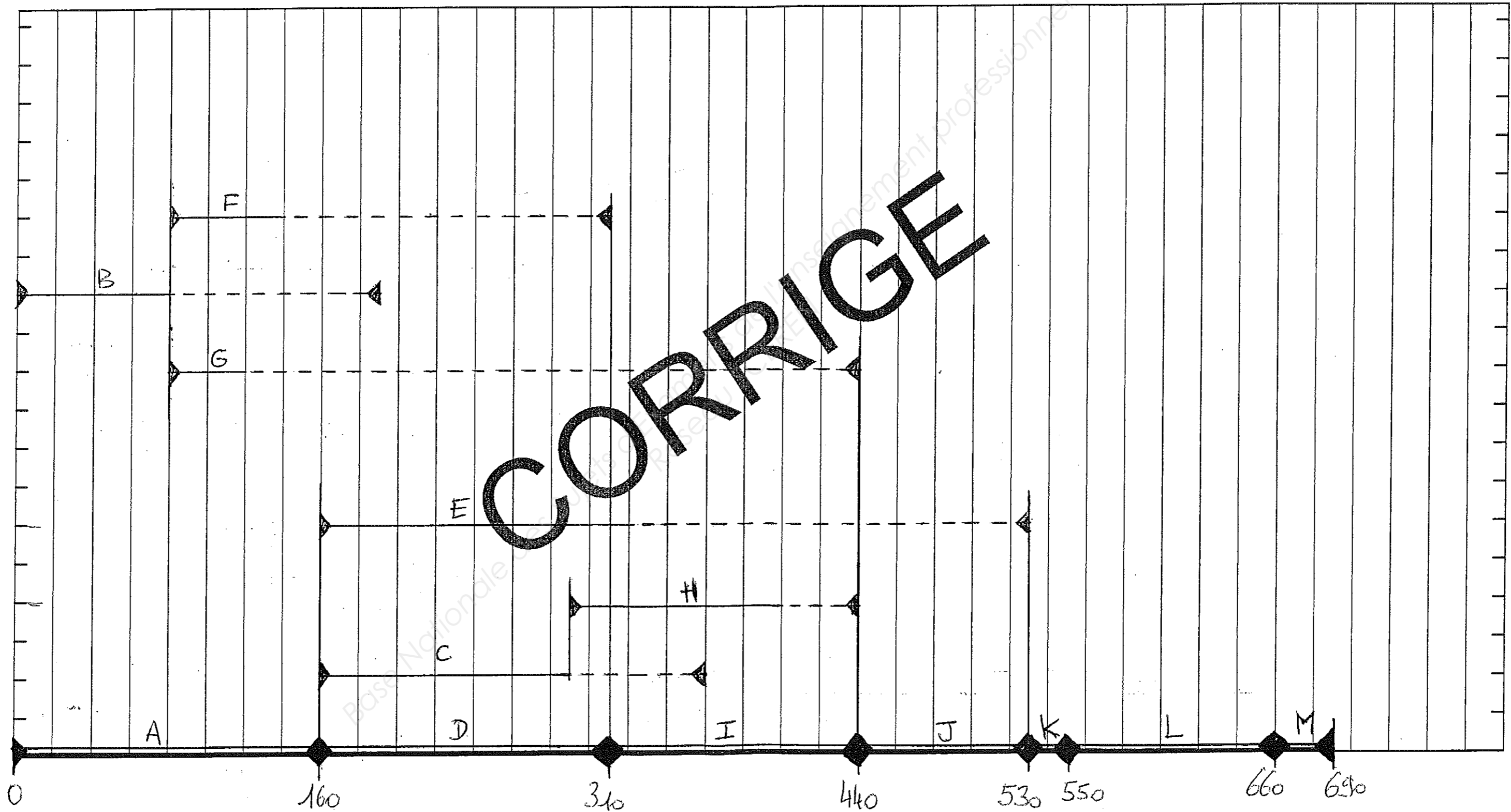
- Doubler les équipes pour le façonnage et l'assemblage des viroles.  
- ou sous-traitance

Réseau potentiel.



