



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Montpellier 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.

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL

« TRAITEMENTS DE SURFACES »

SESSION 2009

**Épreuve E2 :
Étude et préparation d'une production industrielle**

Durée : 4h

Coefficient : 4

CORRECTION

Zingage sur patte d'angle pour le bâtiment

Ce corrigé comporte 13 pages numérotées de 1/12 à 12/12

0906-TDS EPP1

La normalisation

Question 1 - Désignation normalisée du substrat

S 235 JR C : acier non allié d'usage courant de construction (S). Sa limite élastique est de 235 MPa et il contient moins de 0,1% de carbone. Sa résistance à la traction (R_m) est compris entre 340 et 470 N/ mm² et un allongement de $L_0 = 26\%$.

Question 2 – L'épaisseur du revêtement

L'épaisseur du revêtement répondant à la condition d'utilisation sévère est de 25 microns minimal.

Question 3 - Désignation normalisée du revêtement

Cr B (XII) + Zn 25 (I) / S 235 JR C.

Zingage électrolytique de 25 microns minimum avec une finition bleuté sur un acier.

Caractéristique du TS

Question 4 - La fonction du revêtement

La fonction du revêtement de surface envisagé sur la pièce est la protection contre la corrosion car la pièce doit être employer dans des conditions sévères. Son épaisseur et la finition envisager derrière ce dépôt augmente la durée de vie dans le temps.

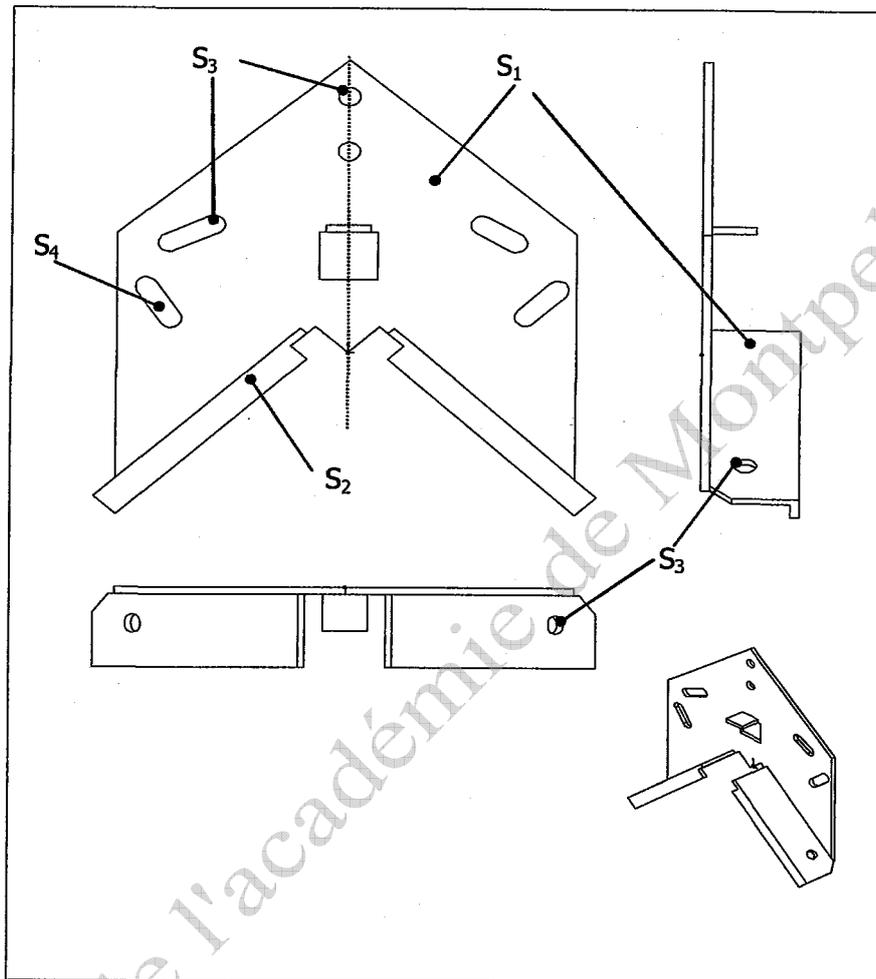
Question 5 - La catégorie de traitement de finition

Il s'agit d'un traitement de conversion chimique. Celui-ci est une finition de passivation par chromatation. Pour améliorer la tenu à la corrosion il serait judicieux de réaliser plutôt une finition jaune irisé car elle tient beaucoup plus contre la corrosion (essais BS) de 2,5 à 3 fois plus qu'une finition bleuté.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES		
SESSION 2009	COEFFICIENT : 4	DURÉE : 4 HEURES
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production		CORRECTION PAGE 1/12

Les calculs pour le traitement

Question 6 - Surface géométrique d'une patte d'angle



Les calculs de surface arrondie à 0,1 dm² par excès.

