



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

**Ce document a été mis en ligne par le Réseau Canopé  
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.**

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX

### SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

#### Sous-épreuve spécifique à chaque option

#### Option B – Traitements de surface

#### - U4.4B -

SESSION 2017

\_\_\_\_\_

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

\_\_\_\_\_

#### Matériel autorisé

Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n°99-186, 16/11/1999).

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

Le sujet comporte 10 pages, numérotées de 1/10 à 10/10.

BTS TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2017
Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4B Option B : Traitements de Surfaces	Code : TMSTI B	Page 1/10

Une société de traitements de surfaces est spécialisée dans le revêtement des matières plastiques : ABS, PP et ABS/PC.

Elle est équipée de lignes automatiques de traitement qui comportent des robots.

Elle propose les finitions suivantes : chrome, bronze blanc, brunissage et or brillant, ou velours.

La société peut traiter également des pièces métalliques comme l'acier, le laiton et le zamak.

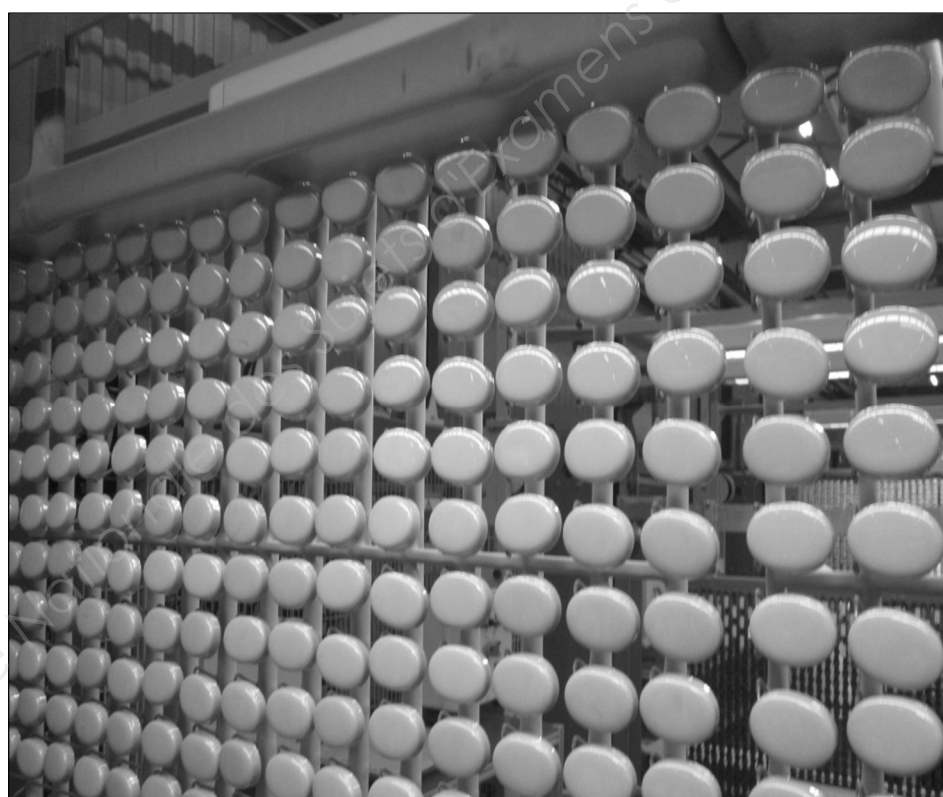
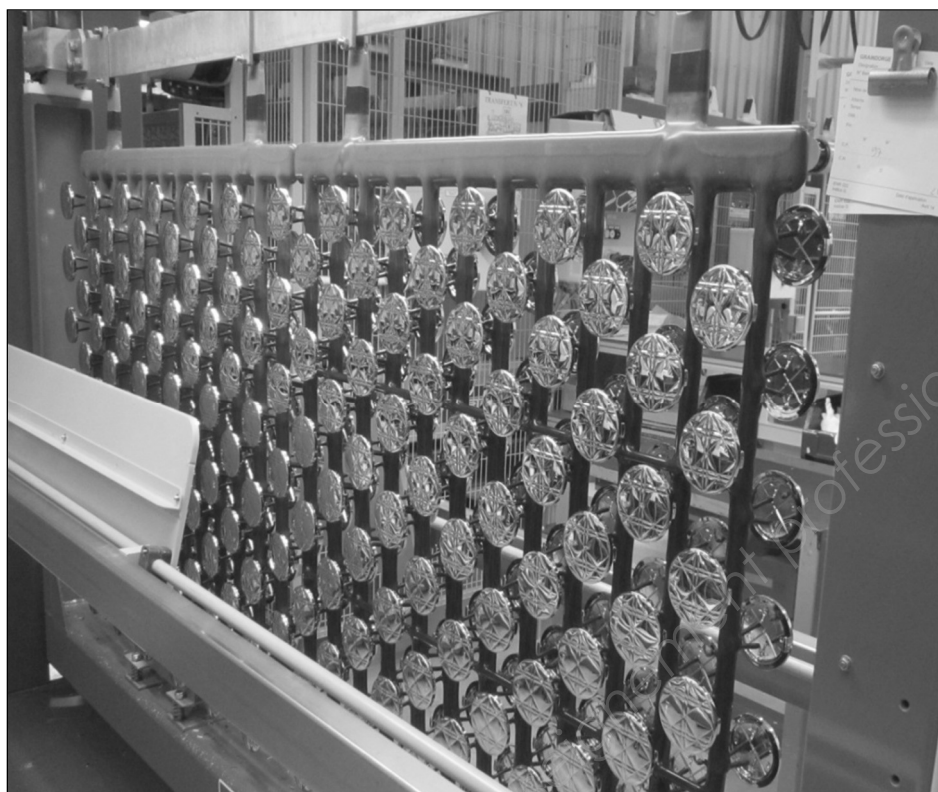
Les principaux clients font partie du secteur de la parfumerie et cosmétique de luxe. Elle traite aussi des pièces techniques et décoratives : sanitaires, stylographes, téléphonie et connectique, etc.

