

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**  
**RÉALISATION D'OUVRAGES CHAUDRONNÉS**  
**SESSION 2009**

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

Durée : 5 heures – Coefficient : 3,5

Matériel autorisé :  
 Calculatrice réglementaire

Ce dossier contient 4 parties

Partie A	<u>vert</u>	Pages	1	à	2
Partie B	<u>saumon</u>	Pages	1	à	7
Partie C	<u>bleu</u>	Pages	1	à	8
Partie D	<u>jaune</u>	Pages	1	à	8

**Les documents ressources seront conservés.**

**Seuls les documents réponses seront ramassés dans quatre dossiers distincts et insérés dans une copie double réglementaire et anonyme .**

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Le sujet comporte 31 pages.

CODE ÉPREUVE : ROE5DOS		EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SPÉCIALITÉ : RÉALISATION D'OUVRAGES CHAUDRONNÉS	
SESSION 2009	SUJET	ÉPREUVE : PRÉPARATION D'UNE PRODUCTION U52 - DOSSIER BUREAU DES MÉTHODES		
Durée : 5h	Coefficient : 3,5	SUJET N°11EM08		page 1/6

# E5 – PRÉPARATION D'UNE PRODUCTION

## U 52 - DOSSIER BUREAU DES MÉTHODES

Durée : 5 heures

Coefficient : 3,5

Noté sur 70 points

### Contenu du sujet U52

#### Ce dossier contient :

La présentation générale du sujet	Page de garde	Page 1/6	Format A3
Le déroulement de l'épreuve	DOC-U52-001	Page 2/6	Format A4
La mise en situation	DOC-U52-001	Page 3/6	Format A4
Le plan de la citerne en vue de face	DT-U52-001	Page 4/6	Format A3
Le plan de la citerne en vue de dessus	DT-U52-001	Page 5/6	Format A3
La nomenclature	DT-U52-001	Page 6/6	Format A4

**Dossier A**    **Graphe d'assemblage**                                          Pages 1/2 à 2/2                                          Format A4

**Dossier B**    **Recherche de développement**                                          Pages 1/7 à 7/7                                          Format A4

**Dossier C**    **Assurance qualité**                                          Pages 1/8 à 8/8                                          Format A4

**Dossier D**    **Métallurgie**                                          Pages 1/8 à 8/8                                          Format A4

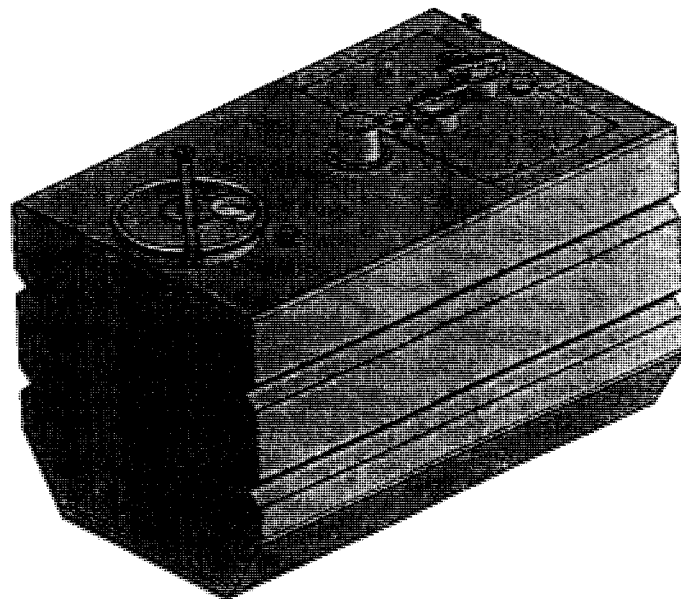
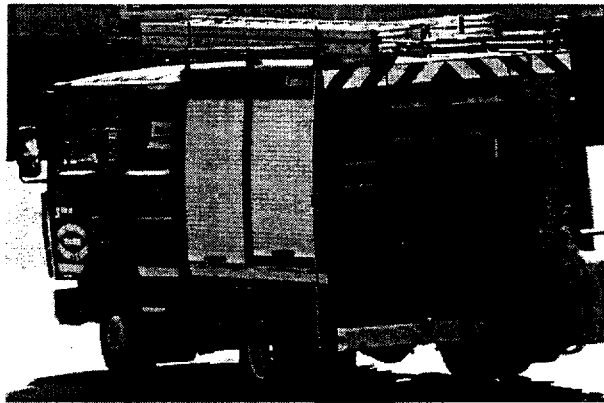
### Déroulement de l'épreuve