Ils peuvent être fait en développant les parties pliées

S_1	= parallélogramme	= $b \times h$	avec $b = 65 + 20 = 85 \text{ mm}$ et $h = 51 \text{ mm}$
			$= 85 \times 51 = 4335 \text{ mm}^2$
	Sur 4 surfaces identique		
	$S_1 \times 4 = 4335 \times 4 =$	17340 mm^2	

S_2	= rectangle	= $L \times l$	avec $L = 60 \text{ mm}$ et $l = 7 \text{ mm}$
			$= 60 \times 7 = 420 \text{ mm}^2$

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES

SESSION 2009

COEFFICIENT : 4

DURÉE : 4 HEURES

ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production

CORRECTION

PAGE 2/12

Sur 4 surfaces identique		
$S_2 \times 4 = 420 \times 4 = 1680 \text{ mm}^2$		
S_3	= disque	= $\pi \times R^2$ avec $R = 2,5 \text{ mm}$ = $\pi \cdot 2,5^2 = 19,5 \text{ mm}^2$
Sur 16 surfaces identique		
$S_3 \times 16 = 19,5 \times 16 = 314 \text{ mm}^2$		
S_4	= rectangle	= $L \times l$ avec $L = 10 \text{ mm}$ et $l = 5 \text{ mm}$ = $10 \times 5 = 50 \text{ mm}^2$
Sur 8 surfaces identique		
$S_4 \times 8 = 50 \times 8 = 400 \text{ mm}^2$		

+ S_1	+ S_2	- S_3	- S_4	
+ 17340	+ 1680	- 314	- 400	= 18306 mm ²
TOTAL EN DM ²				= 1,8306 dm ²

Surface total = **1,9 dm²**

Question 7 - Durée du revêtement de zinc

Les formules : $m = 1/96500 \times M/n \times I \times t \times Rc = ep \times \rho \times s =$ masse de revêtement en gramme

$$t = \frac{ep \times \rho \times s \times 96500 \times n}{M \times I \times Rc} = \frac{ep \times \rho \times 96500 \times n}{M \times ddcc \times Rc}$$

Avec $t =$ temps en seconde

$n =$ valence

$Rc =$ rendement cathodique en %

$ep =$ épaisseur en dm

$M =$ masse molaire en g/ mol

$\rho =$ masse volumique en g/dm³

$ddcc =$ densité de courant cathodique en A/dm²

pour le calcul :

$$t = \frac{ep \times \rho \times 96500 \times n}{M \times ddcc \times Rc} = \frac{25 \cdot 10^{-5} \times 7140 \times 96500 \times 2}{65,4 \times 3 \times 0,85} = 2065 \text{ secondes}$$

$$t = 2065 / 60 = 34,42 \text{ minutes}$$

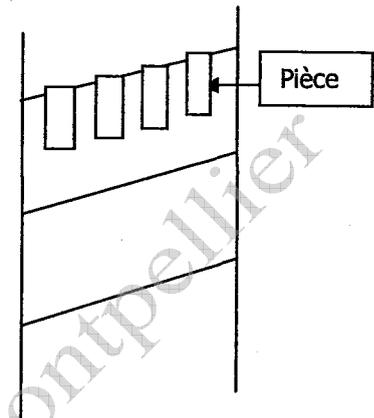
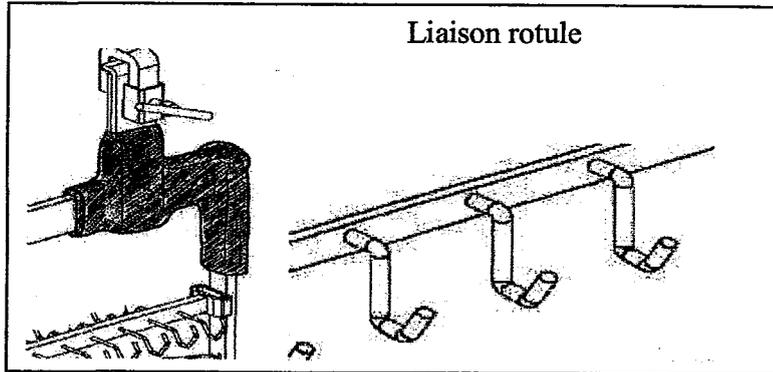
soit 34 minutes et 25 secondes donc **35 minutes**