Les pièces étudiées dans ce sujet sont en **ABS** : copolymère d'**A**crylonitrile, de **B**utadiène et de **S**tyrène, avec une charge de butadiène très élevée.

Ces pièces sont des poudriers de marque et des capots pour flacons de parfum représentés ci-dessous :



**Montage contenant  
les pièces du  
poudrier**



**Montage contenant  
les capots des  
flacons de parfum**

Les montages contiennent **336 couvercles de poudrier**, et **540 capots pour flacon**.

La surface unitaire du couvercle du poudrier est égale à **1,10 dm<sup>2</sup>**. Celle du capot est de **0,71 dm<sup>2</sup>**.

Les traitements réalisés comportent deux étapes :

- la **gamme chimique** ;
- la **gamme électrolytique**.

La gamme chimique est nécessaire pour rendre les pièces en ABS conductrices, et se déroule de la façon suivante :

- |  |             |
|--|-------------|
| 1- Dégraissage chimique  | <b>50°C</b> |
| 2- Satinage ABS  | <b>65°C</b> |
| 3- Neutralisation  | <b>50°C</b> |
| 4- Rinçage acide ( <i>HCl 25%</i> )  | <b>25°C</b> |
| 5- Activation ( <i>catalyseur : colloïde de PdCl<sub>2</sub> et SnCl<sub>2</sub></i> ) | <b>30°C</b> |
| 6- Accélérateur  | <b>45°C</b> |
| 7- Nickelage chimique ( <i>0,2 à 0,3 μm</i> )  | <b>32°C</b> |

Pour les deux types de pièces, la gamme électrolytique est la suivante, la différence se situe au niveau du revêtement final :

	Épaisseur de revêtement	ddcc
<b>Cuivrage de charge</b>	10 à 30 μm	3,5 A.dm <sup>-2</sup>
<b>Nickelage brillant</b>	5 à 15 μm	3 A.dm <sup>-2</sup>
<b>Bronze blanc (<i>Poudrier</i>)</b>	1 μm	1 A.dm <sup>-2</sup>
<b>Dorure champagne (<i>Capot</i>)</b>	0,03 à 0,07 μm	0,9 A.dm <sup>-2</sup>

## Partie I : étude de la gamme chimique

La gamme chimique utilisée par la société constitue une étape très importante dans la préparation du substrat.

