



**LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Bordeaux
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

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.

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

Durée : 5 heures – Coefficient : 3,5

CORRIGÉ

Dossier A	Graphe d'assemblage	COR U52 A 100 page 1/1
Dossier B	Recherche de développement	COR U52 B 100 page 1 à 5/5
Dossier C	Assurance qualité	COR U52 A 100 page 1 à 6/6
Dossier D	Métallurgie	COR U52 A 100 page 1 à 8/8

Page de garde

CODE ÉPREUVE : ROE5DOS		EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : RÉALISATION D'OUVRAGES CHAUDRONNÉS	
SESSION 2009	CORRIGÉ	ÉPREUVE : PRÉPARATION D'UNE PRODUCTION U52 - DOSSIER BUREAU DES MÉTHODES			
Durée : 5h	Coefficient : 3,5	Corrigé N°11EM08			

DOSSIER « A » GRAPHE D'ASSEMBLAGE

Question N° 1

Etablir le graphe de montage pour une citerne des seuls éléments repérés de 1 à 9 sur le document réponse REP-U52-A-100 page 2/2

ANALYSE D'ASSEMBLAGE DE LA CITERNE

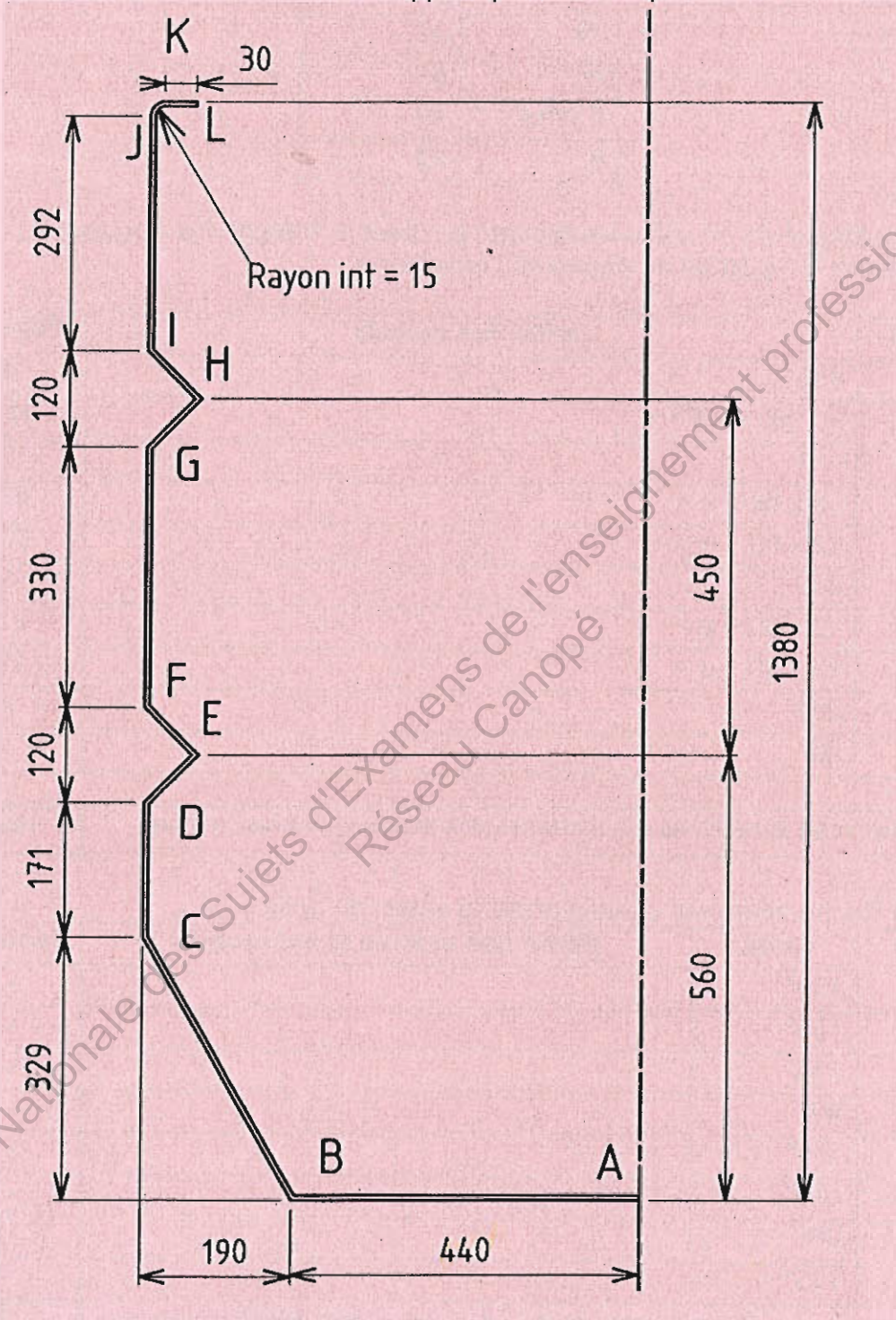
Désignation Instruction	Rep	Nb	GRAPHIQUE RATEAU
Enveloppe	1	1	
Soudure continue S = 2			
Dessus	7	1	
Soudure continue int / ext a = 4			
Fond droit	4	1	
Soudure continue int / ext a = 4			
Tôle fond réservoirs	6	1	
Soudure continue a = 3			
Cloison 100 litres	8	1	
Soudure continue a = 3			
Cloison 200 litres	2	1	
Soudure discontinue 50 / 50 a = 3			
Cornière séparation	9	2	
Soudure discontinue 50 / 50 a = 3			
Séparateur	5	1	
Soudure continue int / ext a = 4			
Fond gauche	3	1	

Nota : graphe d'assemblage qui respecte l'ordre de montage de l'entreprise qui fabrique ces citernes

DOSSIER « B » RECHERCHE DE DEVELOPPEMENT

Question N° 1-1

Rechercher les cotes extérieures de l'enveloppe rep.1 et les reporter sur le dessin ci-dessous.