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES		
SESSION 2009	COEFFICIENT : 4	DURÉE : 4 HEURES
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production		CORRECTION PAGE 3/12

Les outils pour le traitement

Question 8 - montage industriel

Pour le zingage un point de liaison est suffisant.



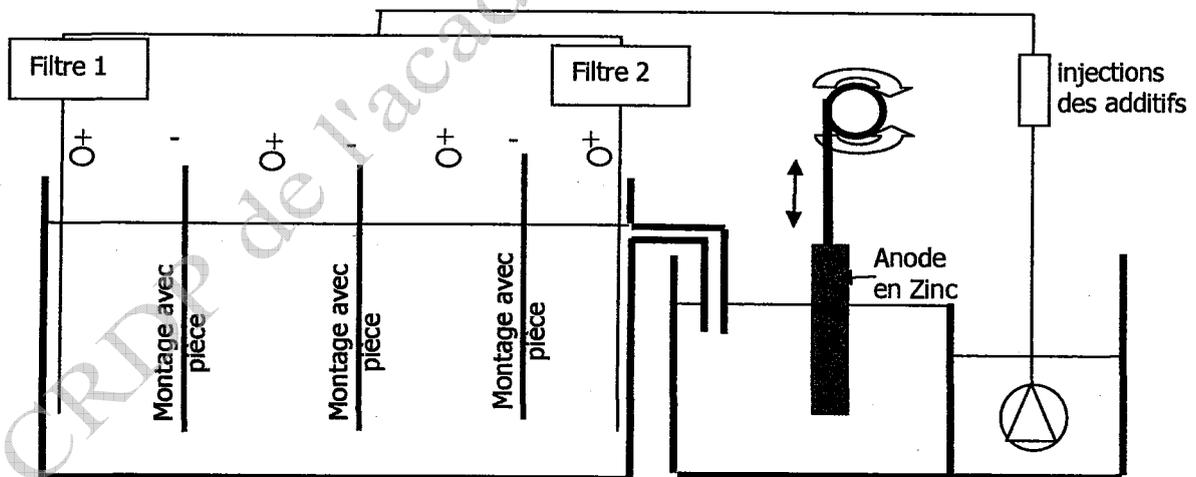
Question 9 - Cuve de zingage à trois poste

Réponse : document n°2

La figure suivante montre une vue en coupe d'une cuve de zinc travaillant en anode insoluble.

Complétez ce dessin avec les équipements prévu pour un bon fonctionnement :

Exemples :- Anodes - cathodes – cuve annexe – filtres – pompes – zinc metal - ...etc.....



CUVE DE TRAVAIL

CUVE ANNEXE (de dissolution)

Pendant les périodes d'inactivité, le zinc en contact avec les paniers en acier se dissout et sa concentration augmente avec le bain. Il est donc nécessaire de retirer les anodes solubles de la cuve pendant les périodes d'inactivité.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2009	COEFFICIENT : 4	DURÉE : 4 HEURES	
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production		CORRECTION	PAGE 4/12

Sur les installations de grande capacité, on peut s'affranchir de cette obligation par le dispositif suivant :- La cuve de travail est totalement équipée d'anodes en acier.

Dans une cuve annexe, en communication avec la cuve de travail, on procède à la dissolution du zinc nécessaire à l'équilibre de l'électrolyte.

L'ensemble des équipements doivent être parfaitement nettoyés avant la mise en service.

