

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

« TRAITEMENTS DE SURFACES »

SESSION 2006

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

Durée : 4h

Coefficient : 4

SUJET :

Chromage décoratif sur flaconnerie cosmétique ABS

Aucun document autorisé
Calculatrice autorisée

Ce sujet est composé de 14 pages numérotées de 1/14 à 14/14

- *Mise en situation de 1/14 à 3/14*
- *Questions de 4/14 et 5/14*
- *Ressources 6/14 à 11/14*
- *Réponses 12/14 à 14/14*

Mise en situation

- L'entreprise

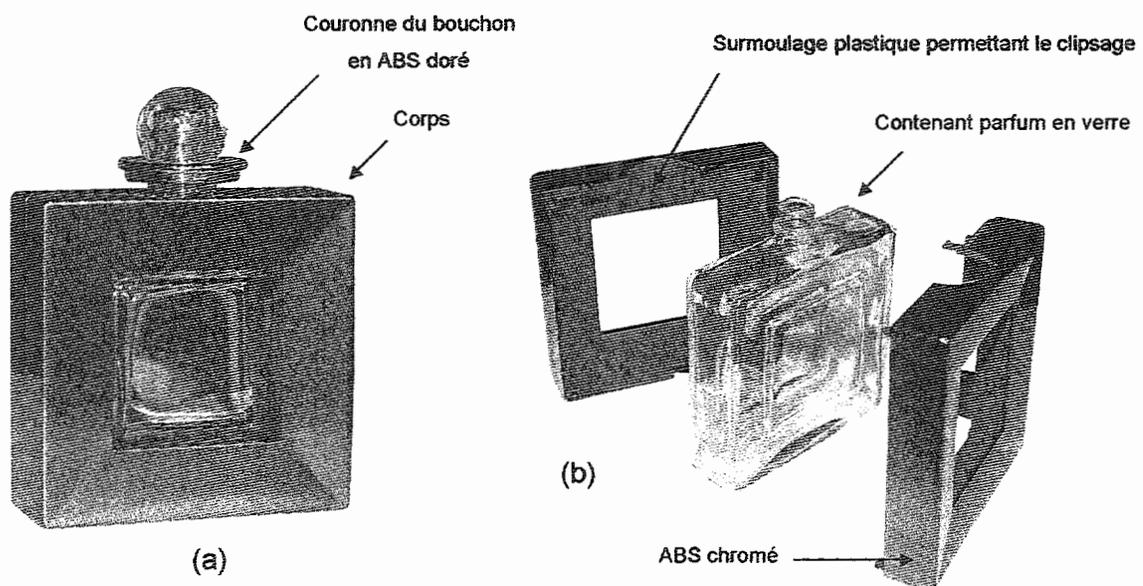
La métallisation des matières plastiques est devenue, depuis une trentaine d'années, un procédé couramment utilisé, notamment dans l'industrie cosmétique. Cette technique permet en effet d'allier les performances de légèreté, de flexion et de prix d'un polymère avec les fonctions décoratives, de dureté et de résistance à la rayure d'un revêtement métallique.

L'entreprise *PLASTIMETAL*, implantée à Clermont-Ferrand, s'est spécialisée dans ce type de traitement et plus particulièrement dans la métallisation de l'ABS. Cette entreprise travaille pour les grands donneurs d'ordre de la cosmétique et propose des finitions dorées, bronzées, gris fusil (co-dépôt étain/nickel), chromées déclinées en brillant, satiné ou mat.

- Le substrat

La production dont vous avez la charge est la suivante : il s'agit d'un chromage décoratif sur un corps de flacon de parfumerie en ABS. Les résines ABS représentent l'un des mélanges les plus précieux de résine et d'élastomère et leur succès est dû aux excellentes propriétés provenant de cette alliance. Les trois monomères de base utilisés pour leur préparation sont : l'acrylonitrile, le butadiène et le styrène. Leurs propriétés fondamentales sont la ténacité, la résistance aux chocs et la dureté superficielle.