I-1 L'étape du satinage contient de l'anhydride chromique  $\text{CrO}_3$  à 400g/L ainsi que de l'acide sulfurique. Quelle problématique entraîne cette formulation ?

I-2 Quelle particularité essentielle apporte l'étape de satinage à la surface de l'ABS, pour la suite de la gamme ? Justifier à l'aide d'un schéma.

Le bain d'activation de la *phase n°5* est composé d'un colloïde étain-palladium.

I-3 Quelle est l'utilité de cette phase ?

Le nickelage chimique utilisé à la fin de la gamme chimique, est dit « *auto-catalytique* », il est constitué de sulfate de nickel et d'hypophosphite de sodium.

I-4 Que signifie le terme dépôt chimique *auto-catalytique* ?

I-5 La cuve contenant le nickel chimique est en acier inoxydable. Quelles précautions faut-il prendre pour éviter sa métallisation ?

Le cahier des charges exige un dépôt de  $0,3 \mu\text{m}$  de nickel chimique.

I-6 Quelle est la durée de traitement, sachant que toutes les conditions opératoires sont optimales, et la vitesse de dépôt maximale ? Voir **annexe 1**.

## Partie II : étude de la gamme électrolytique

La société utilise un bain de cuivrage acide aux sulfates. On traite une série de 10 montages, contenant chacun 540 capots.

II-1 Calculer la masse de cuivre consommée aux anodes, dans le bain de cuivrage de charge pour ces 10 montages ?

Données :  $e_{\text{dépôt}} = 20 \mu\text{m}$   $\rho_{\text{Cu}} = 8,96 \text{ g.cm}^{-3}$   $R_a$  et  $R_c = 100 \%$ .

Sachant que la consommation d'additifs pour 1000 A.h est de :

- 80 – 200 mL de l'additif Copper Gleam 2001 ;
- 20 – 100 mL de l'additif Copper Gleam 2001 Carrier.

II-2 Quelle sera la quantité d'additifs maximum de Copper Gleam 2001 et 2001 Carrier à ajouter après passage de ces 10 montages sachant que la  $ddcc = 3,5 \text{ A/dm}^2$  et  $t = 35 \text{ min}$  par montage.

BTS TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX Sciences et Techniques Industrielles	Session 2017
Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4B Option B : Traitements de Surfaces	Code : TMSTI B Page 5/10

**D'après la notice du bain, les anodes utilisées doivent être constituées de cuivre au phosphore (0,03 – 0,08 % P).**

**II-3** Quel est le rôle du phosphore dans ces anodes ?

**Le bronze blanc : les dépôts de cuivre et de nickel brillants effectués, la société procède à la réalisation du dépôt de finition. Celui-ci dépend de la pièce et du cahier des charges. Sur les poudriers, il est demandé de réaliser 1 µm de bronze blanc. Le bain utilisé est un bain Ronalloy de la société DOW, caractéristiques en annexe 2.**

**II-4** Quels sont les éléments constitutifs du dépôt de bronze ?

**II-5** Justifier l'utilisation des cyanures dans le bain de bronze blanc.

**Il est recommandé d'utiliser une agitation mécanique, barre cathodique, ou agitation du bain par filtration.**

**II-6** Quelle serait la conséquence d'une agitation par air soufflé du bain de bronze blanc ? Justifier.

**Après un certain temps d'utilisation du bain de bronze, le dépôt présente un aspect marron, et il y a une baisse du rendement cathodique. Le laboratoire a décelé la présence d'ions nickel dans l'électrolyte.**

**II-7** En utilisant l'extrait de la notice du bain, que faut-il faire pour le décontaminer ? Expliquer le principe de cette méthode.