CORRIGE

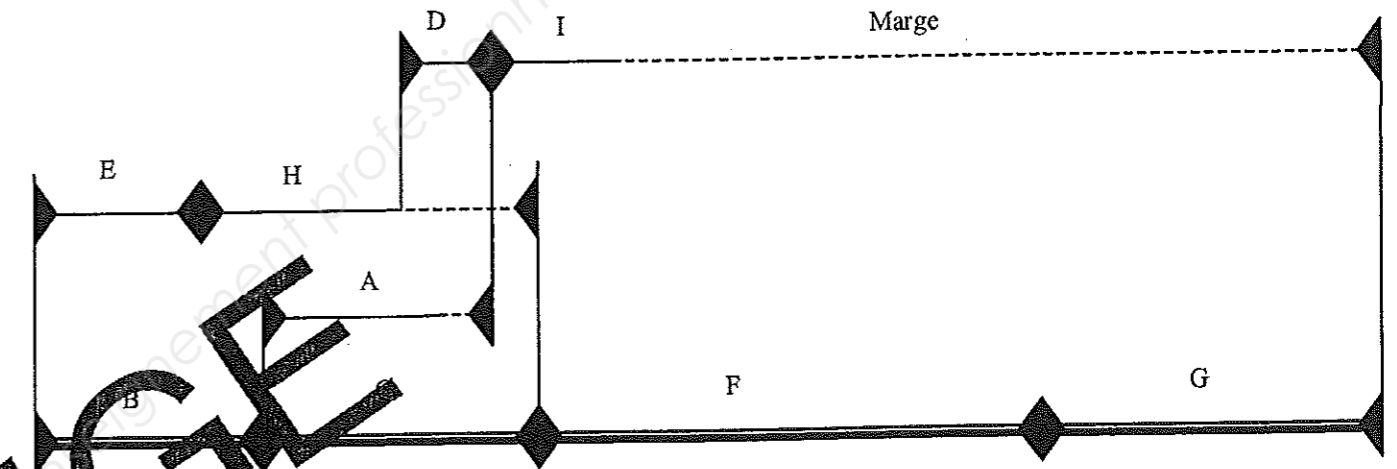
La largeur de la colonne est considérée égale à 10 mm soit 20 heures.