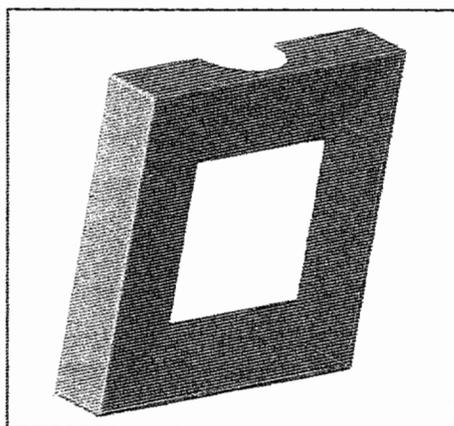
Un modèle de flacon et son éclaté sont représentés sur la figure 1.



Il est composé :

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2006	COEFFICIENT : 4	DURÉE : 4 HEURES	
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production		SUJET	PAGE 1/14

- d'un bouchon : assemblage d'un polycarbonate cristal et d'une couronne en ABS finition dorée ;



- d'un corps : il s'agit d'un contenant en verre sur lequel vient se clipser un ensemble ABS chromé surmoulé. La figure 2 présente une vue de la partie ABS de ce corps

Figure 2 - Partie ABS du corps de flacon

Le document ressource 1 présente le schéma coté du corps ABS.

Vous avez la charge de traiter les corps ABS de 5.000 flacons de parfum soit 10.000 unités.

- Traitement réalisé

On distingue deux phases dans le traitement des corps ABS : la gamme chimique (document ressource n°2) et la gamme électrolytique. La gamme chimique a pour but de rendre la surface de l'ABS conductrice par création d'une fine couche de 0,5 μ m de nickel obtenue chimiquement.

Puis, la gamme électrolytique débute par un pré-cuivrage de 2 μ m : cette opération permet de renforcer le mince dépôt de nickel chimique afin de pouvoir travailler à des densités de courant plus élevées par la suite.

Enfin, les dépôts de charge et de finition sont réalisés :

- 18 μ m de cuivre : rigidifie la pièce tout en lui donnant un aspect brillant ;
- 10 μ m de nickel brillant : renforce l'aspect brillant ;
- 0,5 μ m de chrome décor : finition demandée par le client.

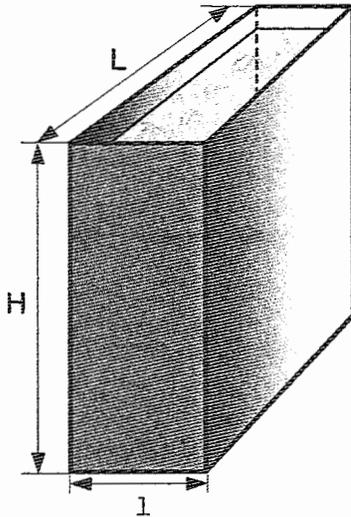
Seule la face visible en utilisation devra répondre aux exigences du cahier des charges.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2006	COEFFICIENT : 4	DURÉE : 4 HEURES	
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production		SUJET	PAGE 2/14

• Moyen de production

L'entreprise PLASTIMETAL dispose d'une chaîne de métallisation ABS. Sa configuration est en U avec une étape de transfert après le rinçage du pré-cuivrage. Ce transfert dure 30 secondes.

Toutes les cuves identiques (figure 3) ont les dimensions suivantes :



Longueur de cuve L : 2000 mm

Hauteur de cuve H : 1100 mm

largeur de cuve : 500 mm

Les bains sont agités par insufflation d'air lorsque cela est nécessaire. Les cuves sont remplies jusqu'à 10 cm du rebord.

Figure 3 - Cuve type de l'entreprise

L'intensité maximale des différents redresseurs est :

- pré-cuivrage : 1 000A
- cuivrage de charge : 2 000A
- nickelage brillant : 2 500A
- chromage décoratif : 10 000A

• Données sur les bains de traitements

	ddcc (A/dm ²)	Rendement cathodique	Vd (μm/h)
Nickelage chimique	-	-	15
Pré-cuivrage acide, valence=2	2	95%	-
Cuivrage de charge	5	95%	-
Nickelage brillant	6	98%	-
Chromage décoratif	18	17%	-

Les données physico-chimiques des métaux déposés (masse volumique, masse molaire) sont regroupées dans la classification périodique en document ressource 5.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2006	COEFFICIENT : 4	DURÉE : 4 HEURES	
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production		SUJET	PAGE 3/14