**La dorure *champagne* : les capots reçoivent une dorure *champagne* comme traitement de finition, il s'agit d'un codépôt or-nickel. Voir annexe 3. La société utilise des anodes en graphite dans ce bain de dorage. Ces anodes ont été détériorées et les opérateurs doivent les remplacer, or il est difficile de s'en procurer, elles sont rarement disponibles.**

**II-8** Par quelles autres anodes peut-on les remplacer ?

Après analyse du bain d'or, on constate qu'il y a un manque de 25 g d'or métal.

**II-9** Calculer les rajouts à effectuer en auro-cyanure de potassium et en brillanteur d'entretien EPIDOR 825 R.

BTS TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2017
Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4B Option B : Traitements de Surfaces	Code : TMSTI B	Page 6/10

## Partie III : les contrôles

L'aspect final des pièces est contrôlé, généralement, de façon visuelle. Pour s'assurer de la qualité de ses produits, le donneur d'ordre demande d'effectuer un contrôle d'épaisseur et un contrôle d'adhérence.

**III-1** Proposer une méthode fiable et non destructive pour mesurer l'épaisseur de la couche de finition.

**III-2** Proposer une méthode pour contrôler l'adhérence des dépôts, en expliquer brièvement le principe.

**III-3** Comment peut-on quantifier la brillance des dépôts ?

**Le service qualité effectue des tests de résistance à la sulfuration sur le bronze blanc.**

**III-4** À quoi peut être due cette sulfuration ? Comment peut-on l'éviter ?

## Partie IV : le traitement de l'eau et les rinçages

La société possède une station d'épuration physico-chimique des effluents générés dans l'atelier de traitement de surface.

**IV-1** Faire le bilan des effluents du bain de cuivrage acide à traiter dans la station d'épuration.

**IV-2** À l'aide d'un schéma simplifié, représenter les différents postes nécessaires pour traiter ces effluents dans une station physico-chimique. Indiquer les paramètres à contrôler.

**IV-3** Le poste de dorage est équipé d'un rinçage économique. Quelle est son utilité par rapport à un rinçage statique classique ?

### Barème

	<b>Q1</b>	<b>Q2</b>	<b>Q3</b>	<b>Q4</b>	<b>Q5</b>	<b>Q6</b>	<b>Q7</b>	<b>Q8</b>	<b>Q9</b>
<b>Partie I</b>	1	1	1	0,5	1	1			
<b>Partie II</b>	1,5	1,5	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5
<b>Partie III</b>	0,5	1	0,5	1					
<b>Partie IV</b>	1	2	1						



## Annexe 1

### Extrait de la notice du bain de nickel chimique Niposit PM-988

Niposit PM 988

Technical Data Sheet  
Page 2 / 7

#### OPERATIONAL DATA

Parameter	Range	Optimum	Control
Nickel concentration	3.8 - 4.5 g/l	4.0 g/l	3 x per day
Sodium hypophosphite	13 - 18 g/l	15 g/l	1 x per day
Ratio of $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} : \text{Ni}$	3.4 :1 to 4 :1	3.75 : 1	
pH	8.8 - 9.4	8.9*	regularly
Temperature	28 - 32°C	30°C *	
Agitation	Filtration pump		
Rinsing	Thorough rinsing recommended		
Exhaust	Recommended		
Filtration	1 - 5 $\mu\text{m}$ polypropylene		
Deposition rate	0.15 - 0.25 $\mu\text{m}$ in 10 min. (depending on pH and temperature)		

\* It is recommended to start a new make-up at a temperature of 34°C and a pH of 9.4.