La cuve est en acier doux ou revêtu. Les anodes en Zinc (Pureté: 99,99%) et des tôles d'acier de surface la plus grande possible pour obtenir un rapport 2/1. Les anodes devront être placées dans une cuve de dissolution séparée des cuves de travail. Le bain contiendra uniquement des anodes insolubles en acier doux. L'agitation est mécanique. La filtration en continue avec un débit de 1 à 2 volumes de bain/heure, avec des éléments filtrants de 10 microns (toile ou cartouche).

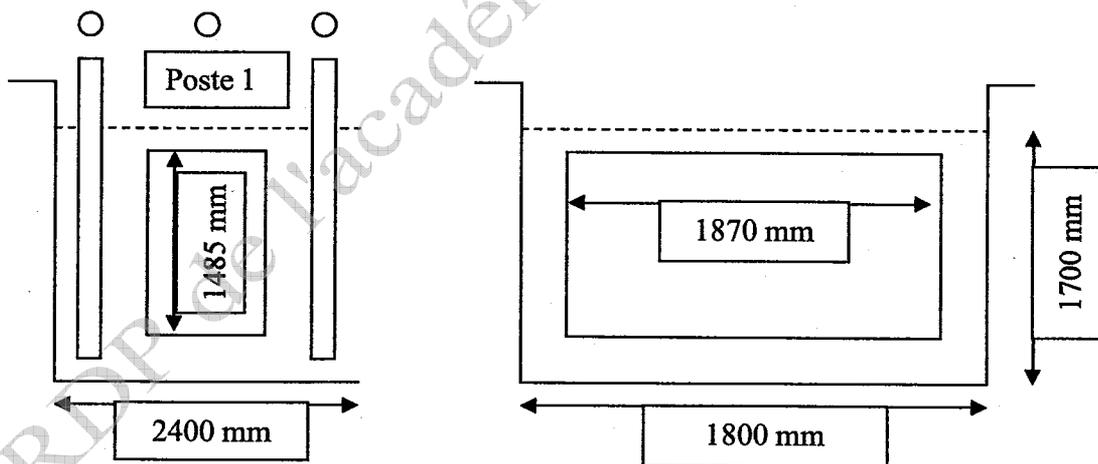
Une aspiration est souhaitable ainsi que le chauffage ou le refroidissement.

Question 10 - Nombre maximal de pièces par montage

Les dimensions de la zone utiles de la cuve de zingage

$$H_{\text{utile}} = 1800 - 100 (\text{niveau liquide}) - 150 (\text{fond de cuve}) - 65 (\text{par rapport au niveau}) = 1485 \text{ mm}$$

$$L_{\text{utile}} = 2000 - 2 \times 65 (\text{par rapport aux parois}) = 1870 \text{ mm}$$

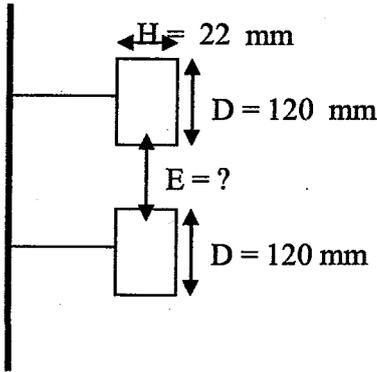


Calcul du nombre de pièces dans la hauteur et dans la longueur

Les dimensions de la pièce : D = 120 mm et H = 22 mm

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2009	COEFFICIENT : 4	DURÉE : 4 HEURES	
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production		CORRECTION	PAGE 5/12

Le traitement réalisé sur la pièce sera un zingage alcalin électrolytique. Revêtement de classe I.



<p>pour $D > 50$, $E = \frac{H}{4} + 25$</p> <p>pour $D > 50$, $E = \frac{22}{4} + 25 = 30,5 \text{ mm}$</p>
--

<p>Dans la longueur : $l = 1870 \text{ mm}$</p> <p>$D_{\text{pièce}} = 102 \text{ mm}$ $E_{\text{espacement}} = 30,5 \text{ mm}$</p> <p>$\Delta X =$ nombre de pièce en longueur.</p> <p>$\Delta X \times (D + E) + D = l$</p> <p>$\Delta X \times (102 + 30,5) + 102 = 1870$</p> <p>$\Delta X = 13,34$ pièces soit 14 pièces</p>	<p>Dans la hauteur : $l = 1485 \text{ mm}$</p> <p>$D_{\text{pièce}} = 120 \text{ mm}$ $E_{\text{espacement}} = 30,5 \text{ mm}$</p> <p>$\Delta Y =$ nombre de pièce en hauteur.</p> <p>$\Delta Y \times (D + E) + D = l$</p> <p>$\Delta Y \times (120 + 30,5) + 120 = 1485$</p> <p>$\Delta Y = 9,06$ pièces soit 10 pièces</p>
<p>Sur un montage on dispose $14 \times 10 =$ 140 pièces</p>	