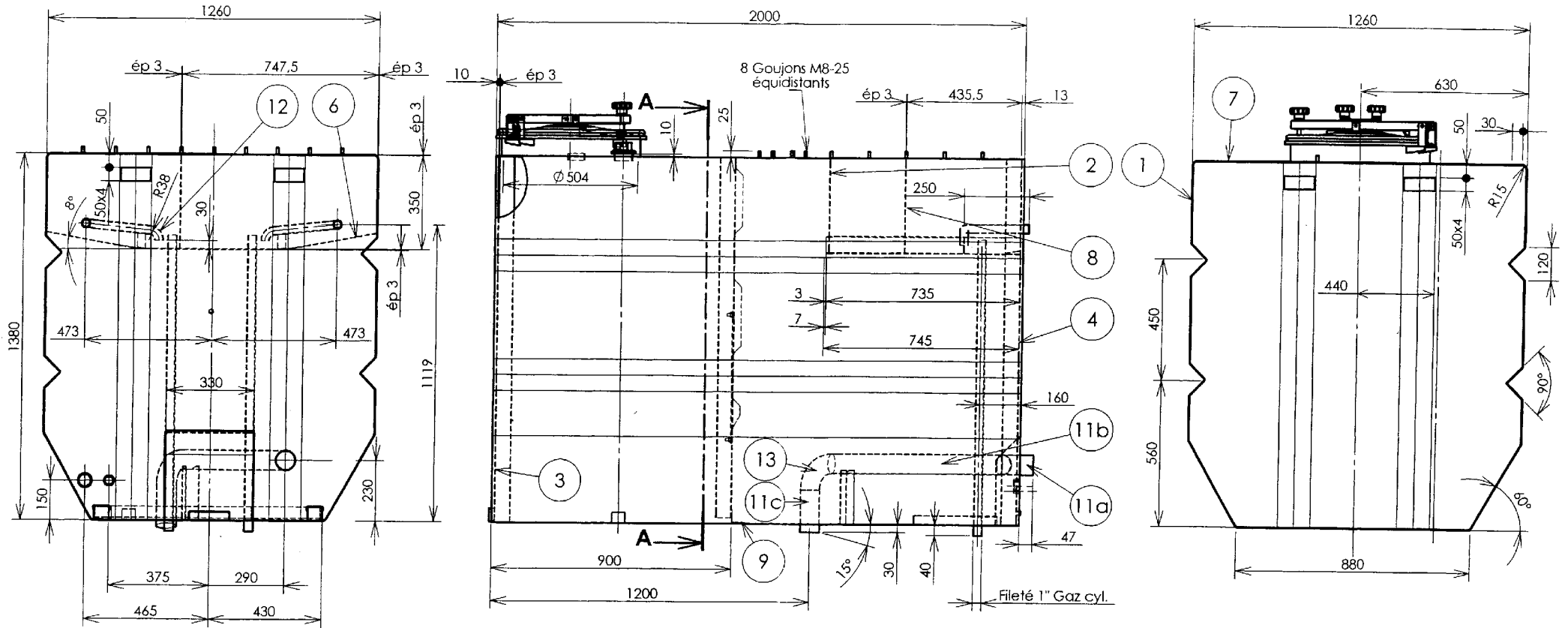
#### Temps conseillé

	Dossier	1h –	1h 45	1h 15	1h
Épreuve U 52	<b>U 52- A</b> 16 points	Graphe d'assemblage			
	<b>U 52- B</b> 20 points		Recherche de débit		
	<b>U 52- C</b> 18 points			Qualité	
	<b>U52- D</b> 16 points				Métallurgie

## Mise en situation

Une entreprise, leader du marché en France, fabrique des matériels incendie et en particulier des véhicules. Elle offre l'une des gammes les plus larges parmi les constructeurs européens, répondant ainsi aux besoins des sapeurs pompiers en matière de lutte contre l'incendie, que ce soit en milieu urbain, rural, forestier, industriel ou aéroportuaire mais également en matière de sauvetage grâce à sa gamme de véhicules porteurs.

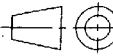




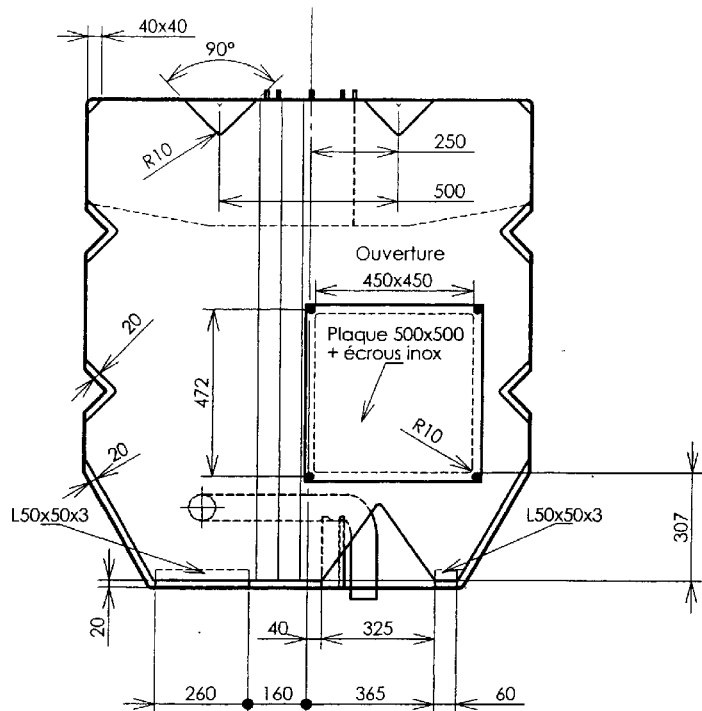
- \* soudures enveloppe Rep. 1 et dessus Rep.2 : continues s = 2
- \* Soudures fonds AV. AR : continues int./ext., a=4.
- \* Soudures cloison(s) : discontinues 50/50, a=3.
- \* Soudures tuyauteries : continues, a=3.
- \* Soudures compartiments : continues, a=3

\* Après soudures, la citerne sera parfaitement étanche sous une pression interne de 0,3 bar.

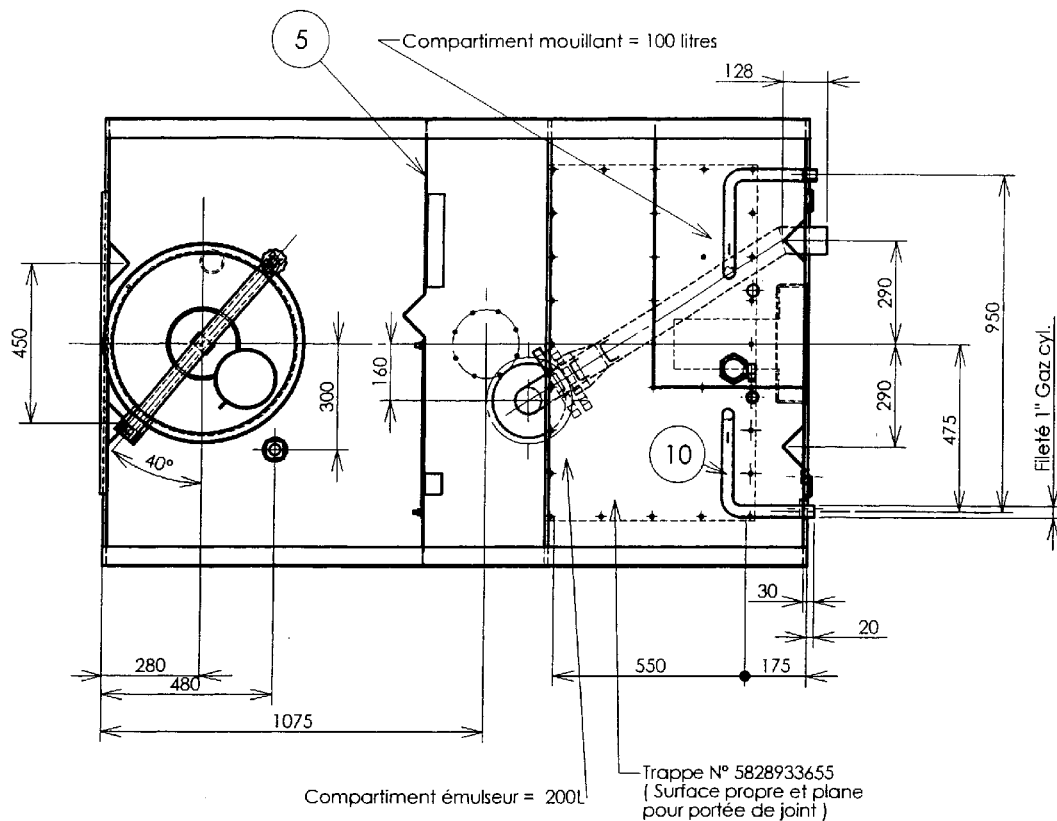
\* Rayons de pliage= 5mm intérieur, sauf indications.