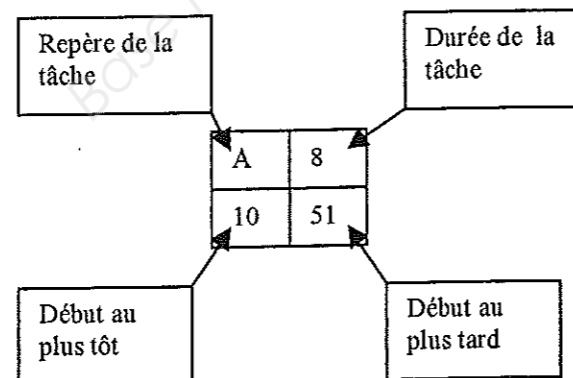
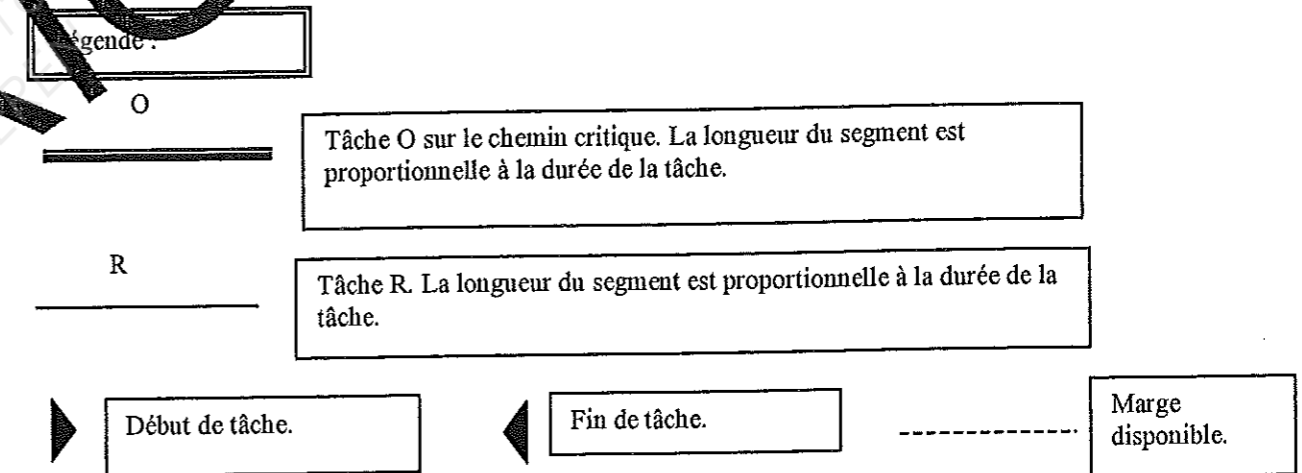
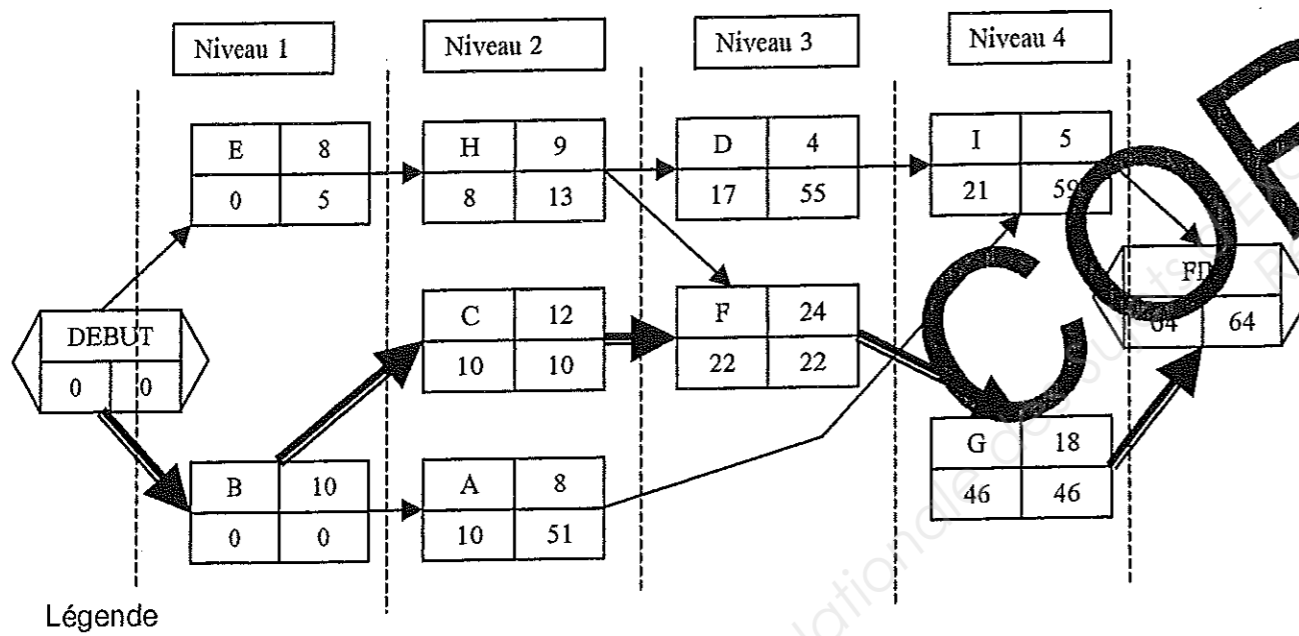
Exemple méthode des potentiels et planning IGA.

Tâches	Durée (semaine, jour, heure)	Tâches antérieures	NIVEAUX			
			1	2	3	4
I	5	AHD				I
E	8	-	E		F	
C	12	B		C		
F	24	HEC				
A	8	B		A		
H	9	E		H		
G	18	F				G
B	10	-	B			
D	4	H			D	

Planning IGA au plus tôt.