Question 11 - Cuve de rinçage

Rinçage dit ECO : Il s'agit d'un rinçage statique, non alimenté en eau et jamais vidangé, dans lequel les pièces sont immergées avant et après l'immersion dans le bain. Sa concentration se stabilise à la moitié de celle du bain : la concentration des entraînements est ainsi réduite de moitié. Le nombre peut être augmenté, la concentration se stabilise alors à des niveaux encore inférieurs. Cette technique n'entraîne pas de variations de volume et s'applique aux bains froids ou faiblement chauffés ($< 40^\circ\text{C}$).

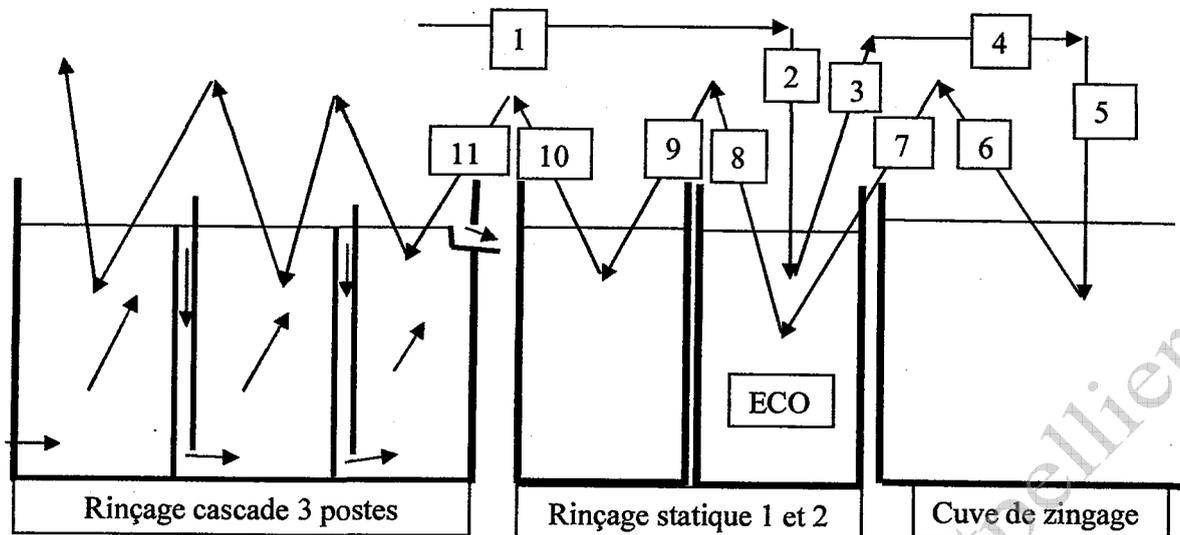
Rinçage cascade trois compartiments : L'eau est introduite dans la dernière cuve de rinçage et passe en cascade jusqu'à la première, soit à contre courant du transfert des pièces.

Ils permettent de réduire considérablement le débit d'eau. Ils peuvent être de 2 voire 3 ou 4 postes suivant le traitement qui les précède.

Réponse : document n°3

Expliquez par des flèches noires numérotées la direction de déplacement des pièces ;
Par des flèche bleues le sens de circulation de l'eau de rinçage (arrivée et évacuation).

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES		
SESSION 2009	COEFFICIENT : 4	DURÉE : 4 HEURES
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production	CORRECTION	PAGE 6/12



Question 12 – Calcul du débit

Les données sont : rapport de dilution Rd de 750 et un entraînement E = 0,72 l/m²

La surface traitée de 2,8 m² par montage et 9 montages par heure
soit 2,8m² x 9 = 25.2 m²/h.

q = entraînement en l/h = 0,72 x 25.2 = 18,14 l/h

Question 13 – Calcul du débit

Calcul du débit : $Q = q \times \sqrt[3]{Rd} = 18.14 \times \sqrt[3]{750} = 164.85 \text{ l/h}$

Le débit à appliquer au rinçage est de 164.85 l/h.