Nota : L'enveloppe est obtenue par pliage en un seul élément. Le dessin ci-dessus représente la demi-enveloppe suivant son axe de symétrie.

Question 1-2

Choisir en fonction de l'abaque de pliage les paramètres de pliage

Vé	32
ri	5
F (t/m)	19
b	22

Question 1-3

Rechercher les longueurs en cotes extérieures (on tiendra compte des épaisseurs) de chaque tronçon en suivant le repérage du dessin de l'enveloppe.

Repère	Détail des calculs	Résultats
AB	440	440
BC	$\sqrt{(190^2 + 329^2)} =$	379,92
CD	171	171
DE	$\sqrt{2} \times 60 + e =$	87,85
EF	$\sqrt{2} \times 60 + e =$	87,85
FG	330	330
GH	$\sqrt{2} \times 60 + e =$	87,85
HI	$\sqrt{2} \times 60 + e =$	87,85
IJ	292	292
KL	30	30

Somme des cotes extérieures des parties planes pour une demi-enveloppe

1994,32

Question 1-4 Rechercher pour chaque angle la valeur du delta « I »

Angle	Valeur	Détail des calculs si nécessaire	Résultats
« B »	120°		- 2,8
« C »	150°		- 1,1
« D »	135°		- 1,8
« E »	90°		- 6,3
« F »	135°		- 1,8
« G »	135°		- 1,8
« H »	90°		- 6,3
« I »	135°		-1,8
Somme des delta « I » pour une demi-enveloppe			- 23,7

Question 1-5 Rechercher la longueur développée du repère JK

	Détail des calculs si nécessaire	Résultats
JK outil à rayonner pour un intérieur de 15	$R \geq 3 e$ $F_n = e/2$ $LD = (2 \times \pi \times R) / 4 =$	25,91

Question 1-6 Rechercher la longueur développée pour une demie enveloppe

Détail des calculs si nécessaire	Résultats
1994,32 - 23,7 + 25,91 =	1996,53

Question 1-7 Rechercher la longueur développée d'une enveloppe

Détail des calculs si nécessaires	Résultats
1996,53 x 2 =	3993,06

1-8 Etablir le bon de commande

Rechercher le nombre de tôles de 4000 x 2000 à commander pour fabriquer les enveloppes.
Masse volumique = 7,85 Kg/dm³

Rep	Désignation	Matière	Nb d'enveloppes à fabriquer	Nb de tôles nécessaires	Poids (Kg) commande
1	Enveloppe	X2CrNiMo18-14-3 Tôle ép. 3 mm	15	15	2826 Kg

Question N° 2

Question 2-1 Rechercher la longueur développée du tube d'alimentation des réservoirs de 200 litres et 100 litres rep 10.

Rayon de cintrage = 94 mm (par rapport à l'axe)

Courbe 3 D 90° à souder rayon = 38 mm rep.12

Question 2-1-1 Calculer les cotes U et Z de la tubulure suivant la vue de droite (détailler les calculs).

Tube Ø 33,7 - 2

Etude partie droite (vue de face)

$$250 - 94 = 156 \text{ mm}$$

Etude partie courbe (vue de dessus) rayon de cintrage = 94 mm

$$(2 \times \text{Pi} \times R \times \alpha) / 360 = \text{Pi} \times 94 / 2 = 147,65 \text{ mm}$$

Etude partie droite (vue de gauche)

$$U = 1380 - 1119 = 261 \qquad 350 - 261 = 89 \text{ mm}$$

$$Z = 240 / \cos 5^\circ = 240,91 \text{ mm}$$

Question 2-1-2 Rechercher la longueur développée totale d'un tube

$$LD = 156 + 147,65 + 240,91 - 94 = 450,56 \text{ mm}$$

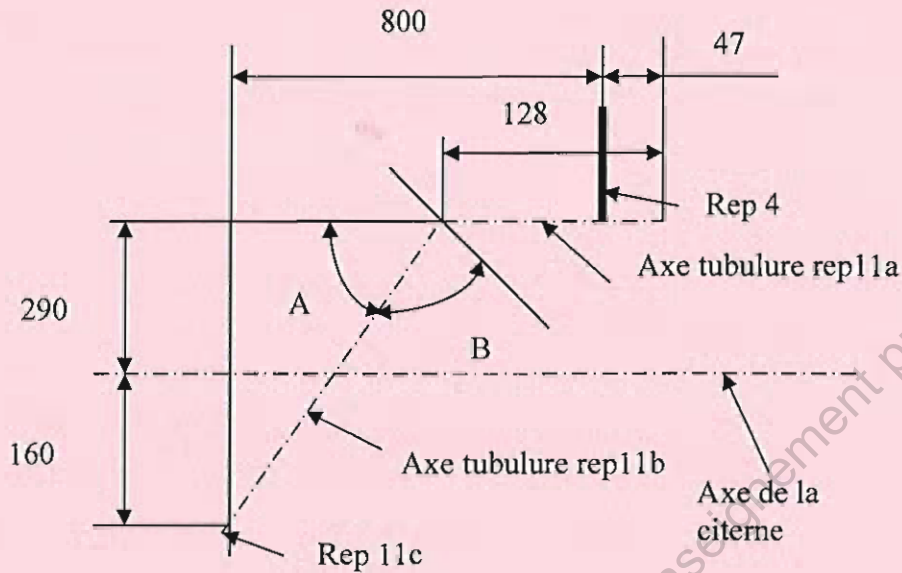
Question 2-2 Etablir le bon de commande

Rechercher le nombre de barres de 6 m à commander. Masse linéique : 1,590 Kg/m

Rep	Désignation	Matière	Quantité unitaire	Nb de Pièces	Nb de barres	Poids commande
10	Tube alimentation réservoir 200 litres	X2CrNiMo18-14-3 TS Ø 33,7 - 2	0,451m	30	3	28,62 Kg

Question N° 3

3-1 Rechercher l'angle de tronçonnage « B » du tube de sortie rep. 11a et rep. 11b



$$\text{Arc tan } A = (160 + 290) / 800 + 47 - 128 = 32^\circ 04$$

$$\text{Angle de tronçonnage } B = (180^\circ - 32^\circ,04) / 2 = 73^\circ,97$$

Question 3-2 Rechercher la longueur des parties droites de la tubulure rep 11.