BTS ROC SESSION 2008			
PLAN D'ENSEMBLE : Citerne 2900 l + 200 l + 100 litres			
Echelle : 1/15	Dessiné par	Indice	Date
	Contrôlé par		
			Plan numéro :
			PLAN DT-U-52 001
			page 4/6

# A-A



# Vue de dessus sans Rep. 7



BTS ROC SESSION 2008			
PLAN D'ENSEMBLE : Citerne 2900 l + 200 l + 100 litres			
Echelle : 1/15	Dessiné par	Indice	Date
	Contrôlé par		
			Plan numéro : PLAN DT-U-52 001 page 5/6

13	1	Courbe 3D 90° rayon moyen 95 mm	X2CrNiMo18-14-3	Ø 76,1-2 NFA 49-147
12	2	Courbe 3D 90° rayon moyen 38mm	X2CrNiMo18-14-3	Ø 33,7 – 2 NFA 49-147
11	1	Tube de sortie de la citerne	X2CrNiMo18-14-3	TS Ø 76,1 – 2
10	2	Tube alimentation des réservoirs 100 et 200 litres	X2CrNiMo18-14-3	TS Ø 33,7 – 2
9	2	Cornière de fixation séparateur	X2CrNiMo18-14-3	Cornière 50 x 50 x 3
8	1	Cloison du réservoir de 100 litres	X2CrNiMo18-14-3	Tôle ép. 3 mm
7	1	Dessus enveloppe	X2CrNiMo18-14-3	Tôle ép. 3 mm
6	1	Tôle de fond des réservoirs	X2CrNiMo18-14-3	Tôle ép. 3 mm
5	1	Compartiment	X2CrNiMo18-14-3	Tôle ép. 3 mm
4	1	Fond droit	X2CrNiMo18-14-3	Tôle ép. 3 mm
3	1	Fond gauche	X2CrNiMo18-14-3	Tôle ép. 3 mm
2	1	Cloison du réservoir de 200 litres	X2CrNiMo18-14-3	Tôle ép. 3 mm
1	1	Enveloppe	X2CrNiMo18-14-3	Tôle ép. 3 mm
<b>Rep</b>	<b>Nb</b>	<b>Désignation</b>	<b>Matière</b>	<b>Observation</b>
<b>Échelle :</b>	<b>Citerne inox 2900 L + 200L + 100L</b>		Indice :	Date :
			Indice :	Date :
			Dessiné par :	
			<b>Nomenclature</b>	

## DOSSIER « A » GRAPHE D'ASSEMBLAGE

Dossier U 52-A-100	Temps conseillé :1h	Notée sur 15 points	Coefficient : 1
--------------------	---------------------	---------------------	-----------------

Documents à distribuer			
Énoncé du sujet	RES-U52-A-100	Page 1/2	Format A3
Le document réponse	REP-U52-A-100	Page 2/2	Format A3

Documents à ramasser			
Le document réponse	REP-U52-A-100	Page 2/2	Format A3
<b>À classer et agraffer suivant les consignes dans une feuille de copie modèle EN</b>			

Vous êtes préparateur dans une entreprise de chaudronnerie, et on vous charge d'étudier la fabrication de 15 citernes suivant les plans d'ensemble DT-U52-001 pages 4 et 5/6 et de la nomenclature DT-U52-001 page 6/6.

Travail demandé :

### QUESTION N° 1

Établir 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.

Exemple :

### ANALYSE D'ASSEMBLAGE

Désignation Instruction	Rep	Nb	
Élément supérieur	12	1	
Soudage bout à bout s = 2			
Élément complémentaire	9	1	

**RES-U52-A-100 - PAGE 1/2**





# DOSSIER « B » RECHERCHE DE DÉBITS

Dossier U 52-B	Temps conseillé : 1h 45	Notée sur 20 points	Coefficient : 1
----------------	-------------------------	---------------------	-----------------

## Documents à distribuer

Énoncé du sujet	RES-U52-B-100	Page 1/7	Format A3
Document technique : abaque de pliage	DT-U52-B-100	Page 2/7	Format A4
Le document réponse	REP-U52-B-100	Page 3/7	Format A4
Le document réponse	REP-U52-B-100	Page 4/7	Format A4
Le document réponse	REP-U52-B-100	Page 5/7	Format A4
Le document réponse	REP-U52-B-100	Page 6/7	Format A4
Le document réponse	REP-U52-B-100	Page 7/7	Format A4

## Documents à ramasser

Le document réponse	REP-U52-B-100	Page 3/7	Format A4
Le document réponse	REP-U52-B-100	Page 4/7	Format A4
Le document réponse	REP-U52-B-100	Page 5/7	Format A4
Le document réponse	REP-U52-B-100	Page 6/7	Format A4
Le document réponse	REP-U52-B-100	Page 7/7	Format A4

**À classer etagrafer suivant les consignes dans une feuille de copie modèle EN**

Vous êtes préparateur dans une entreprise de chaudronnerie, et l'on vous charge d'étudier la fabrication de 15 citernes suivant les plans d'ensemble DT-U52-001 pages 4 et 5/6 et de la nomenclature DT-U52-001 page 6/6.

Travail demandé :

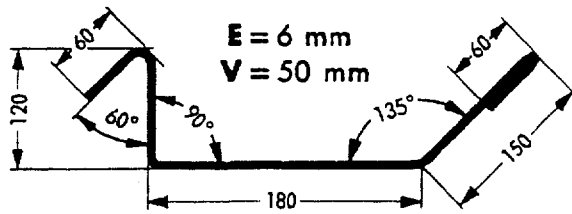
**QUESTION N° 1 :** Rechercher le développement de l'enveloppe rep 1.  
Documents réponses pages 3/7 ; 4/7 ; 5/7 (REP-U52-B-100)

**QUESTION N° 2 :** Rechercher la longueur développée du tube d'alimentation du réservoir de 200 litres rep.10.  
Document réponse page 6/7 (REP-U52-B-100)

**QUESTION N° 3 :** Rechercher l'angle de tronçonnage du tube de sortie rep.11.  
Document réponse page 7/7 (REP-U52-B-100)