Calculs de production

Question 14 - Gamme opératoire de traitement pour une pièce

- ➔ Nature du substrat : acier non allié S 235 JR C
- ➔ Surface arrondie au 10^{ème} de dm² supérieur : 1,9 dm²
- ➔ Désignation normalisée de la gamme : Cr B(XII) / Zn 25 (I) / S 235 JR C

n°	Opération	T /°C	Agitation			Filtration		ddcc /A.dm ²	I /A	Rc	t /min	Observations Commentaires
			air	Méc.	non	OUI	non					
00	Montage / chargement										/	1 point de contacte
01	Dégraissage chimique poste1	60		x			x				5'	Module de déshuilage
02	Dégraissage chimique poste2	60		x			x				5'	
03	RINCAGES STATIQUE	Amb.									0,5'	
04	RINCAGES CASCADE	Amb.									1	3 compartiments

BACCALURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES		
SESSION 2009	COEFFICIENT : 4	DURÉE : 4 HEURES
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production		CORRECTION PAGE 7/12

05	Décapage chlorhydrique	Amb.			x		x					2'	Pièces moyennement oxydée. inhibiteurs d'attaque.
06	RINCAGES STATIQUE	Amb.										0,5'	
07	RINCAGES CASCADE	Amb.										1	3 compartiments
08	Dégraissage électrolytique anodique	60			x		x	8	15,2			0,5'	
09	RINCAGES STATIQUE	Amb.										0,5'	
10	RINCAGES CASCADE	Amb.										1	3 compartiments
11	RINCAGES ECO	Amb.										0,5'	Rinçage du zinc
12	Zingage alcalin	25°C		x		x		3	5,7	0,85		35'	
13	RINCAGES ECO	Amb.										0,5'	
14	RINCAGES STATIQUE	Amb.										0,5'	
15	RINCAGES CASCADE	Amb.										1	3 compartiments
16	Brillantage nitrique	Amb.			x		x					0,5'	
17	RINCAGES courant	Amb.										0,5	
18	Finition bleutée	20°C			x		x					0,5	
19	RINCAGES STATIQUE	Amb.										0,5'	
20	RINCAGES CASCADE	Amb.										1	3 compartiments
21	Séchage / Soufflage	45°C										2,5'	
22	Démontage / déchargement											/	

Pas de dégazage sur les pièces Rm < 1100 M Pa

Temps de gamme : 60'

N°	Désignation de l'opération	Composition qualitative	Concentration
01 Et 02	Dégraissages chimiques	NaOH Na ₂ CO ₃ Na ₂ SiO ₃ Gluconate de sodium Tensio-actif	40 g/L 20g/L 20 g/L 5 g/L 1g/L
05	Décapage chlorhydrique	HCl Inhibiteurs d'attaque	50% en volume
08	Dégraissage électrolytique anodique	- Na ₃ PO ₄ - Na ₂ CO ₃ - EDTA - Mouillants	40 30 5 1

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2009	COEFFICIENT : 4	DURÉE : 4 HEURES	
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production		CORRECTION	PAGE 8/12

12	Zingage alcalin	ZnO NaOH Agent d'addition : Base Agent d'addition : brillanteurs	17,5 120 20 à 25 ml/l 1,5 ml/l
16	Brillantage nitrique	HNO ₃	< 1%
18	Finition bleutée	Bain de nouvelle génération sans Cr ^{VI}	

Question 15 – Nombre de pièce traitée dans la journée

Temps de travail de 6 h 00 à 22 h 00 soit 16h00

Temps de gamme : 60 minutes : 1 heure

Temps de préparation : 17,5'

Nombre de pièces par montage : 140

Nombre de poste de zinc : 6

Le fonctionnement avec les deux automates fait que les 6 bains de zinc ne sont pas utilisés en totalité dans la première heure.

La production est donc de : $15 \times 140 \times 6 = 12600$ pièces / jour.