Questions

• Caractéristiques du traitement

- 1- Donner sous forme normalisée la désignation du traitement.
- 2- Calculer la surface électrolysable du corps ABS. Vous arrondirez votre résultat au $1/10^{\text{ième}}$ de dm^2 supérieur.
- 3- Donner la formule littérale du temps d'un dépôt chimique en fonction de l'épaisseur de dépôt et de la vitesse de déposition (Vous indiquerez les unités employées).
En déduire le temps de nickelage chimique (Vous arrondirez le résultat à la minute supérieure).
- 4- Donner la formule littérale du temps d'un dépôt électrolytique en fonction des paramètres d'électrolyse (Vous indiquerez les unités employées).
En déduire les temps des différents dépôts électrolytiques. (Vous arrondirez le résultat à la minute supérieure).
- 5- Donner la formule littérale de l'intensité utilisée en fonction de la surface traitée et de la densité de courant cathodique (Vous indiquerez les unités employées).
En déduire les intensités utilisées pour traiter une pièce.
- 6- Calculer le nombre maximal de corps ABS pouvant être traités sur un montage en tenant compte des contraintes d'espacement. Vous pourrez vous aider du document ressource n°3. Vérifier que le nombre total de pièces soit compatible avec l'intensité maximale des redresseurs.
- 7- Proposer une solution de montage industriel. Vous pourrez vous aider d'un ou plusieurs schéma montrant la position des pièces dans le bain ainsi que la liaison pièce / montage. Quelle est la nature du montage ?

• Sécurité

- 8- Compléter l'étiquette de sécurité du bain de chromage décoratif sur le document réponse 2. Il s'agit du bain n°25 sur la chaîne de production n°2.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2006	COEFFICIENT : 4	DURÉE : 4 HEURES	
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production		SUJET	PAGE 4/14

- Calculs de production

9- Rédiger la gamme opératoire pour une pièce sur le document réponse 1. Vous débuterez cette gamme par l'étape 15 correspondant au début de la gamme électrolytique. Vous indiquerez les compositions qualitatives et quantitatives des bains de traitements sur la page 13/14.

10- *PLASTIMETAL* fonctionne en production du lundi au vendredi, (en continu deux huit) (05h00/13h00 et 13h00/21h00). Les samedi et dimanche sont réservés à la maintenance des ateliers.

Calculer le temps nécessaire à la production de votre série de pièces. Vous donnerez l'heure d'arrêt le dernier jour si la production a débuté le lundi matin.

- Maintenance

11- Calculer la quantité d'électricité totale (exprimée en A.h) consommée au poste de cuivrage de charge pour la totalité de la production dont vous avez la responsabilité.

12- En vous aidant du document ressource n°6 :

- a. Calculer la quantité de chacun des additifs consommés lors de l'électrolyse pour la totalité de la production.
- b. Sachant que les entraînements sont évalués à $0,5\text{ml.m}^2$, et que la surface d'un montage cathodique est de 20dm^2 : Calculer la quantité des additifs consommés par entraînement pour la totalité de la production.
- c. Calculer les quantités d'additifs à rajouter dans le bain.

13- Citer les opérations de maintenance de premier niveau à effectuer avant le démarrage de la production sur le bain de cuivrage de charge.