Rep 13 : courbe 3d - 90° ; Ø 76,1 - 2 (rayon moyen = 95)

$$128 + \sqrt{(719^2 + 450^2)} - 95 + (230-95) + 30 = 1046,21 \text{ mm}$$

Question 3-3 Établir le bon de commande

Rechercher le nombre de barres de 6 m à commander. Masse linéique : 3,710 Kg/m

Rep	Désignation	Matière	Quantité unitaire	Nb de Pièces	Nb de barres	Poids commande
11	Tube de sortie de la citerne	X2CrNiMo18-14-3 TS Ø 76,1 - 2	1,04621 m	15	3	66,78 Kg

DOSSIER « C » ASSURANCE QUALITE

Tableaux des coûts par catégories

FRAIS DE PREVENTION			
Ensemble des dépenses engagées pour éviter qu'une défaillance ne se produise.			
Code	Intitulé	Coût €	Total €
A 1	Gestion de la fonction qualité		
A.1.1	Administration	27,15	
A.1.2	Ingénierie qualité		
A.1.3	Etudes qualité	17,50	
A.1.4	Méthodes d'inspection	16,30	
A.1.5	Audit de qualité		
	Sous total	60,95	60,95
A.2	Préparation et réalisation des revues		
A.2.1	Revue de conception	76,00	
A.2.2	Revue du dossier de définition	11,90	
A.2.3	Revue du dossier de fabrication	16,45	
A.2.4.	Revue du dossier de contrôle	32,80	
	Sous total	137,15	137,15
A.3	Système Qualité relatif aux achats		
A.3.1	Evaluation des fournisseurs		
A.3.2	Spécification d'inspection		
A.3.3	Vérification des ordres d'achats		
A.4	Programmes de formation Qualité		
A.5	Autres dépenses de prévention		
Total			198,1 €

FRAIS D'EVALUATION

Dépenses affectées à toutes les opérations de contrôle (sous diverses formes).

Code	Intitulé	Coût €	Total €
B.1	Qualification industrielle du produit		
B.2	Réception des produits achetés		
	B.2.1 Qualification des produits achetés		
	B.2.2 Inspection chez le fournisseur		
	B.2.3 Inspection à l'entrée	32,95	
	B.2.4 Coûts des matériels consommés		
	B.2.5 Analyse et traitement des données	21,80	
	Sous total	54,75	54,75 €
B.3	Inspection de la production		
	B.3.1 Inspection du procédé		
	B.3.2 Inspection de démarrage de la production		
	B.3.3 Inspection en cours de production	15,55	
	B.3.4 Super inspection		
	B.3.5 Inspection de manutention et conditionnement	14,35	
	B.3.6 Inspection finale	18,90	
	B.3.7 Homologation par les services officiels		
	B.3.8 Evaluation des éléments stockés		
	B.3.9 Matériels consommés lors des essais	127,60	
	B.3.10 Traitement des données d'inspection		
	B.3.11 Audit Qualité du produit		
	Sous total	176,4	176,4
B.4	Méetrologie		
	B.4.1 Matériels utilisés par l'inspection	43,30	
	B.4.2 Matériels utilisés par la production		
	Sous total	43,3	43,3
	Total		274,45 €

COUT DES DEFAUTS INTERNES			
Constatés pendant le processus de production.			
Code	Intitulé	Coût €	Total €
C.1	Rebut		
	C.1.1 Défaillances de fabrication	104,00	
	C.1.2 Défaillances de conception	34,45	
	C.1.3 Défaillances de fournitures externes	43,30	
	Sous total	181,75	181,75
C.2	Retouches		
	C.2.1 Défaillances de fabrication	38,70	
	C.2.2 Défaillances de conception	41,80	
	C.2.3 Défaillances de fournitures externes	42,40	
	Sous total	122,9	122,9
C.3	Recherches de défauts		116,90
C.4	Commission des refus		
C.5	Réinspection des produits retouchés		175,80
C.6	Déclassement du produit		43,00
Total			640,35 €

COUT DES DEFAUTS EXTERNES			
Défaillances survenues après la vente du produit.			
Code	Intitulé	Coût	Total
D.1	Réclamations		
	D.1.1 Intervention service après-vente	80,20	
	D.1.2 Produit refusé et retourné	38,90	
	D.1.3 Expertise / réparation du produit refusé	161,30	
	D.1.4 Remplacement sous garantie	131,25	
	D.1.5 Malfaçon en installation		
	D.1.6 Erreur d'étude d'application		
	D.1.7 Erreur de conception		
	D.1.8 Responsabilité civile et pénale		
	Sous total	411,65	411,65
D.2	Perte de clientèle connue		
Total			411,65 €

QUESTION N° 1

Votre analyse de la situation sera présentée sous forme de **diagramme de Pareto**.

Etablir :

1-1 Un classement des coûts par code (1^{er} graphe).