La sécurité

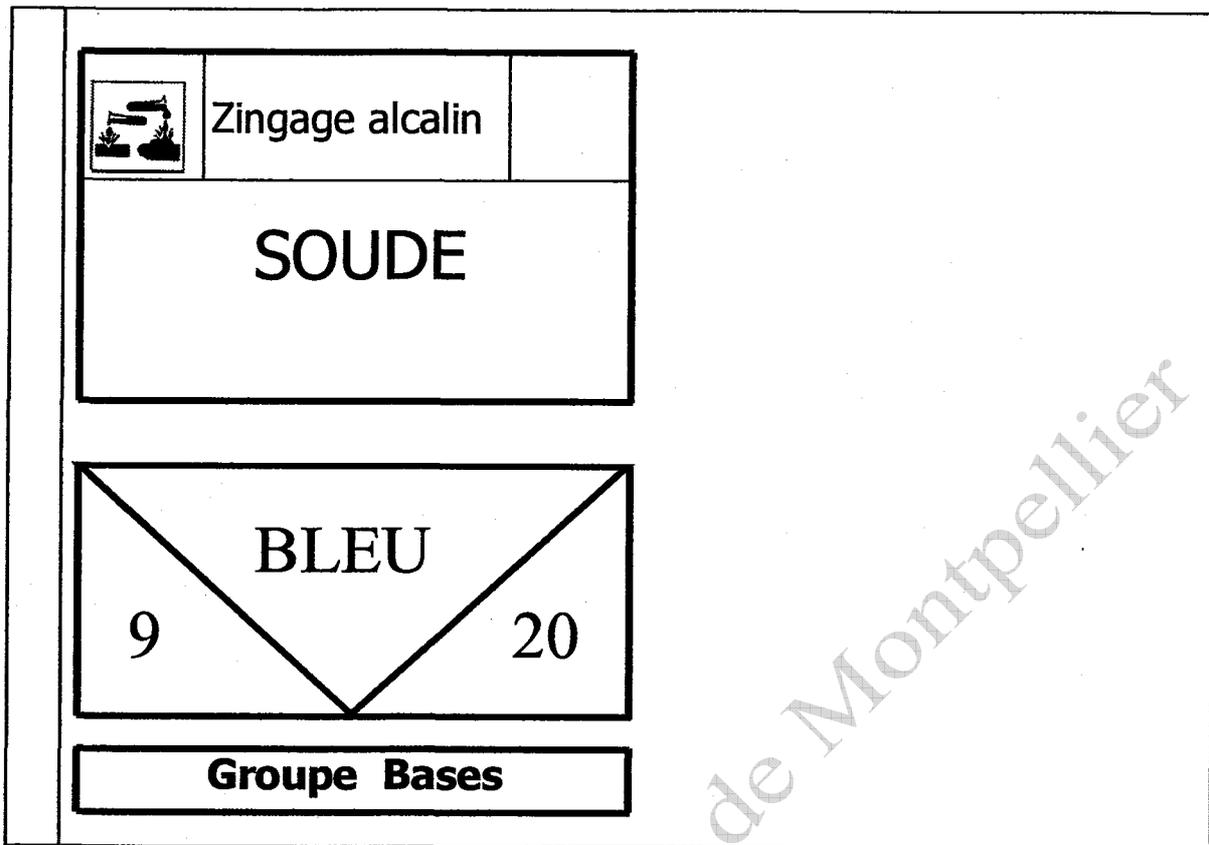
Question 169 – l'étiquette du zinc

Réponse : document n°6

Donnez l'étiquette de sécurité apposée sur le bain de zingage alcalin.

Vous avez à votre disposition l'ensemble des pictogrammes utilisés en traitements de surfaces.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2009	COEFFICIENT : 4	DURÉE : 4 HEURES	
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production		CORRECTION	PAGE 9/12



La maintenance

Question 17 – moteur de filtration

Pour remplacer le moteur tomber en panne, il nous faut connaître le volume du bain de zingage :

$$\text{Volume du bain de zinc} = L \times H \times l = 2000 \times (1800 - 100) \times 2400 = 8,16 \cdot 10^9 \text{ mm}^3.$$

Soit un volume de $8,16 \text{ m}^3$.

Le fournisseur nous conseille une filtration de 2 volumes de bain / heure.