- Contrôles

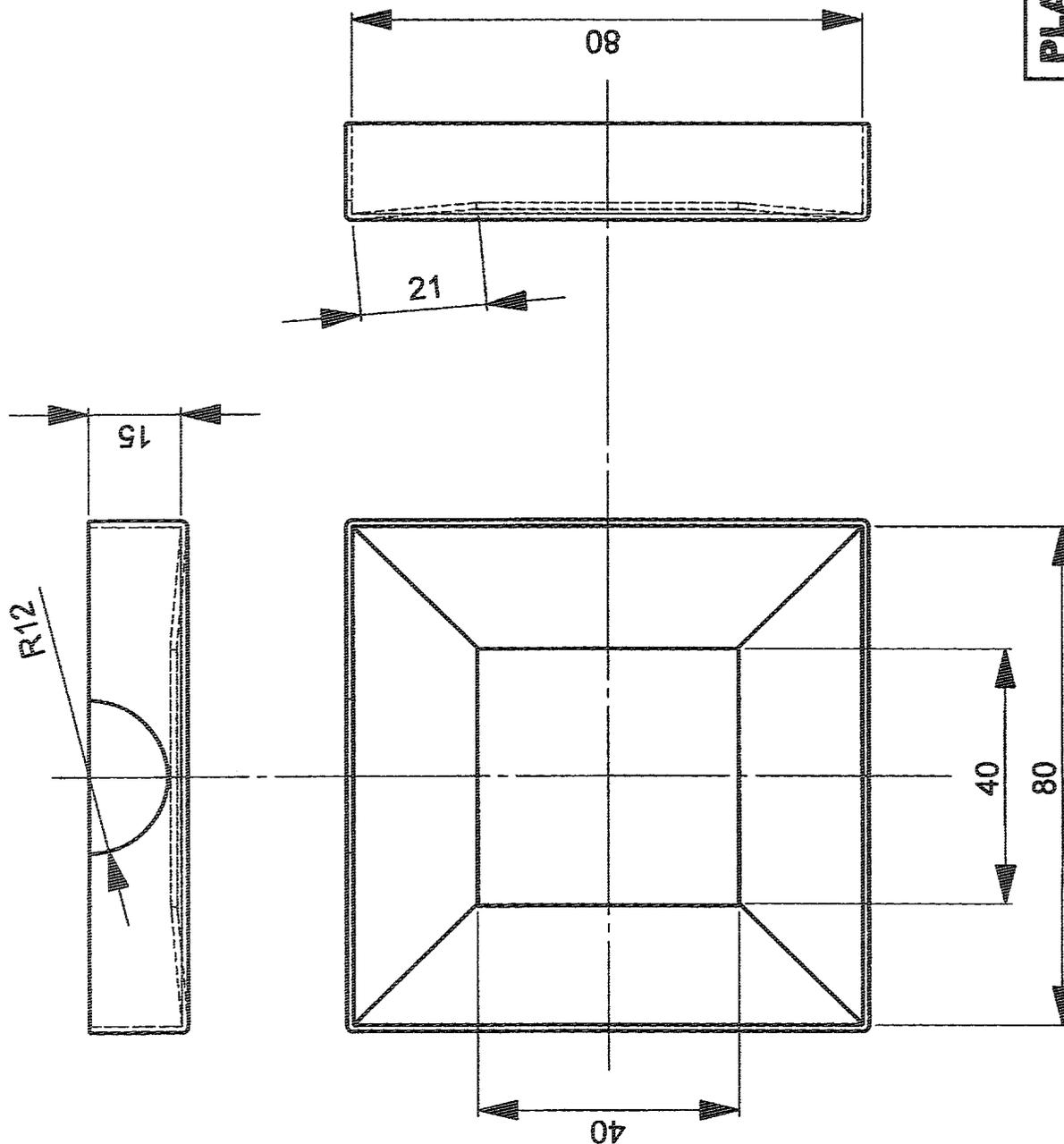
14- Citer les différents contrôles à effectuer sur le produit fini en relation avec son utilisation.

Barème : sur 100 points

Question	Points	Question	Points	Question	Points	Question	Points
1	3	5	6	9	10	13	7
2	6	6	11	10	8	14	8
3	6	7	8	11	6		
4	7	8	6	12	8		

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES							
SESSION 2006		COEFFICIENT : 4		DURÉE : 4 HEURES			
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production				SUJET		PAGE 5/14	

PLASTIMETAL	Corps de flacon ABS	Ref:	20/A
		Finition: chrome décor	
Unité de Clermont-Ferrand			



BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2006	COEFFICIENT : 4	DURÉE : 4 HEURES	
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production		SUJET	PAGE 6/14

Ressources : document n°2

Ce document présente la préparation à la métallisation d'une pièce ABS. La suite de cette gamme dépend des dépôts de charge envisagés et de la finition.