Graphe potentiel.

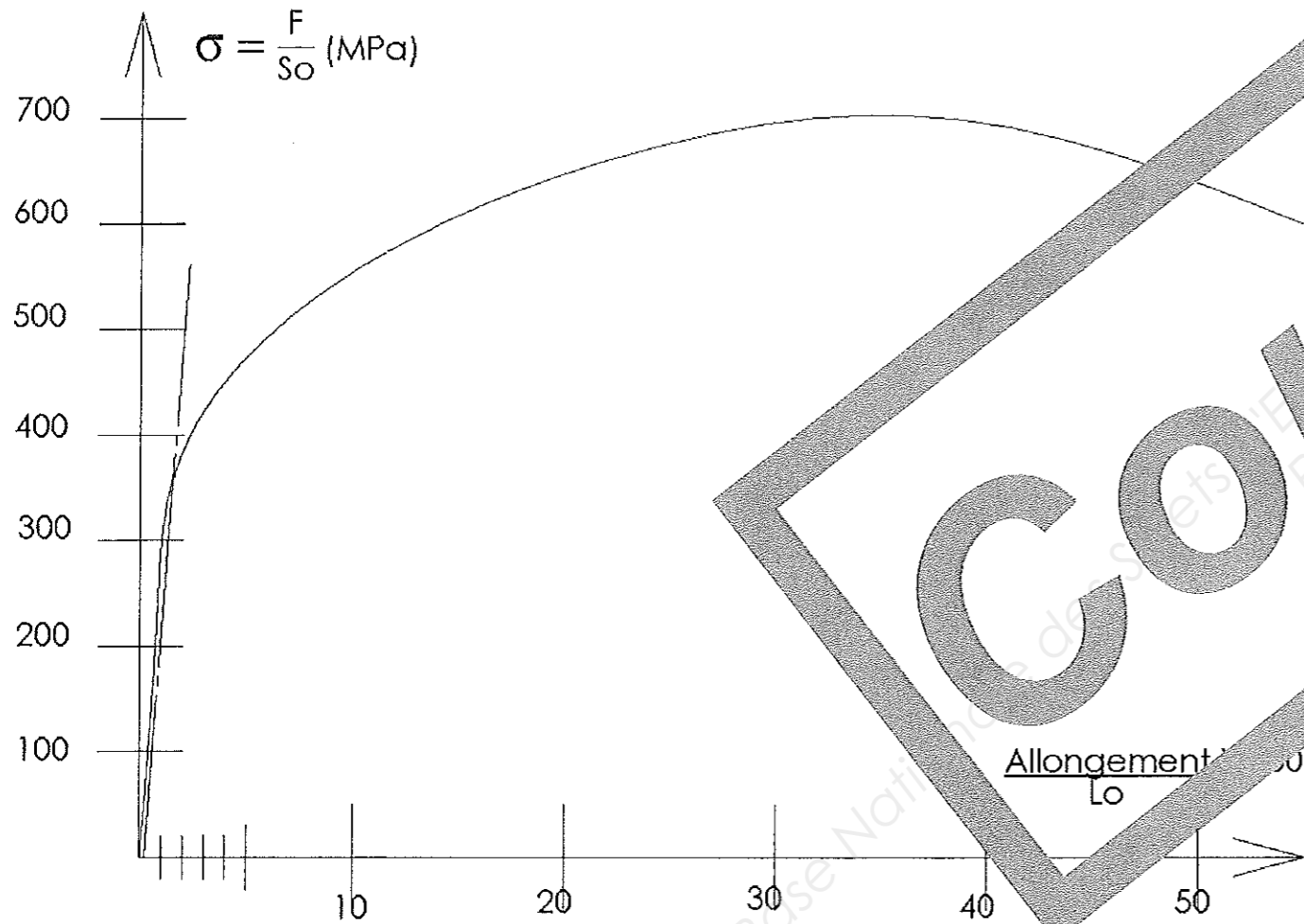


→ Chemin critique

**Question 1.** Problème technique : Vérification de la matière.

Acier X2 CrNiMo17-12-2. Référence numérique : 1.4404					
Caractéristiques mécaniques minimales à +20°C.					
Rp0.2% MPa	Rm MPa		A %		
320	610		48		
Composition chimique de l'acier.					
% C (carbone)	% Si (silicium)	% Mn (manganèse)	% Cr (chrome)	% Ni (nickel)	%Mo (molybdène)
0.03%	0.5%	1.5%	17.5%	11.2%	2.1%