Chaque cuve dispose de 2 filtres donc chaque filtre doit avoir un débit de $8,16 \text{ m}^3 / \text{h}$.

Il faut un moteur pouvant avoir un débit supérieur à $8,16 \text{ m}^3 / \text{h}$ mini ; pour cela il nous faudra un moteur M100 d'une capacité supérieur de $10 \text{ m}^3 / \text{h}$ avec une puissance moteur de $0,75 \text{ KW}$.

Question 18 – filtre à cartouche

La référence du filtre avec un moteur de M 100 est L 51.

Ce filtre possède un ensemble filtrant de 7 cartouches.

On change 3 fois par mois les cartouches des 4 filtres de ces 2 bains de zinc.

Soit au bilan : $3 \times 2 \times 2 \times 7 = 84$ cartouche par mois.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2009	COEFFICIENT : 4	DURÉE : 4 HEURES	
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production		CORRECTION	PAGE 10/12

Le contrôle

Question 19 – contrôle d'épaisseur

La méthode employée est l'induction magnétique.

• Principe

On utilise en induction magnétique une sonde uni (figure 1) ou bipolaire sur laquelle se trouvent deux enroulements :

- un bobinage primaire parcouru par un courant alternatif basse fréquence. Il crée un champ magnétique B ;
- un bobinage secondaire qui récupère les perturbations du champ magnétique primaire.

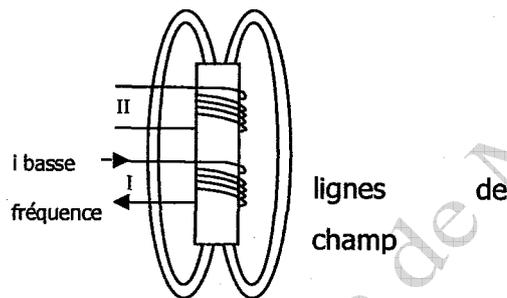


Fig 1 - Sonde unipolaire utilisée en induction magnétique

Lorsque l'on approche ce champ magnétique primaire d'un support ferromagnétique (aimantable), les lignes de champ sont perturbées (attraction dans le support ferromagnétique) et cette variation est mesurée par le bobinage II.

Plus l'épaisseur du revêtement non ferromagnétique est importante, moins la perturbation de B sera forte : cette relation est linéaire. Il est donc possible grâce à un étalonnage de relier ΔB et e_p (figure.2).

BACCALURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES		
SESSION 2009	COEFFICIENT : 4	DURÉE : 4 HEURES
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production		CORRECTION PAGE 11/12

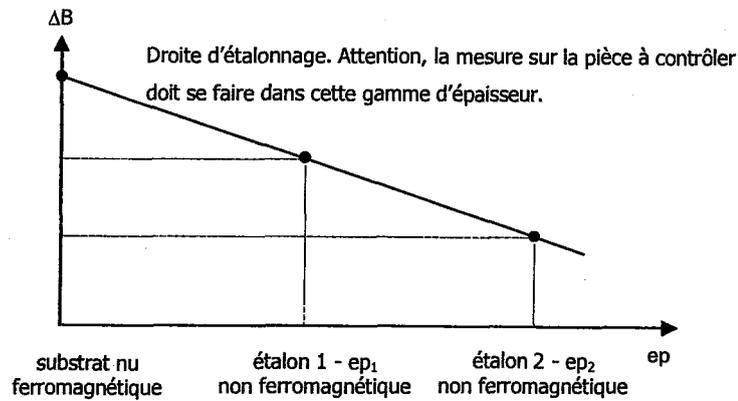


Fig .2 - Principe de l'étalonnage de l'induction magnétique

• Qui sur qui ?

Revêtement : non ferromagnétique.

Substrat : ferromagnétique.

• Avantages

- contrôle non destructif ;
- on peut réaliser de l'autocontrôle ;
- coût.

• Inconvénients

- monocouche ;
- la mesure doit se faire sur une surface plane. La rugosité, le rayon de courbure modifient les valeurs trouvées. Il faut alors appliquer un coefficient correctif ;
- garder une pièce non traitée comme base de l'étalonnage.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES		
SESSION 2009	COEFFICIENT : 4	DURÉE : 4 HEURES
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production	CORRECTION	PAGE 12/12