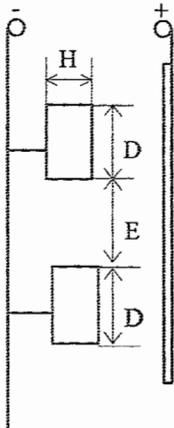
	n°	Opération	Rôle	Composition	T (°C)	ep (µm)	ddcc (A/dm²)	vd (µm/h)	t (min)
GAMME CHIMIQUE	1	Cleaner	Action dégraissante et augmente la mouillabilité de la pièce	Solution PM900	60	-	-	-	5
	2	Rinçages cascade			Amb.	-	-	-	1
	3	Décapant	Satinage sulfochromique. L'anhydride chromique CrO ₃ détruit les particules de butadiène créant ainsi une microporosité (φ=1µm)	CrO ₃ : 350g/L H ₂ SO ₄ : 450g/L	65	-	-	-	7
	4	Rinçage chaud			50	-	-	-	0,5
	5	Rinçage statique			Amb.	-	-	-	1
	6	Neutralisant	Elimine le Cr(VI) par réduction.	Solution d'acide glyoxylique	35	-	-	-	4
	7	Rinçages cascade			Amb.	-	-	-	1
	8	Rinçage HCl	Solution de pré-immersion. Prépare les pièces à l'activation.	HCl : 20 à 25%	Amb.	-	-	-	1
	9	Catalyseur	Système colloïdal de chlorure d'étain et de palladium. Ce système est adsorbé sur les microporosités de surface du polymère.	PdCl ₂ : 0,25g/L SnCl ₂ : 15g/L HCl : 60mL/L	40	-	-	-	6
	10	Rinçages cascade			Amb.	-	-	-	1
	11	Accélérateur chimique	Elimination du colloïde protecteur du palladium rendant ainsi actif pour le nickel chimique	Solution PM964					4
	12	Rinçages cascade			Amb.	-	-	-	1
	13	Nickel chimique	Il rend la pièce conductrice pour la gamme électrolytique	Ni _{métal} : 6g/L H ₂ PO ₂ ⁻ : 30g/L	31	0,5	-	15	
	14	Rinçages cascade			Amb.	-	-	-	1
GAMME ELECTRO.	15								
	16								

Etc...

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2006	COEFFICIENT : 4	DURÉE : 4 HEURES	
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production		SUJET	PAGE 7/14

Ressources : document n°3

Classification des bains



Classe1	Classe2	Classe3
Argentage	Cuivrage acide	Chromage
Cadmilage	Etamage acide	
Cuivrage alcalin	Nickelage	
Etamage alcalin		
Laitonnage		
Zingage		

Espacements des pièces dans le bain

Classe1	Classe2	Classe3
<p>Si $D < 50$:</p> $E = \frac{3 \cdot D}{8} + \frac{H}{4} + 6$ <p>Si $D > 50$:</p> $E = \frac{H}{4} + 25$	<p>Multiplier les espacements obtenus pour un bain de classe 1 par 1,5</p>	<p>Multiplier les espacements obtenus pour un bain de classe 1 par 2</p>

Positionnement des pièces

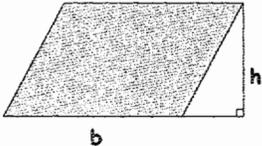
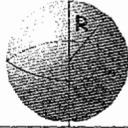
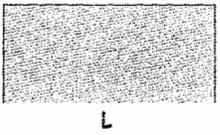
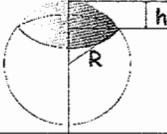
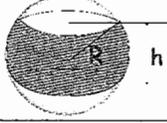
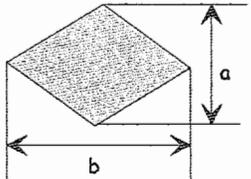
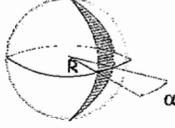
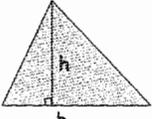
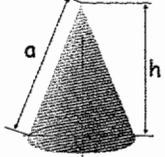
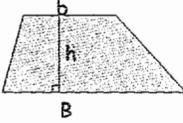
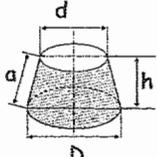
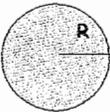
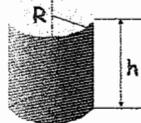
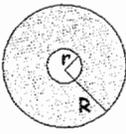
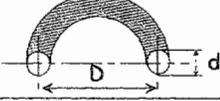
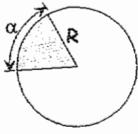
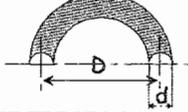
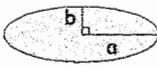
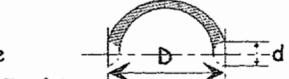
- Par rapport au fond de la cuve:* - 150mm
- Par rapport au niveau du bain :*
- sans agitation 40mm
 - avec agitation 65mm
- Par rapport aux parois:* - 65mm