**RES-U52-B-100 - PAGE 1/7**

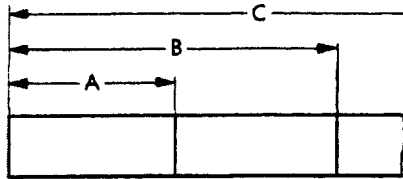
## CALCUL DU DEVELOPPE



$$D = 60 - 6,8 + 120 - 12 + 180 - 3,6 + 150 + 3,9 + 60 = 551,5$$

Additionner les longueurs des parties droites et les corrections  $\Delta L$  correspondantes (positives ou négatives)

### TRAÇAGE

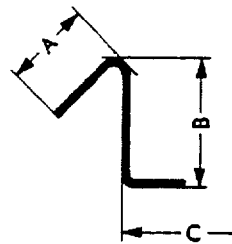


$$A = 60 - \frac{6,8}{2} = 56,6$$

$$B = 60 - 6,8 + 120 - \frac{12}{2} = 167,2$$

$$C = \dots\dots\dots$$

### MISE EN BUTEE



$$A = 60 - \frac{6,8}{2} = 56,6$$

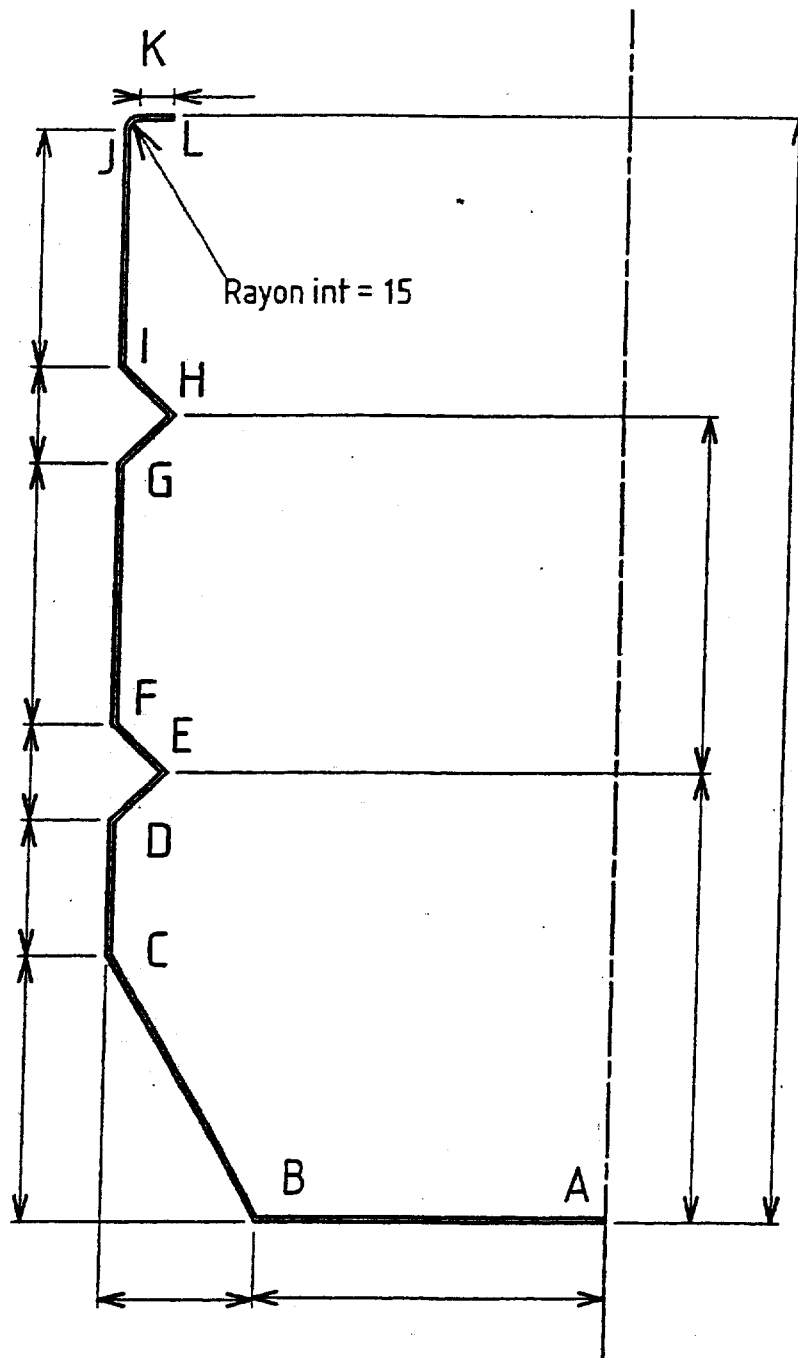
$$B = 120 - \frac{12}{2} = 114$$

$$C = \dots\dots\dots$$

E	2				2,5					3					
V	10	12	16	20	12	16	20	25	32	16	20	25	32	40	
Ri	1,6	2	2,6	3,3	2	2,6	3,3	4	5	2,6	3,3	4	5	6,5	
F	27	22	17	13	35	26	21	17	13	38	30	24	19	15	
B mini	7	8,5	11	14	8,5	11	14	17,5	22	11	14	17,5	22	28	
α	165°	-0,4	-0,4	-0,3	-0,3	-0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	-0,6	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
150°	-0,8	-0,8	-0,7	-0,7	-1	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-1,2	-1,1	-1,1	-1,1	-1	
135°	-1,3	-1,2	-1,2	-1,2	-1,6	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,9	-1,8	-1,8	-1,8	-1,8	
120°	-1,9	-1,8	-1,9	-1,9	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,4	-2,8	-2,8	-2,8	-2,8	-2,9	
105°	-2,7	-2,7	-2,7	-2,8	-3,3	-3,3	-3,4	-3,5	-3,6	-4	-4	-4,1	-4,2	-4,5	
90°	-3,7	-3,8	-4	-4,2	-4,7	-4,8	-5	-5,2	-5,6	-5,7	-5,8	-6	-6,3	-6,8	
75°	-3,2	-3,1	-3,1	-3,2	-4	-3,9	-3,9	-3,9	-3,9	-4,7	-4,7	-4,7	-4,7	-4,8	
60°	-2,6	-2,5	-2,3	-2,1	-3,2	-3	-2,8	-2,6	-2,4	-3,8	-3,6	-3,4	-3,1	-2,8	
45°	-2	-1,8	-1,4	-1	-2,5	-2,1	-1,7	-1,4	-0,8	-2,9	-2,5	-2,1	-1,5	-0,8	
30°	-1,4	-1,1	-0,5	0	-1,8	-1,2	-0,6	-0,1	+0,7	-2	-1,3	-0,7	+0,1	+1,3	
15°	-0,9	-0,4	+0,3	+1,1	-1,1	-0,3	+0,5	+1,2	+2,3	-1,1	-0,2	-0,6	+1,7	+3,3	
0°	-0,3	+0,3	+1,2	+2,2	-0,4	+0,6	+1,6	+2,5	+3,9	-0,1	+0,9	+1,9	+3,3	+5,3	

### QUESTION 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.

**REP-U52-B-100 - PAGE 3/7**

**QUESTION 1-2**

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

Vé	
ri	
F	
b	

**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		
BC		
CD		
DE		
EF		
FG		
GH		
HI		
IJ		
KL		

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

**QUESTION 1-4**

Rechercher pour chaque angle la valeur du delta « I ».