Votre entreprise a fait réaliser les essais mécaniques par une entreprise indépendante. Déterminez les caractéristiques mécaniques Rp0.2%, Rm, A% sur la courbe de traction.



Rp 0.2% = 360 MPa	Rm = 706 MPa	A% = 53%
-------------------	--------------	----------

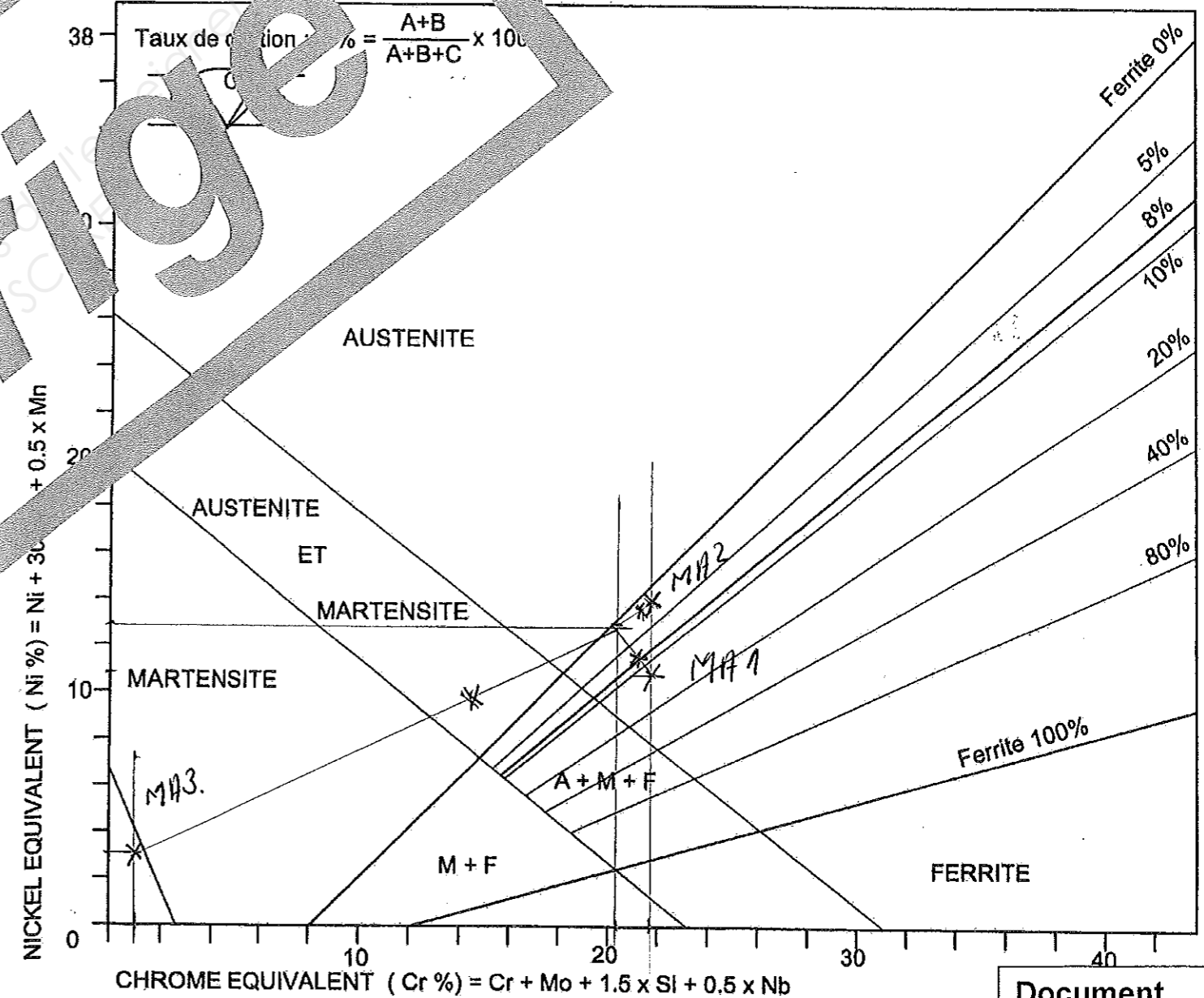
Vérifiez et justifiez si ces valeurs sont conformes aux caractéristiques du métal de base.