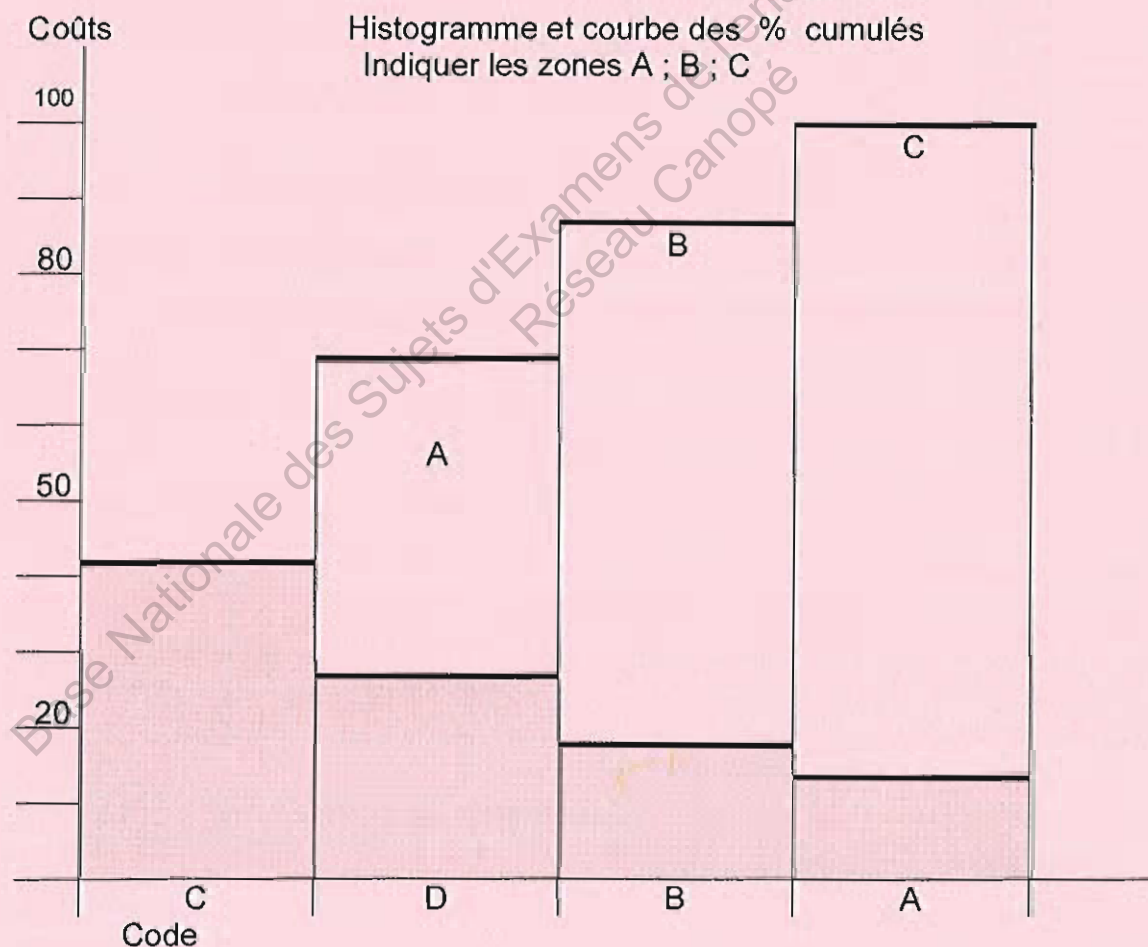
1-2 Une analyse du coût de non-conformité (2^{ème} graphe).

1-3 Une analyse du coût de conformité (3^{ème} graphe).

1-1 Classement des coûts par code (catégorie)

- ♣ Prévention (code A)
- ♣ Evaluation (code B)
- ♣ Défauts internes (code C)
- ♣ Défauts externes (code D)

Code	Désignation	Coût	%	% cumulé
C	Défauts internes	640,35 €	42	42
D	Défauts externes	411,65 €	27	69
B	Evaluation	274,45 €	18	87
A	Prévention	198,1 €	13	100
Total		1524,55 €	100 %	



COR U 52 C 100 4/6

1-2 Analyse du coût de non-conformité :

- Défauts internes et défauts externes.

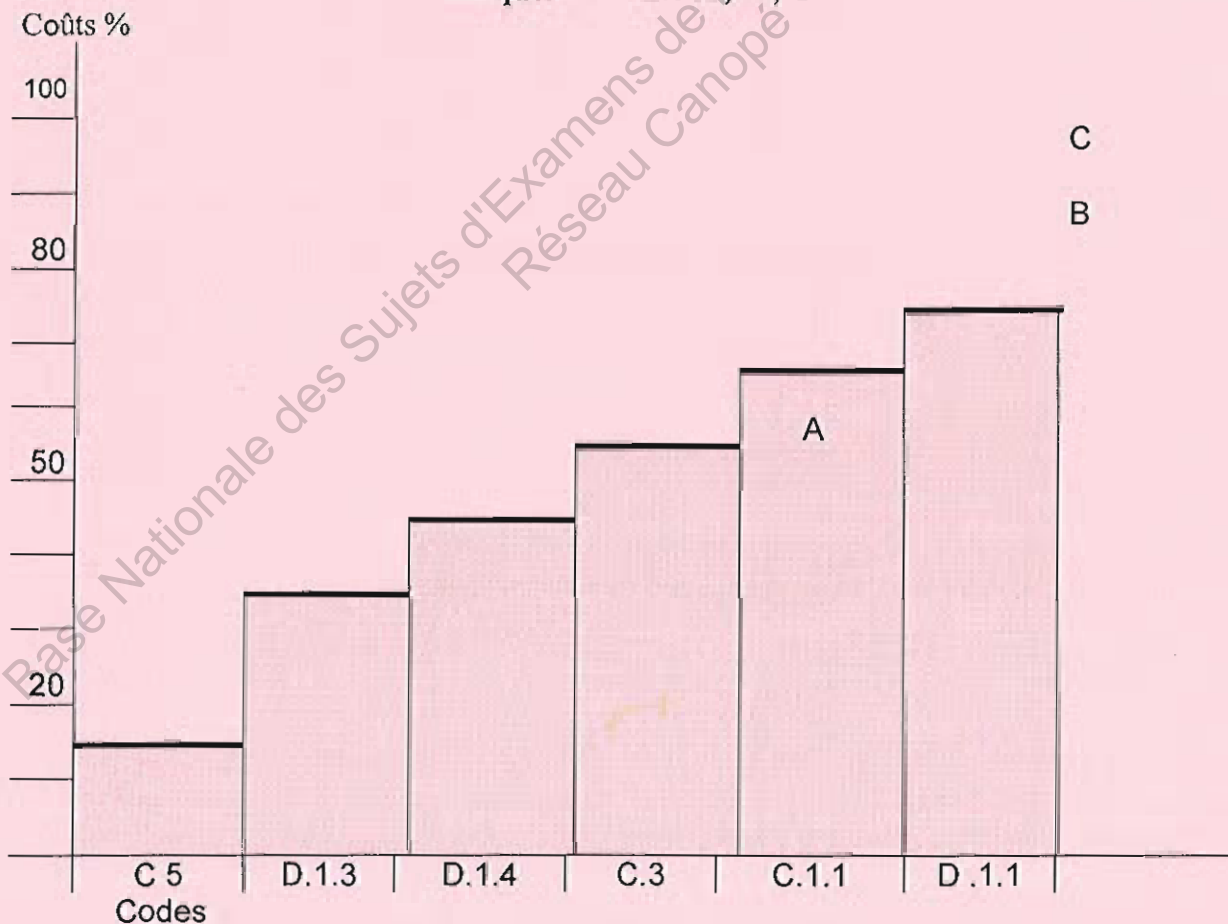
Coût total	1052
-------------------	-------------