Angle	Valeur	Détail des calculs si nécessaires	Résultats
« B »			
« C »			
« D »			
« E »			
« F »			
« G »			
« H »			
« I »			
Somme des delta « I » pour une demi-enveloppe			

**QUESTION 1-5**

Rechercher la longueur développée du repère JK.

	Détail des calculs si nécessaire	Résultats
JK Outil à rayonner pour un rayon intérieur de 15 mm		

**QUESTION 1-6**

Rechercher la longueur développée pour une demi-enveloppe.

Détail des calculs si nécessaire	Résultats

**QUESTION 1-7**

Rechercher la longueur développée d'une enveloppe.

Détail des calculs si nécessaire	Résultats

**QUESTION 1-8**

Établir le bon de commande.

Rechercher le nombre de tôles de 4000 x 2000 à commander pour fabriquer les enveloppes. Masse volumique = 7,85 Kg/dm<sup>3</sup>.

Rep	Désignation	Matière	Nb d'enveloppes à fabriquer	Nb de tôles nécessaires	Poids (Kg) commande

**QUESTION 2-1**

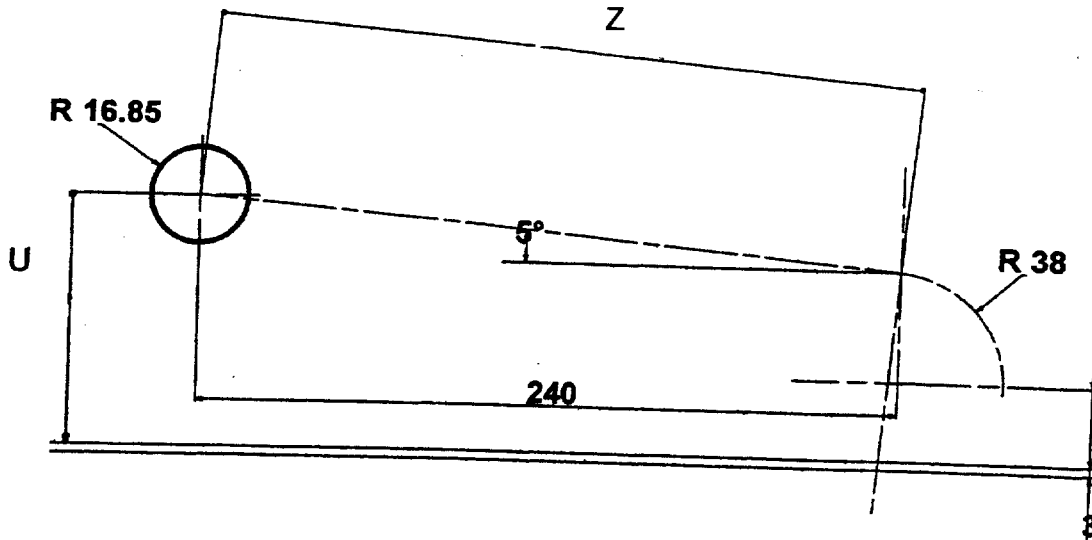
Rechercher la longueur développée du tube d'alimentation des réservoirs de 200 litres et 100 litres rep 10.

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

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

**QUESTION 2-1-1**

Rechercher les cotes U et Z de la tubulure suivant la vue de droite (détailler les calculs).



---

---

---

---

---

---

---

---

**QUESTION 2-1-2**

Rechercher la longueur développée totale d'un tube.

---

---

---

---

---

---

---

---

**QUESTION 2-2**

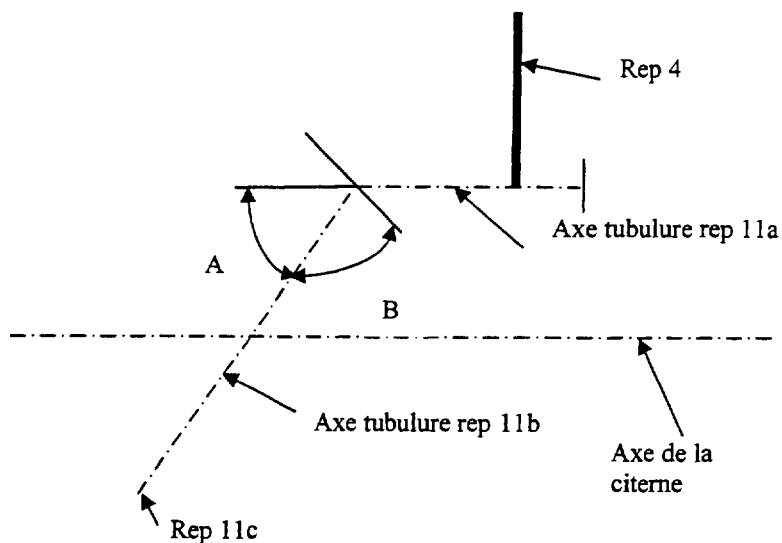
Établir le bon de commande.

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

**QUESTION 3-1**

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




---

---

---

---

---

---

---

---

**QUESTION 3-2**

Rechercher la longueur des parties droites de la tubulure rep 11a,11b et 11c.  
Rep 13 : courbe 3D 90° ; Ø 76,1 - 2 (rayon moyen = 95).