#### DEPOSIT DATA

Nickel 93 - 96 %  
Phosphorus content 4 - 7 %

#### SOLUTION MAKE UP FOR 100 LITRES

Chemicals Required	Quantity
Deionised water	75 litres
Niposit PM-988 M	20 litres
Cuposit Z-1	About 1.0 litre
Deionised water	Top up to final volume

Add the materials in the above order and mix thoroughly after each addition.

The pH should be checked and if necessary adjusted to optimum.

## Annexe 2

### Extrait de la notice du bain de bronze blanc Ronalloy PM 8N

Ronalloy PM 8N

Bulletin Technique  
Page 2 / 5

#### CONDITIONS OPERATOIRES

Paramètres	Tolérance	Recommandation
Cyanure de Potassium	13 - 15 g/l	14 g/l
Hydroxyde de Potassium	6 - 8 g/l	7 g/l
Cuivre	1.05 - 1.15 g/l	1.1 g/l
Etain	3.5 - 3.7 g/l	3.6 g/l
WB Brightener A Lead Free	15 - 35 ml/l	20 ml/l
Ronalloy Lead Corrector WB-5	2- 3 ml/l	2.6 ml/l
Température	52 - 55°C	53°C
Densité de courant cathodique	0.8 - 1.3 A/dm <sup>2</sup>	1 A/dm <sup>2</sup>
Rendement Cathodique	Env. 8 mg/Ampère minute à 1 A/dm <sup>2</sup>	
Vitesse de dépôt	0.1 micron/minute à 1 A/dm <sup>2</sup> sous conditions optimales.	
Epuration du Nickel	Résines échangeuses d'ions (qualité recommandée par Rohm and Haas).	
Agitation	Agitation cathodique et agitation du bain par filtration.	