Prendre seulement **les 6 premiers coûts les plus importantes** (pour simplifier) ; les % se calculeront par rapport au coût total.

Repère	Désignation	Coût	%	% cumulé
C 5	Réinspection des produits retouchés	175,8 €	16,71	16,7
D.1.3	Expertise / réparation du produit refusé	161,3 €	15,33	32,03
D.1.4	Remplacement sous garantie	131,25 €	12,48	44,52
C.3	Recherches de défauts	116,90 €	11,11	55,63
C.1.1	Défaillances de fabrication	104,00 €	9,89	65,52
D .1.1	Intervention service après-vente	80,20 €	7,62	73,14

Courbe des % cumulés (uniquement)

Indiquer les zones A ; B ; C



1-3 Analyse du coût de conformité :

- prévention et évaluation

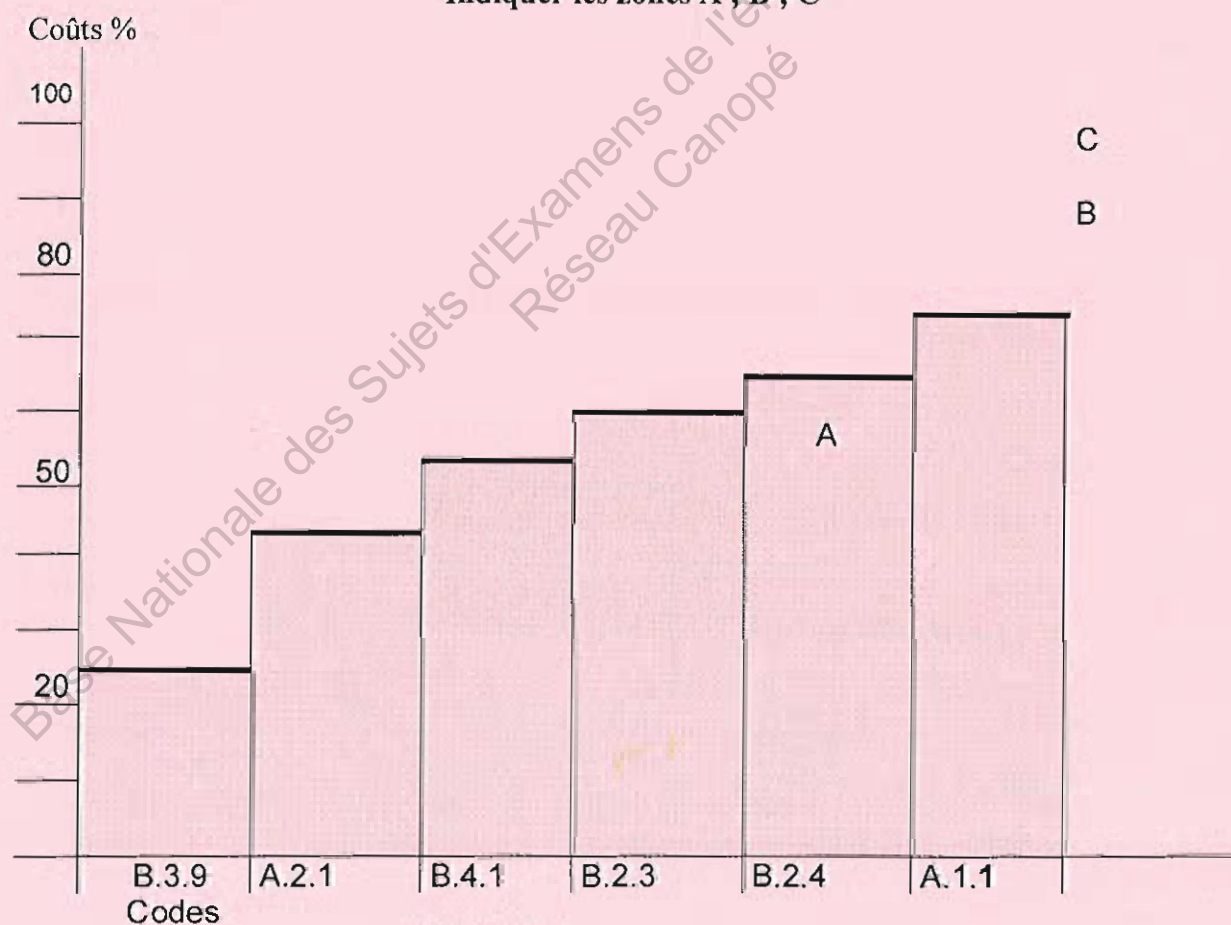
Coût total	472,55 €
------------	----------

Prendre seulement les **6 rubriques les plus importantes** (pour simplifier) ; les % se calculeront par rapport au coût total.