Densité de courant admissible pour les barres contenant un outillage

Nature du métal	Ampères admissibles par mm ² pour l'outillage dans les bains	Ampères admissibles par mm ² pour l'outillage en dehors des bains
Acier doux	1	0,5
Acier à ressort	1	
Acier inox	0,2	
Argent	22	
Bronze	1	
Cuivre	6	3
Dural	2,5	1,25
Laiton	3	1,5
Titane	0,24	

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2006	COEFFICIENT : 4	DURÉE : 4 HEURES	
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production		SUJET	PAGE 8/14

Ressources : document 4

AIRES DE SURFACES PLANES	AIRES DE SURFACES DE REVOLUTION
 <p>Parallélogramme $A = b \times h$</p>	 <p>Sphère $A = 4\pi R^2$</p>
 <p>Rectangle $A = L \times l$</p>	 <p>Segment sphérique à une base ou calotte $A = 2\pi R h$</p>
 <p>Carré $A = c^2$</p>	 <p>Segment sphérique à deux bases $A = 2\pi R h$</p>
 <p>Losange $A = \frac{1}{2} a \times b$</p>	 <p>Fuseau $A = \pi R^2 \alpha$ 90 (alpha en degrés)</p>
 <p>Triangle $A = \frac{1}{2} b \times h$</p>	 <p>Cône (aire latérale) $A = \pi R a$</p>
 <p>Trapèze $A = \frac{1}{2} (B + b) \times h$</p>	 <p>Tronc de cône (aire latérale) $A = \frac{1}{2} \pi (D + d) a$ $a = \sqrt{\frac{1}{4} (D - d)^2 + h^2}$</p>
 <p>Disque $A = \pi R^2$</p>	 <p>Cylindre (aire latérale) $A = 2\pi R h$</p>
 <p>Couronne $A = \pi(R^2 - r^2)$</p>	 <p>Tore $A = \pi^2 D d$</p>
 <p>Secteur angulaire $A = \frac{\pi R^2 \alpha}{360}$ (alpha en degrés)</p>	 <p>Demi-tore (inférieur ou supérieur) $A = \frac{1}{2} \pi^2 D d$</p>
 <p>Ellipse $A = \pi a b$</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="773 1630 1008 1776">  <p>Demi-tore Extérieur $A = \frac{1}{2} \pi^2 d(D + 0,71d)$</p> </div> <div data-bbox="1133 1630 1422 1776">  <p>Demi-tore Intérieur $A = \frac{1}{2} \pi^2 d(D - 0,71d)$</p> </div> </div> <p>1er Théorème de Guldin  $A = 2\pi r L$ G : centre de gravité de la ligne A : surface engendrée par une ligne qui tourne autour d'un axe 'xx' qui ne coupe pas la ligne L : longueur de la ligne </p>