*Les valeurs Rp0.2%, Rm et A% de l'essai de traction sont supérieures aux caractéristiques minimales.*

**Question 2.**

A l'occasion de la préparation de fabrication vous devez déterminer le métal d'apport pour l'assemblage de la cuve en X2 CrNiMo17-12-2. Les soudures sont réalisées en semi-automatique avec du fil plein et un taux de dilution de 30%. Vous disposez des 3 métaux d'apport ainsi que des fiches techniques page 21/21.

DIAGRAMME DE SCHAEFFLER





Métal d'apport N°3

2.1) Calculez le chrome équivalent et le nickel équivalent de l'acier X2 CrNiMo17-12-2.

Chrome équivalent :  $17,5 + 2,1 + 1,5 \times 0,5$   
20,35%

Nickel équivalent :  $11,2 + 30 \times 0,03 + 0,5 \times 1,5$   
12,85%

Chrome équivalent :  $0 + 0 + 1,5 \times 0,6$   
0,9%

Nickel équivalent :  $0 + 30 \times 0,08 + 0,5 \times 1,15$   
2,97

Structure du cordon : Austenitique et martensitique.

2.2) Pour chacun des métaux d'apport, suivez la démarche proposée pour vérifier son adéquation.

Est-ce que le métal d'apport est adapté ? Répondre par oui ou par non. Non.

Métal d'apport N°1

Chrome équivalent :  $20,5 + 0 + 1,5 \times 0,8$   
21,7%

Nickel équivalent :  $10 + 30 \times 0,015 + 0,5 \times 1$   
10,95%

Structure du cordon : Austenitique avec  $\approx 8\%$  de ferrite

Est-ce que le métal d'apport est adapté ? Répondre par oui ou par non. Oui

Complétez le tableau de synthèse

Matière	Cr équivalent	Ni équivalent	Structure du cordon	Est-ce que le métal d'apport est adapté? Répondre par oui ou par non.
X 2 Cr Ni 17	20,35	12,85	Ne pas compléter.	Ne pas compléter.
MA 1	21,7	10,95	A + 8% ferrite	Oui
MA 2	21,3	13,95	A + 2% ferrite	Non
MA 3	0,9	2,97	A + M	Non.

Métal d'apport N°2

Chrome équivalent :  $17,5 + 2,6 + 1,5 \times 0,8$   
21,3%

Nickel équivalent :  $12,5 + 30 \times 0,02 + 0,5 \times 1,7$   
13,95

Structure du cordon : Austenitique 2% ferrite.

Est-ce que le métal d'apport est adapté ? Répondre par oui ou par non. Non.

**Question 3.**

Pour assembler les éléments de tuyauterie le client exige un DMOS. Vous devez remplir les zones grisées du DMOS-Préliminaire. Vous disposez de la documentation technique page 21/21.