Repère	Désignation	Coût	%	% cumulé
B.3.9	Matériels consommés lors des essais	127,60 €	27,01	27,01
A.2.1	Revue de conception	76,00 €	16,08	43,09
B.4.1	Matériels utilisés par l'inspection	43,30 €	9,16	52,25
B.2.3	Inspection à l'entrée	32,95 €	6,97	59,23
B.2.4	Coûts des matériels consommés	32,80 €	6,94	66,17
A.1.1	Administration	27,15 €	5,75	71,92

Courbe des % cumulés (uniquement)

Indiquer les zones A ; B ; C



DOSSIER « D » METALLURGIE

Dossier U 52-D	Temps conseillé: 1h	Notée sur 15 points	Coefficient : 1
----------------	---------------------	---------------------	-----------------

Documents à distribuer			
Page de garde	RES-U52-D	Page 1/8	Format A3
Enoncé du sujet	REP-U52-D	Page 2/8	Format A4
Document réponse	REP-U52-D	Page 3/8	Format A4
Document réponse	REP-U52-D	Page 4/8	Format A4
Document réponse	REP-U52-D	Page 5/8	Format A3
Document réponse	REP-U52-D	Page 6/8	Format A4
Document réponse	REP-U52-D	Page 7/8	Format A4
Document ressource	RES-U52-D	Page 8/8	Format A4

Documents à ramasser			
Enoncé du sujet	REP-U52-D	Page 2/8	Format A4
Document réponse	REP-U52-D	Page 3/8	Format A4
Document réponse	REP-U52-D	Page 4/8	Format A4
Document réponse	REP-U52-D	Page 5/8	Format A3
Document réponse	REP-U52-D	Page 6/8	Format A4
Document réponse	REP-U52-D	Page 7/8	Format A4

**A Classer et agraffer suivant les consignes dans une feuille de copie modèle
EN**

RES-52-C page 1/8

Enoncé du sujet :

Cette épreuve est relative à l'étude de la fabrication de la cuve d'une citerne de 2900 L en acier inoxydable (X2 Cr Ni Mo 17-12-2).

Ce plan est à conserver pendant toute la durée de l'épreuve.

Présentation de l'étude :

Celle-ci portera sur l'assemblage des goujons M 10-25 sur la citerne en acier inoxydable. Pour les besoins de l'étude on considèrera que les goujons sont en S 235 J0.

QUESTION 1 : Vérification du Certificat de Conformité Matière

Les extraits nous donnent les indications suivantes :

Analyse chimique de l'acier inoxydable:
(suivant la norme NF EN 10088-2)

%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Cr	%Ni	%Mo	%N
0.021	0.40	1.07	0.036	0.002	16.6	10.2	2.06	0.022

Caractéristiques mécaniques :

Rp en MPa	Rm en Mpa	A%	Kv en J à -20 °C
300	490	57	80

Composition chimique du S 235 J0 :

%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Al
0.08	0.014	0.395	0.009	0.008	0.046

Caractéristiques mécaniques :

Rp en MPa	Rm en MPa	A%
312	428	27.8

Question 1-a) : Donnez le nom des symboles chimiques sur les CCPU ?

Cr	Mo	Si	Ni	C	Mn
Chrome	Molybdène	Si	Nickel	Carbone	Manganèse

COR PAGE 2/8 REP

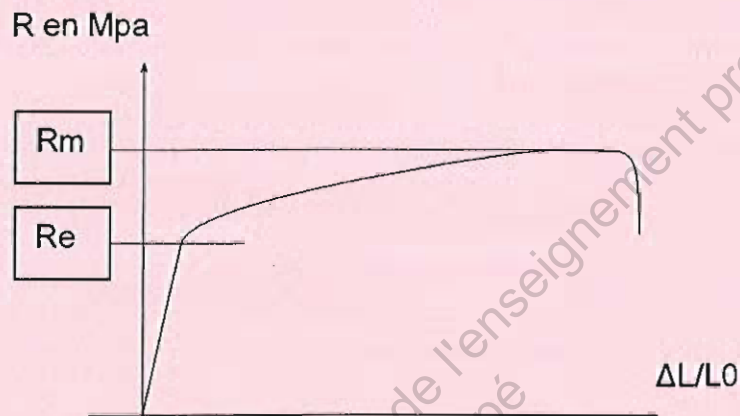
Question 1-b) :

Le K_v en J à $-20\text{ }^\circ\text{C}$ nous donne 80 Joules . La norme nous impose un $K_{cv} \geq 5 \text{ daJ/cm}^2$. Le métal de base en inox convient-il sachant que l'éprouvette à une section de $10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ et une entaille en v de 2 mm de profondeur ? Justifiez.

oui car 80 Joules appliqués sur une section de 0.8 cm^2 correspondent à 10 daJ/cm^2
> à 5 daJ/cm^2 .

Question 1-c) :

Sur la courbe de traction, positionnez les caractéristiques mécaniques de résistance pour l'acier inoxydable (Rp et Rm)?



QUESTION 2 :

Afin de qualifier un mode opératoire de soudage on réalise un DMOS-P (descriptif préliminaire). On vous demande de faire le choix du métal d'apport pour effectuer la soudure des goujons M 10-25 en acier sur la citerne en acier inoxydable (X2 Cr Ni Mo 17-12-2 ou 316 L), en vous aidant du document ressource page 8/8 et par rapport aux deux critères ci-dessous.

a) 1^{er} critère : par rapport aux caractéristiques mécaniques :

Quel est des deux métaux de base à souder, celui que vous prenez en référence ?