---

---

---

---

---

---

---

---

**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

## DOSSIER « C » ÉTUDE DE L'ASSURANCE QUALITÉ.

Dossier U 52-C	Temps conseillé : 1h 15	Notée sur 20 points	Coefficient : 1
----------------	-------------------------	---------------------	-----------------

Documents à distribuer			
Page de garde	RES-U52-C-100	Page 1/8	Format A3
Énoncé du sujet	RES-U52-C-100	Page 2/8	Format A4
Le document réponse	REP-U52-C-100	Page 3/8	Format A4
Le document réponse	REP-U52-C-100	Page 4/8	Format A4
Le document réponse	REP-U52-C-100	Page 5/8	Format A4
Le document réponse	REP-U52-C-100	Page 6/8	Format A4
Le document réponse	REP-U52-C-100	Page 7/8	Format A4
Le document réponse	REP-U52-C-100	Page 8/8	Format A4

Documents à ramasser			
Le document réponse	REP-U52-C-100	Page 3/8	Format A4
Le document réponse	REP-U52-C-100	Page 4/8	Format A4
Le document réponse	REP-U52-C-100	Page 5/8	Format A4
Le document réponse	REP-U52-C-100	Page 6/8	Format A4
Le document réponse	REP-U52-C-100	Page 7/8	Format A4
Le document réponse	REP-U52-C-100	Page 8/8	Format A4

**À classer et agraffer suivant les consignes dans une feuille de copie modèle EN**

**RES-U52-C-100 - PAGE 1/8**



## Énoncé du sujet :

On formule habituellement les exigences de la qualité totale sous forme de « 5 impératifs » qu'il convient de pratiquer simultanément pour réussir :

- la conformité
- la prévention
- l'excellence
- la mesure
- la responsabilité

Dans un premier temps, il faut cerner, dans l'activité productive, ce qui se répartit en « conforme » et « non conforme ». À partir de ce constat, on élabore un plan de prévention, ce qui conduit toujours à un engagement de dépenses.

Après une certaine période, on constate :

- une diminution sensible du coût de l'évaluation (on est plus sûr de soi) ;
- un gain important sur le coût de non-conformité, ayant éliminé certaines causes de défauts.

**Par différence, on peut juger de l'amélioration réelle de la qualité.**

En second lieu il convient de déterminer le **Coût d'Obtention de la Qualité : C.O.Q.** Cette valeur, globale, est la somme des coûts :

- de prévention
- d'évaluation
- de défaillances internes à l'entreprise
- de défaillances externes

L'entreprise qui fabrique les cuves pour les véhicules incendie est confrontée à un problème de **qualité** par rapport à sa production.

Un bilan de la situation a tout d'abord été établi (pendant une période très courte), dans le but de connaître les points faibles, les sources de défauts, et la façon dont ils se manifestent. À partir de ces constatations chiffrées, **un plan** est envisagé.

Vous étudierez uniquement la période **antérieure** à la mise en place du **plan**.

Pour conduire l'analyse, l'entreprise utilisera un ensemble de tableaux édités par L'A.F.C.E.R.Q. qui sont assez généraux pour couvrir toutes les situations, et que l'entreprise adapte à sa convenance ; c'est ainsi que certaines rubriques pourront rester vides, ou sans objet.

## Travail demandé :

À partir des tableaux des pages suivantes, qui sont le relevé de la situation réelle relevée à un instant donné, vous ferez une analyse pour **déterminer** :

- un classement des **coûts** selon leur importance, globalement et pour chaque domaine ;
- la plus grande source de **défauts**, et les rubriques les plus pénalisantes.

### QUESTION 1-1

Rechercher les coûts des différentes catégories en complétant les tableaux des pages 3/8 ; 4/8 ; 5/8.(REP-U52-C-100)

Tableaux des coûts par catégories

<b>FRAIS DE PRÉVENTION</b>		
<b>Ensemble des dépenses engagées pour éviter qu'une défaillance ne se produise.</b>		
<b>Code</b>	<b>Intitulé</b>	<b>Coût en €</b>
<b>A 1</b>	<b>Gestion de la fonction qualité</b>	
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	
	<b>Sous total A.1</b>	
<b>A.2</b>	<b>Préparation et réalisation des revues</b>	
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
	<b>Sous total A.2</b>	
<b>A.3</b>	<b>Système Qualité relatif aux achats</b>	
A.3.1	Evaluation des fournisseurs	
A.3.2	Spécification d'inspection	
A.3.3	Vérification des ordres d'achats	
<b>A.4</b>	<b>Programmes de formation Qualité</b>	
<b>A.5</b>	<b>Autres dépenses de prévention</b>	
	<b>Total A1 + A2 + A3 + A4 + A5</b>	

## FRAIS D'ÉVALUATION

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

Code	Intitulé	Coût en €
<b>B.1</b>	<b>Qualification industrielle du produit</b>	
<b>B.2</b>	<b>Réception des produits achetés</b>	
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
	<b>Sous total B.2</b>	
<b>B.3</b>	<b>Inspection de la production</b>	
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	Inspection globale	
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	Évaluation 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	
	<b>Sous total B.3</b>	
<b>B.4</b>	<b>Métrie</b>	
B.4.1	Matériels utilisés par l'inspection	43,30
B.4.2	Matériels utilisés par la production	
	<b>Sous total B.4</b>	
	<b>Total B1 + B2 + B3 + B4</b>	

<b>COÛT DES DÉFAUTS INTERNES</b> constatés pendant le processus de production.		
Code	Intitulé	Coût en €
<b>C.1</b>	<b>Rebuts</b>	
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
	<b>Sous total C.1</b>	
<b>C.2</b>	<b>Retouches</b>	
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
	<b>Sous total C.2</b>	
<b>C.3</b>	<b>Recherches de défauts</b>	116,90
<b>C.4</b>	<b>Commission des refus</b>	
<b>C.5</b>	<b>Réinspection des produits retouchés</b>	175,80
<b>C.6</b>	<b>Déclassement du produit</b>	43,00
<b>Total C1 + C2 + C3 + C4 + C5 + C6</b>		

<b>COÛT DES DÉFAUTS EXTERNES</b> Défaillances survenues après la vente du produit.		
Code	Intitulé	Coût
<b>D.1</b>	<b>Réclamations</b>	
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	Maifaçon en installation	
D.1.6	Erreur d'étude d'application	
D.1.7	Erreur de conception	
D.1.8	Responsabilité civile et pénale	
	<b>Sous total D.1</b>	
<b>D.2</b>	<b>Perte de clientèle connue</b>	
<b>Total D1 + D2</b>		