## Annexe 3

### Extrait de la notice du bain de dorure champagne Epidor 825

<p>filtré, au minimum, 2 à 3 fois/heure.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Agitation du bain et des pièces à traiter.</li> <li>▪ Anodes en titane platiné (2,5 µm de Pt), titane iridié, ou graphite pur. La surface anodique doit être, au moins, 2 fois supérieure à la surface cathodique.</li> <li>▪ Il est recommandé de prévoir un système efficace d'aspiration des vapeurs.</li> </ul>																														
<p>▪ <b>Conditions opératoires</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paramètres</th> <th>Tolérances</th> <th>Optimum</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Or</td> <td>0,2 - 0,5 g/L</td> <td>0,3 g/L</td> </tr> <tr> <td>pH à 20°C</td> <td>7,5 - 8,5</td> <td>7,8</td> </tr> <tr> <td>Densité au montage</td> <td>1,080 - 1,100</td> <td>1,085</td> </tr> <tr> <td>Température</td> <td>50 - 58 °C</td> <td>54 °C</td> </tr> <tr> <td>Densité de courant</td> <td>0,5 - 3 A/dm<sup>2</sup></td> <td>0,8 A/dm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Agitation</td> <td colspan="2">mécanique du bain et des pièces ou agitation par air</td> </tr> <tr> <td>Vitesse de dépôt</td> <td colspan="2">0,07 µm/min à 1 A/dm<sup>2</sup> (couleur 1 à 3N) 0,04 µm/min à 1 A/dm<sup>2</sup> (couleur &lt; 0,5 N)</td> </tr> <tr> <td>Rendement cathodique *</td> <td colspan="2">9 à 11 mg/Amin à 1 A/dm<sup>2</sup> (couleur 1 à 3N) 5 à 6 mg/Amin à 1 A/dm<sup>2</sup> (couleur &lt; 0,5 N)</td> </tr> </tbody> </table>	Paramètres	Tolérances	Optimum	Or	0,2 - 0,5 g/L	0,3 g/L	pH à 20°C	7,5 - 8,5	7,8	Densité au montage	1,080 - 1,100	1,085	Température	50 - 58 °C	54 °C	Densité de courant	0,5 - 3 A/dm <sup>2</sup>	0,8 A/dm <sup>2</sup>	Agitation	mécanique du bain et des pièces ou agitation par air		Vitesse de dépôt	0,07 µm/min à 1 A/dm <sup>2</sup> (couleur 1 à 3N) 0,04 µm/min à 1 A/dm <sup>2</sup> (couleur < 0,5 N)		Rendement cathodique *	9 à 11 mg/Amin à 1 A/dm <sup>2</sup> (couleur 1 à 3N) 5 à 6 mg/Amin à 1 A/dm <sup>2</sup> (couleur < 0,5 N)			
	Paramètres	Tolérances	Optimum																											
	Or	0,2 - 0,5 g/L	0,3 g/L																											
	pH à 20°C	7,5 - 8,5	7,8																											
	Densité au montage	1,080 - 1,100	1,085																											
	Température	50 - 58 °C	54 °C																											
	Densité de courant	0,5 - 3 A/dm <sup>2</sup>	0,8 A/dm <sup>2</sup>																											
	Agitation	mécanique du bain et des pièces ou agitation par air																												
	Vitesse de dépôt	0,07 µm/min à 1 A/dm <sup>2</sup> (couleur 1 à 3N) 0,04 µm/min à 1 A/dm <sup>2</sup> (couleur < 0,5 N)																												
	Rendement cathodique *	9 à 11 mg/Amin à 1 A/dm <sup>2</sup> (couleur 1 à 3N) 5 à 6 mg/Amin à 1 A/dm <sup>2</sup> (couleur < 0,5 N)																												
<p><b>Constitution du bain selon la mise en teinte désirée pour une concentration fixe en or de 0,3 g/L</b></p>																														
<p><b>Remarque :</b> Pour toute autre couleur spéciale notre laboratoire reste à votre disposition pour définir les conditions opératoires</p>																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Teintes *</th> <th>Parador/Epidor NI (ml/L)</th> <th>Epidor AG (ml/L)</th> <th>Epidor Cu (ml/L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Teinte "verte"</td> <td>16</td> <td>1,2</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Teinte 0 N</td> <td>40</td> <td>1,0</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>Teinte 1 N</td> <td>16</td> <td>1,2</td> <td>0,2</td> </tr> <tr> <td>Teinte 2 N</td> <td>6</td> <td>1,2</td> <td>0,2</td> </tr> <tr> <td>Teinte 4 N</td> <td>20</td> <td>0,5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Teinte 5 N</td> <td>20</td> <td>1,0</td> <td>3,6</td> </tr> </tbody> </table>			Teintes *	Parador/Epidor NI (ml/L)	Epidor AG (ml/L)	Epidor Cu (ml/L)	Teinte "verte"	16	1,2	0	Teinte 0 N	40	1,0	1,0	Teinte 1 N	16	1,2	0,2	Teinte 2 N	6	1,2	0,2	Teinte 4 N	20	0,5	2	Teinte 5 N	20	1,0	3,6
Teintes *	Parador/Epidor NI (ml/L)	Epidor AG (ml/L)	Epidor Cu (ml/L)																											
Teinte "verte"	16	1,2	0																											
Teinte 0 N	40	1,0	1,0																											
Teinte 1 N	16	1,2	0,2																											
Teinte 2 N	6	1,2	0,2																											
Teinte 4 N	20	0,5	2																											
Teinte 5 N	20	1,0	3,6																											
<p>▪ <b>Alimentations et maintenance</b></p>	<p>▪ <b>Entretien</b> Le bain doit être régénéré régulièrement par addition d'aurocyanure de potassium et de brillanteur d'entretien. Les concentrations ne doivent pas s'écarter de plus de 20 % des valeurs nominales.</p> <p>Pour 100 g d'or métal manquant, rajouter :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. 150 g d'aurocyanure de potassium,</li> <li>. 1 unité de brillanteur d'entretien EPIDOR 825 R (1 litre).</li> </ul>																													