Métaux de base	
S 235 J0	x
316 L	

On prendra la R_m mini des métaux de base.

COR PAGE 3/8 REP

b) 2^{ème} critère : par rapport à l'analyse chimique avec le diagramme de Scheaffler :

Calcul du Chrome équivalent (Cr éq) :

$$\text{Cr éq} = \% \text{ Cr} + \% \text{ Mo} + 1.5\% \text{ Si} + 0.5\% \text{ Ti ou Nb}$$

Calcul du Nickel équivalent (Ni éq) :

$$\text{Ni éq} = \% \text{ Ni} + 30\% \text{ C} + 0.5\% \text{ Mn}$$

Métaux de base :

316 L

Cr eq :19.26

Ni eq :11.36

S 235
J0

Cr eq :0.021

Ni eq :2.59

Métaux d'apport

N°1

Cr eq :20.9

Ni eq :10.4

N°2

Cr eq :22.1

Ni eq :12.4

N°3

Cr eq :24.4

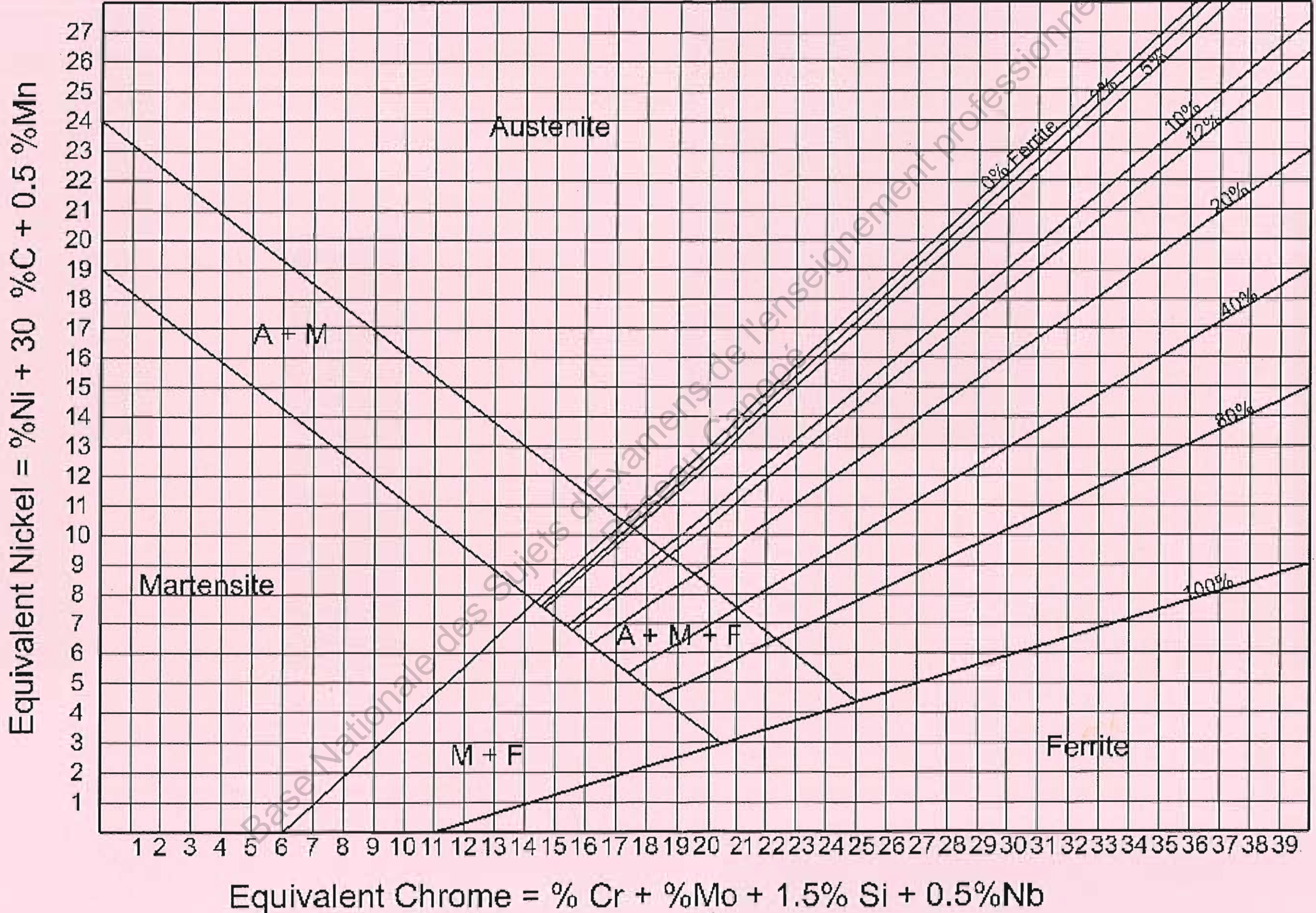
Ni eq :13.4

c) Le S 235 J0 et l'acier inoxydable participent à parts égales dans le joint soudé. Le taux de dilution du procédé choisi est égal à 30%.

Tracez les points représentatifs sur le diagramme de Schaeffler et faire le choix du métal d'apport en justifiant.

Le n°2 convient car % ferrite compris entre 5 et 15% . Pas de risque de fissuration à chaud.

COR PAGE 4/8 REP



QUESTION 3 :

a) Donnez la définition du rochage ?