**QUESTION 1-2** Établir un classement décroissant des coûts par catégorie

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

Code	Désignation	Coût	%	% cumulé
<b>Total</b>				

**QUESTION 1-3** Quelle est la décision à prendre dans un premier temps ?

---

**QUESTION 2** Analyse du coût de non-conformité :

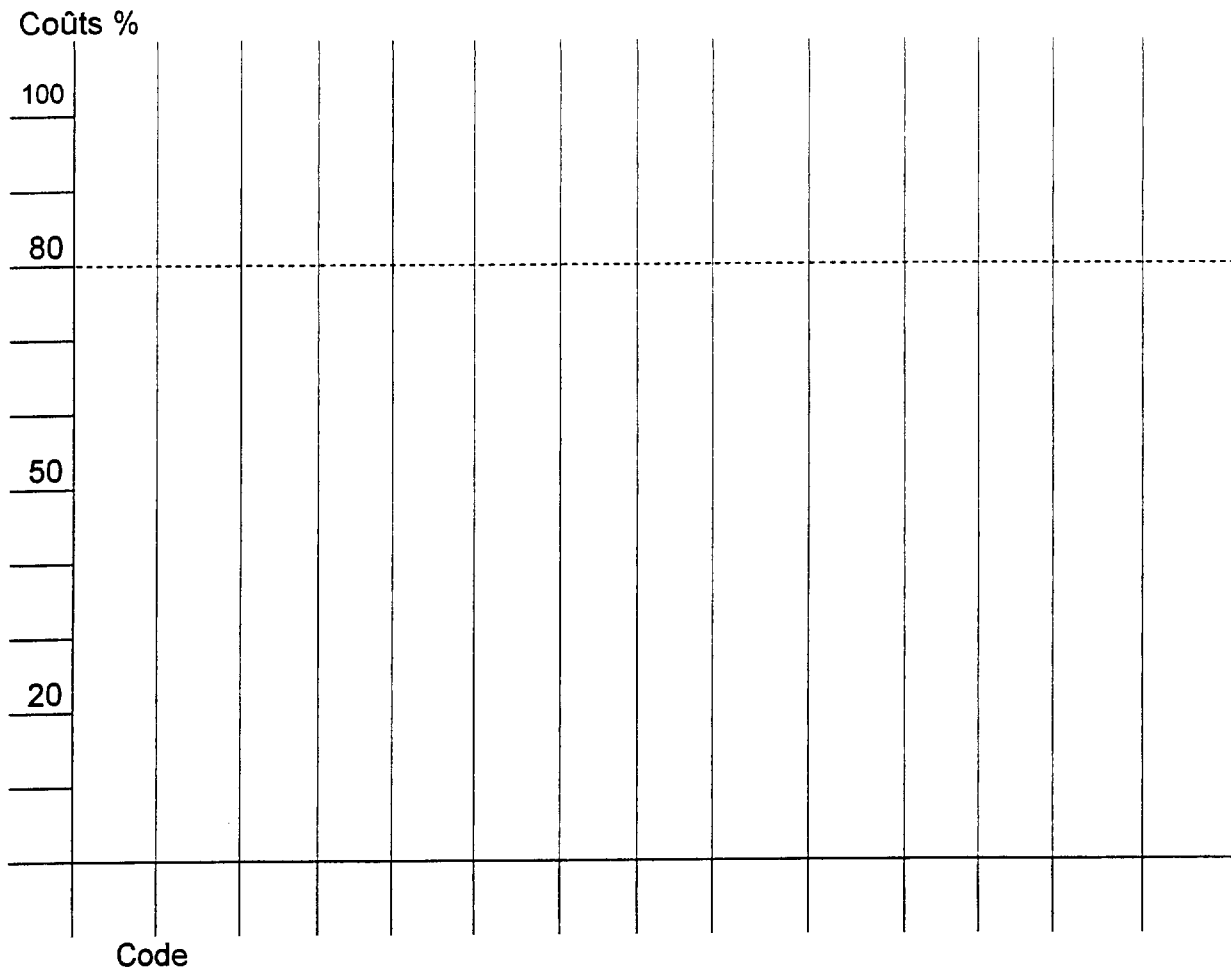
- Défauts internes et défauts externes.

**Coût total**

**QUESTION 2-1** Établir un classement décroissant des coûts par code.

Repère	Désignation	Coût	%	% cumulé
<b>Total</b>				

**QUESTION 2-2** Tracer l'histogramme et la Courbe des % cumulés.



## DOSSIER « D » MÉTALLURGIE

<b>Dossier U 52-D</b>	Temps conseillé : 1h	Notée sur 15 points	Coefficient : 1
-----------------------	----------------------	---------------------	-----------------

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

Documents à ramasser			
Énoncé du sujet	REP-U52-D	Page 2/8	Format A4
Le document réponse	REP-U52-D	Page 3/8	Format A4
Le document réponse	REP-U52-D	Page 4/8	Format A4
Le document réponse	REP-U52-D	Page 5/8	Format A3
Le document réponse	REP-U52-D	Page 6/8	Format A4
Le document réponse	REP-U52-D	Page 7/8	Format A4
<b>À classer et agraffer suivant les consignes dans une feuille de copie modèle EN</b>			



## 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 considérera 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					

### QUESTION 1-B

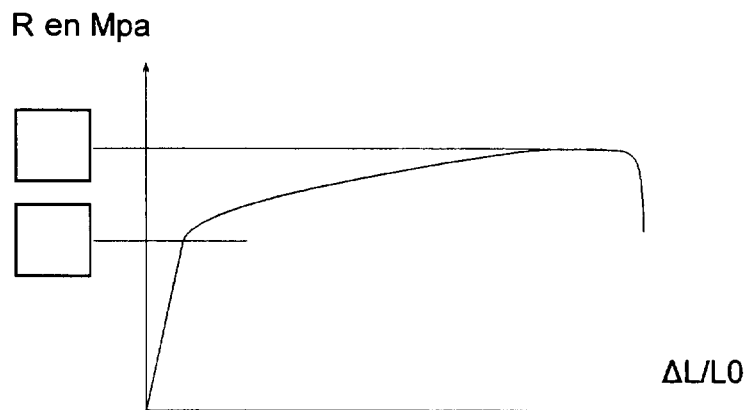
Le Kv en J à  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  nous donne 80 Joules . La norme nous impose un  $K_{cv} \geq 5 \text{ daJ/cm}^2$ . Le métal de base en inox convient-il, sachant que l'éprouvette a une section de 10 mm x 10mm et une entaille en v de 2 mm de profondeur ? Justifiez.

---

---

### QUESTION 1-C

Sur la courbe de traction, positionnez les caractéristiques mécaniques de résistance pour l'acier inoxydable ( $R_p$  et  $R_m$ ).