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES

SESSION 2006

COEFFICIENT : 4

DURÉE : 4 HEURES

ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production

SUJET

PAGE 9/14

Périodes																																																									
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII																																								
0,07 H Hydrogène 1,0 1,008	6,94 Li Lithium 6,9 6,941	9,0 Be Béryllium 9,0 9,012	23,0 Na Sodium 23,0 22,990	24,3 Mg Magnésium 24,3 24,304	203 K Potassium 39,1 39,098	40,1 Ca Calcium 40,1 40,078	45,0 Sc Scandium 45,0 44,956	47,9 Ti Titane 47,9 47,883	50,9 V Vanadium 50,9 50,942	52,0 Cr Chrome 52,0 51,996	54,9 Mn Manganèse 54,9 54,938	55,8 Fe Fer 55,8 55,845	58,9 Co Cobalt 58,9 58,933	58,7 Ni Nickel 58,7 58,693	63,5 Cu Cuivre 63,5 63,546	65,4 Zn Zinc 65,4 65,380	69,7 Ga Gallium 69,7 69,723	69,7 Ge Germanium 72,6 72,630	72,6 As Arsenic 74,9 74,922	78,9 Se Sélénium 78,9 78,971	79,9 Br Brome 79,9 79,904	83,8 Kr Krypton 83,8 83,801	85 Xe Xénon 131,3 131,29	86 Rn Radon 222,0 222,017	86 Fr Francium 223,0 223,018	87 Ra Radium 226,0 226,025	87 Ac Actinium 227,0 227,033	88 Ku Kurtzium 284,0 284,154	88 La Lanthane 138,9 138,905	89 Ce Cérum 140,1 140,12	89 Pr Praseodyme 140,9 140,908	90 Nd Néodyme 144,2 144,242	90 Pm Prométhium 145,0 145,018	91 Sm Samarium 150,4 150,36	91 Eu Europium 152,0 151,964	92 Gd Gadolinium 157,3 157,254	92 Tb Terbium 158,9 158,925	93 Dy Dysprosium 162,5 162,500	93 Ho Holmium 164,9 164,930	94 Er Erbium 167,3 167,259	94 Tm Thulium 168,9 168,934	95 Yb Ytterbium 173,0 172,937	95 Lu Lutécium 175,0 174,967	96 Th Thallium 232,0 232,037	96 Pa Protactinium 231,0 231,036	97 U Uranium 238,0 238,029	98 Np Néptunium 237,0 237,048	98 Pu Plutonium 242,0 242,061	99 Am Americium 243,0 243,061	99 Cm Curium 249,0 249,081	100 Bk Berkélium 248,0 248,070	100 Cf Californium 249,0 249,081	101 Es Einsteinium 254,0 254,089	101 Fm Fermium 255,0 255,101	102 Md Moscovium 260,0 260,109	102 No Nobelium 254,0 254,109	103 Lw Lawrencium 257,0 257,103

6,9	28	58,7
Ni	Ni	Ni
6,9	28	58,7

Masse volumique (g cm⁻³) → 6,9
 Numéro atomique → 28
 Symbole chimique → Ni
 Masse atomique g.mol⁻¹ → 58,7

CUBRAC 440

PROCEDE DE CUIVRAGE ACIDE

Le CUBRAC 440 est un procédé de cuivre acide permettant de réaliser sur tout support (acier, zamak, ABS prétraité) des dépôts très brillants et très ductiles.

A ces qualités, se joint un pouvoir de nivellement élevé même à des températures supérieures à 30°C jusqu'aux faibles densités de courant.

▣ Additifs organiques présents dans le bain au montage

- BASE CUBRAC 440 : 4mL/L
- NIVELANT CUBRAC 440 : 0,4mL/L
- BRILLANTEUR CUBRAC 440 : entretien seulement

▣ Performances des additifs

- BASE CUBRAC 440

Le composé affine le grain et donne un dépôt semi-brillant depuis les fortes jusqu'aux faibles ddcc. Il sert de support au brillanteur et au nivelant.

- BRILLANTEUR CUBRAC 440

Le brillanteur apporte la brillance générale mais contribue en particulier à la maîtrise des phénomènes de brûlures dans les fortes ddcc.

- NIVELANT CUBRAC 440

Le nivelant apporte le nivellement général mais contribue en particulier à la maîtrise de la brillance et du nivellement dans les zones de moyennes et faibles ddcc.

▣ Maintenance du bain / Alimentation pour 1000A.h

- BASE CUBRAC 440 : 50mL
- NIVELANT CUBRAC 440 : 70mL
- BRILLANTEUR CUBRAC 440 : 70mL

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2006	COEFFICIENT : 4	DURÉE : 4 HEURES	
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production		SUJET	PAGE 11/14

Numéro d'anonymat du candidat : _____

N°	Désignation de l'opération	Composition qualitative	Concentration

Réponse : document n°2

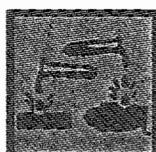
Numéro d'anonymat du candidat : _____

Vous avez à votre disposition l'ensemble des pictogrammes utilisés en traitements de surfaces. Ils sont numérotés. Ces numéros seront reportés sur l'étiquette de sécurité.

n°1



n°2



n°3



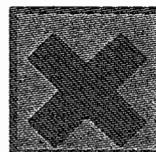
n°4



n°5



n°6



n°7



Donnez l'étiquette de sécurité apposée sur le bain de chromage décoratif.

V		