Oxydation à l'envers de la soudure (mauvaise protection de la soudure)

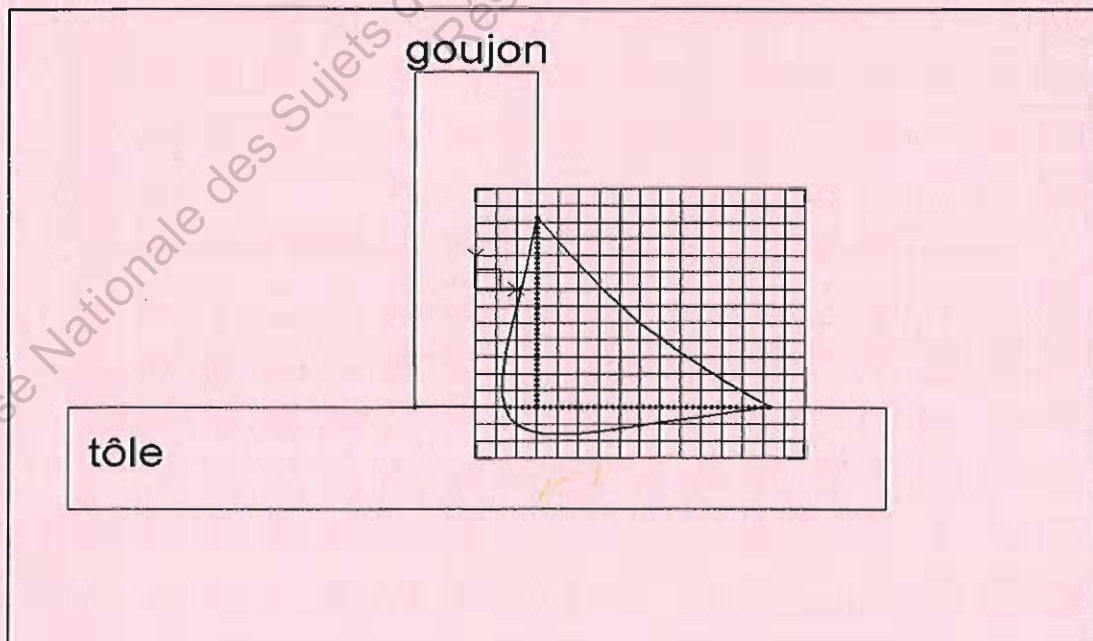
QUESTION 4 : Vérification du taux de dilution du joint soudé.

Le taux de dilution peut-être vérifié par une méthode planimétrique qui consiste à faire le comptage de carrés à partir d'une macrographie de la soudure. Tout carré traversé comptera pour un.

a) Une macrographie est une observation qui se fait (entourez la bonne réponse)

- par observation visuelle, après attaque de la soudure avec un réactif chimique ?
- au microscope, après attaque de la soudure avec un réactif chimique ?

b) Une représentation de la soudure ci-dessous va vous permettre de faire le comptage des carrés .



Le taux de dilution étant le rapport entre les métaux de base fondus et la totalité des métaux fondus (métaux de base + métaux d'apport) , calculez le taux de dilution réel ?

	Métaux de base	Métal d'apport + Métaux de base
Nb de carrés	37	99

$$\text{Taux de dilution réel} = \frac{37}{99} \times 100 = 37 \%$$

Vous positionnez le point D sur le diagramme de scheaffler et vous concluez.

Avec cette dilution réelle le point représentatif se déplace .

Le N°2 risque de générer de la fissuration à chaud . Le n°3 conviendrait mieux.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

COR PAGE 7/8 REP

Exemples de métaux d'apport (prendre les valeurs inférieures)

N°1

Analyse chimique :

C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo
≤ 0,030	1,0-2,5	0,6-1,0	≤ 0,020	≤ 0,030	19,5-21,5	9,0-11,0	≤ 0,50

Caractéristiques mécaniques du métal déposé :

Rm (MPa)	Rp (MPa)	A% 5d	KV (J) +20 °C	- 196 °C
> 510	> 320	> 30	> 50	> 40

Nuances d'aciers soudables :

AFNOR : Z 2 CN 18.10 - Z 2 CN 18.10. N - Z 6 CNT 18.10 - Z 6 CNNb 18.10
 DIN : X 2 Cr Ni 19.11 - X 2 Cr Ni N 18.10 - X 6 Cr Ni Ti 18.10 - X 5 Cr Ni Nb 18.9
 ASTM : (TP) 304 L - TP 304 LN - (TP) 321 (N) - CF 86 - CPF 8 C

Correspondance MIG :

SG 11

N°2

Analyse chimique :

C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo
≤ 0,030	1,0-2,5	0,6-1,0	≤ 0,020	≤ 0,030	18,0-20,0	11,0-14,0	2,0-3,0

Caractéristiques mécaniques du métal déposé :

Rm (MPa)	Rp (MPa)	A% 5d	KV (J) +20 °C	- 196 °C
> 480	> 300	> 25	> 50	> 40

Nuances d'aciers soudables :

AFNOR : Z 2 à 6 CND 17.12 à 19.14
 DIN : X 2 Cr Ni Mo 17.13.2 - X 2 Cr Ni Mo 17.13.3 - X 6 Cr Ni Mo Ti 17.12.2
 ASTM : (TP) 316 L - TP 316 LN - C (F) F 8 M - 316 Ti - CF 8 C - CPF 8 C

Correspondance MIG :

SG 10

N°3

Analyse chimique :

C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu
≤ 0,030	1,0-2,5	0,6-1,0	≤ 0,020	≤ 0,030	23,0-25,0	12,0-14,0	≤ 0,50	≤ 0,50

Caractéristiques mécaniques du métal déposé :

Rm (MPa)	Rp (MPa)	A% 5d
556-680	> 400	> 30

Nuances d'aciers soudables :

AFNOR : Z 2 CN 18.10 - Z 2 CNS 20.12 - Z 6 CN 18.09
 DIN : X 2 Cr Ni 18.10 - X 15 Cr Ni Si 20.12 - X 2 Cr Ni 19.11
 ASTM : (TP) 304 LN - (TP) 309 - 309 S - CF 3 - (TP) 304 (H)

Correspondance MIG :

SG 12

COR PAGE 8/8 RES