### 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<sup>er</sup> 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	
316 L	

b) 2<sup>ème</sup> critère : par rapport à l'analyse chimique avec le diagramme de Scheaffler :

Calcul du Chrome équivalent (Cr eq) :

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

Calcul du Nickel équivalent (Ni eq) :

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

Métaux de base :

316 L

Cr eq :

Ni eq :

S 235

J0

Cr eq :

Ni eq :

Métaux d'apport

N°1

Cr eq :

Ni eq :

N°2

Cr eq :

Ni eq :

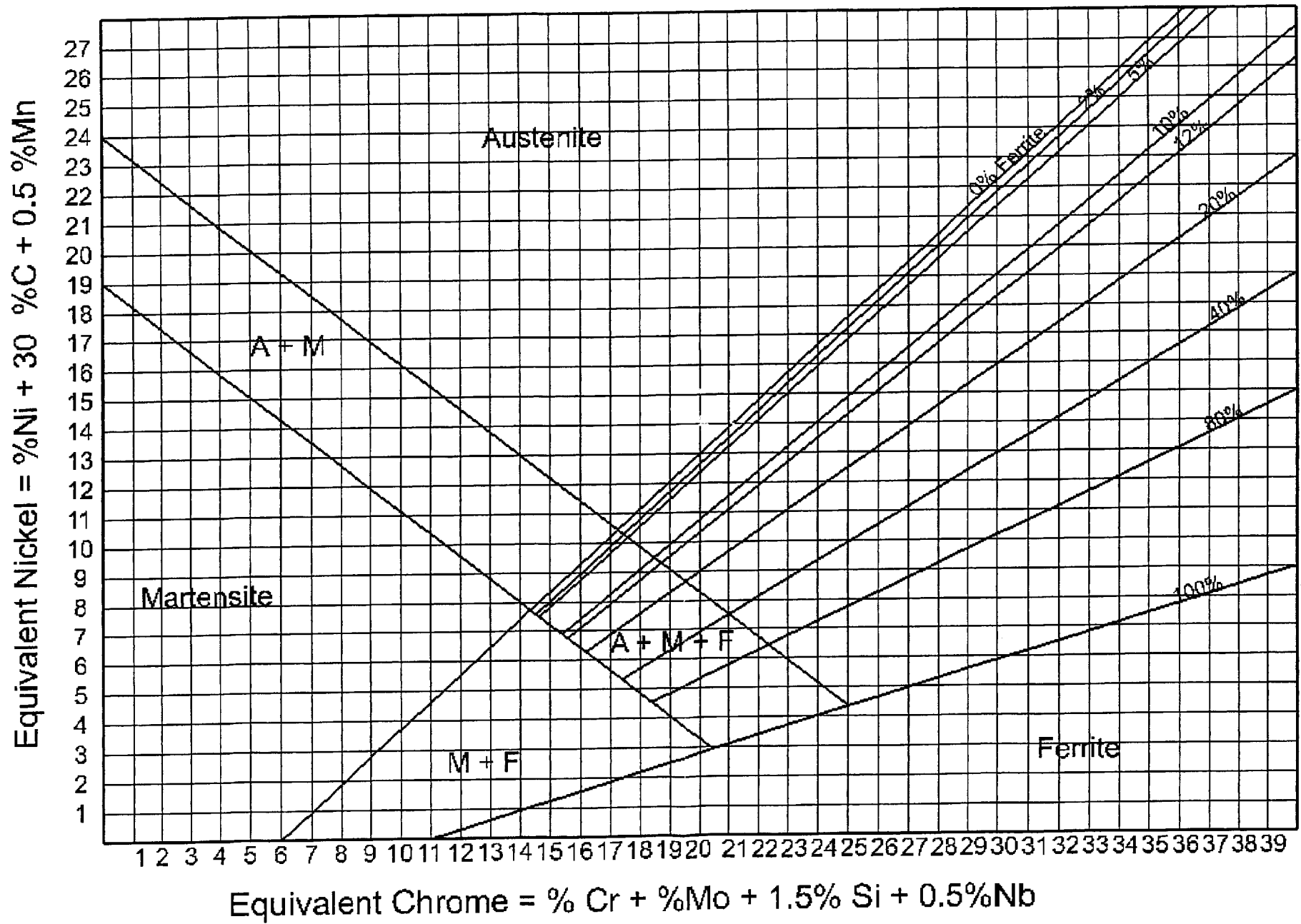
N°3

Cr eq :

Ni eq :

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.



**QUESTION 3 :**

Donnez la définition du rochage.

---

---

**QUESTION 4 :**

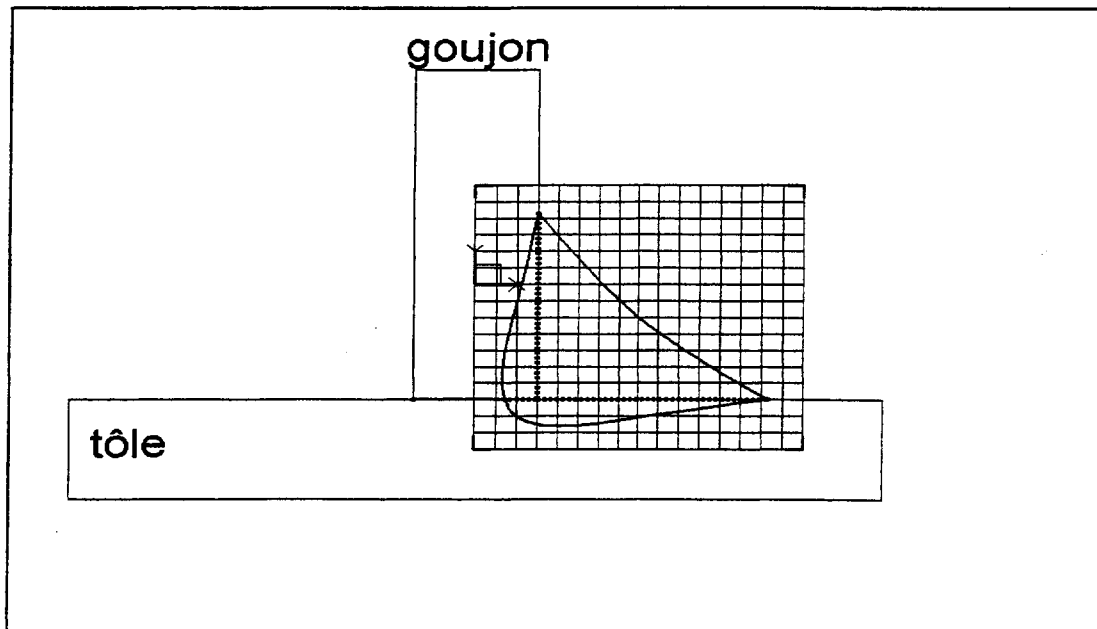
Vérification du taux de dilution du joint soudé.

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		

Taux de dilution réel = \_\_\_\_\_ x 100 = \_\_\_\_\_ %

Vous positionnerez le point D sur le diagramme de scheaffler et vous conclurez.

---

---

---

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)	AK 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)	AK 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 (P) 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)	AK 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