**DMOS – P**

Lieu : Montargis.  
 Fabricant : MTH.  
 Nom du soudeur : Ferr  
 Type d'assemblage : Soudure :  
 BW (bord à bords) (G)  
 Spécification du matériau de base :  
 X2 Mo17-12-2  
 Détails de préparation de la soudure :

Méthode de préparation et de nettoyage : Brossage.  
 Epaisseur du matériau (mm) : 1,6  
 Diamètre extérieur du tube (mm) : 33,7  
 Position de soudage : PA

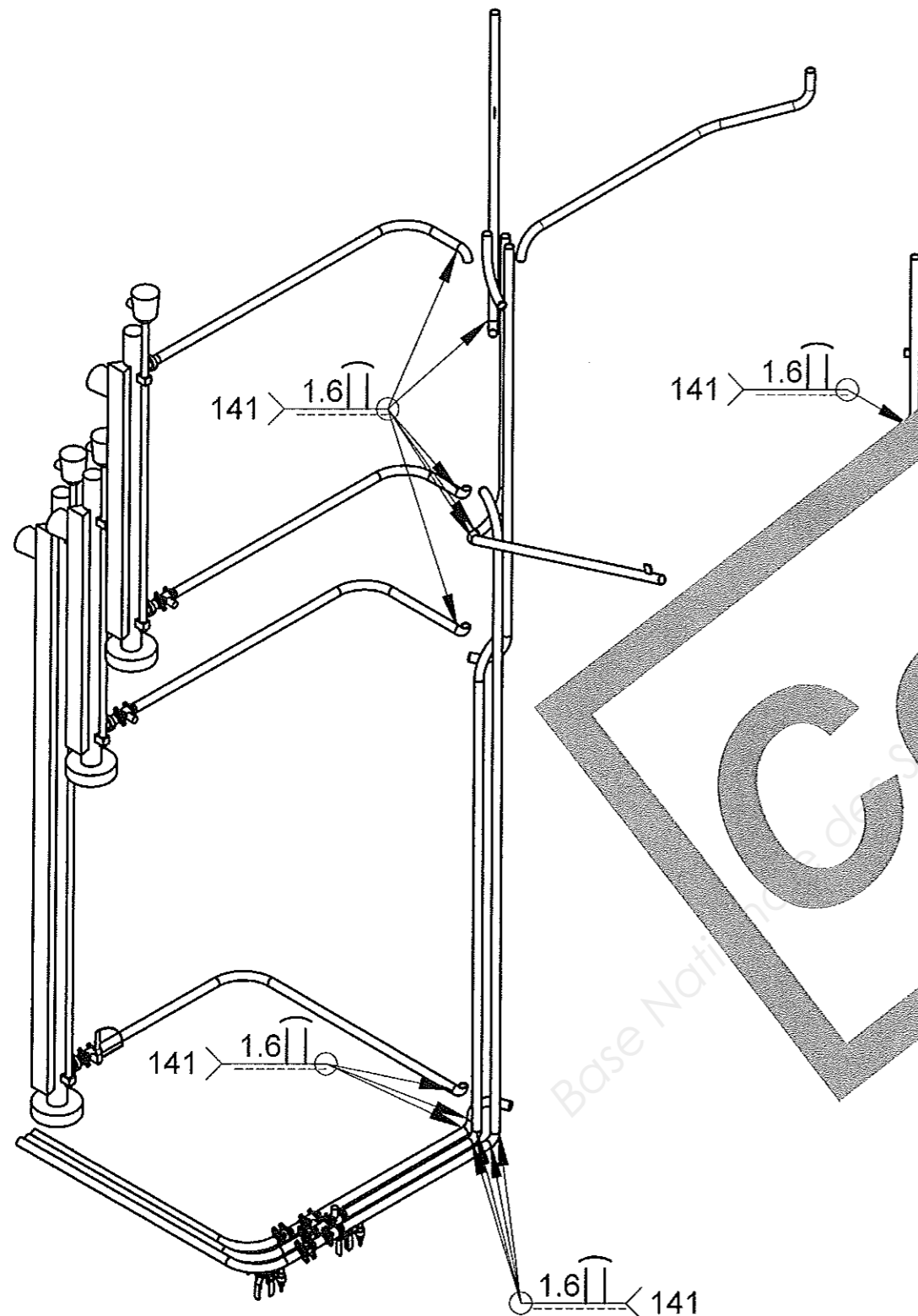


Schéma de préparation.	Disposition des passes.

Détails relatifs au soudage						
N° de passe	N° du procédé de soudage	Diamètre du métal d'apport.	Intensité A.	Tension V.	Type de courant. Polarité.	Vitesse d'avance (de soudage).
1	141	1	50	14	Continue - à l'électrode.	25 cm/min

Type ou nature de l'électrode :	Lanthane ou cérium ou thoric'
Diamètre de l'électrode :	1,6
Désignation du métal d'apport :	NE PAS COMPLETER.
Marque du métal d'apport :	NE PAS COMPLETER.
Gaz de protection à l'endroit :	Argon
Gaz de protection à l'envers :	Azote ou Argon.

Document réponse

Page 20/21

**Métal d'apport N°1**

## APPLICATIONS PRINCIPALES :

- Soudage d'aciers inoxydables du type 18 % Cr, 10 % Ni à basse teneur en carbone.
- La teneur en silicium élevée facilite l'emploi en soudage MIG.

Caractéristiques mécaniques à + 20 °C.

Re MPa	Rm MPa	A %	Dureté. HV	KV J
390	590	35	190	90

Composition chimique du fil :

C %	Si %	Mn %	Cr %	Ni %	S %	P %
0.015	0.8	1	20.5	10	0.015	0.020

**Métal d'apport N°2**

## APPLICATIONS PRINCIPALES :

- Soudage d'aciers inoxydables du type 17 % Cr, 11 % Ni, 2,5 % Mo à basse teneur en carbone (sauf dans milieu fortement oxydant).
- La teneur en silicium élevée facilite l'emploi en soudage MIG.

Caractéristiques mécaniques à + 20 °C.

Re MPa	Rm MPa	A %	Dureté. HV	KV J
410	600	35	190	80

Composition chimique du fil :

C %	Si %	Mn %	Cr %	Ni %	Mo %	P %
0.02	0.8	1.7	17.5	12.5	2.5	0.020

**Métal d'apport N°3**

## APPLICATIONS PRINCIPALES :

Fil MAG d'usage le plus général.

- Véhicules de transports terrestres.
- Constructions mécaniques.

- Menuiserie métallique et diverses petites constructions en alliages.

Caractéristiques mécaniques à + 20 °C.

Re MPa	Rm MPa	A %	KV J
460	550	27	90

Composition chimique du fil :

C %	Si %	Mn %	S %	P %
0.08	0.6	1.15	0.015	0.020

Tableau d'éléments de réglage en soudage TIG à plat bord à bord pour aciers inoxydables.

Epaisseur (mm).	Type de joint	Diamètre fil d'apport (mm).	Diamètre électrode (mm).	Intensité A.	Débit d'argon (l/min).	Nombre de passes.	Vitesse de soudage (cm/min).
0.8	Bord à bord sans jeu.	sans	1	20	3	1	30
1.5	Bord à bord sans jeu.	1 ou 1.6	1	25	4	1	25
	Bord à bord sans jeu.	1.6	1.6	50	4	1	25
2	Bord à bord sans jeu.	1.6 ou 2	1.6 ou 2	60	4	1	25
3	Chemin 75 sans jeu.	2	2 ou 2.4	100	5	1	20
	Chemin 60-70°, 1mm, jeu 1.5 à 2mm.	3	2 ou 2.4	130	5	1	20

Diamètre (mm)	Electrodes tungstène pur (1 extrémité verte) alliages légers.	Electrodes tungstène lanthane (1 extrémité bleu) Electrodes tungstène thorié (1 extrémité rouge) Electrodes tungstène cérium (1 extrémité grise)	
	Intensité (Ampères) courant alternatif	Ømm	Intensité (Ampères) courant continu
1	10 - 50	1	10 - 80
1.6	40 - 80	1.6	50 - 120
2	60 - 110	2	90 - 120
2.4	70 - 120	2.4	100 - 230
3.2	90 - 180	3.2	170 - 300
4	200 - 300	4	260 - 450