



**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 SUPERIEUR

## TRAITEMENTS DES MATERIAUX

### SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

#### Sous-épreuve spécifique à chaque option

#### Option B – Traitements de surfaces

#### - U4.4B -

SESSION 2016

\_\_\_\_\_

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 (Cirulaire 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 MATERIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2016
Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4B Option B : Traitements de Surfaces	Code : TMSTI B	Page 1/10

## Traitements sur pièces moulées destinées au domaine du luxe

On envisage le traitement en série, de pièces destinées au domaine du luxe et des accessoires vestimentaires. Ces pièces sont en zamak (alliage de zinc contenant 4 % d'aluminium) et sont obtenues par moulage centrifuge. **L'aspect final doit être brillant miroir** et ne présenter aucune aspérité. On peut observer sur la photographie ci-dessous, une pièce brute de fonderie, sur laquelle on constate de petites imperfections (micros rayures, défauts de surfaces dus à l'élaboration du matériau) que les différents dépôts devront combler et niveler.



Les pièces devront être livrées au client avec trois finitions possibles :  
Or 18 carats, argent ou ruthénium noir.

Chaque pièce présente une surface électrolytique de **6,5 cm<sup>2</sup>**.

On peut observer sur les photographies suivantes, une série de pièces disposées sur le montage, au début du cycle de traitement.

Chaque montage comporte **130 pièces**.

BTS TRAITEMENTS DES MATERIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2016
Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4B Option B : Traitements de Surfaces	Code : TMSTI B	Page 2/10

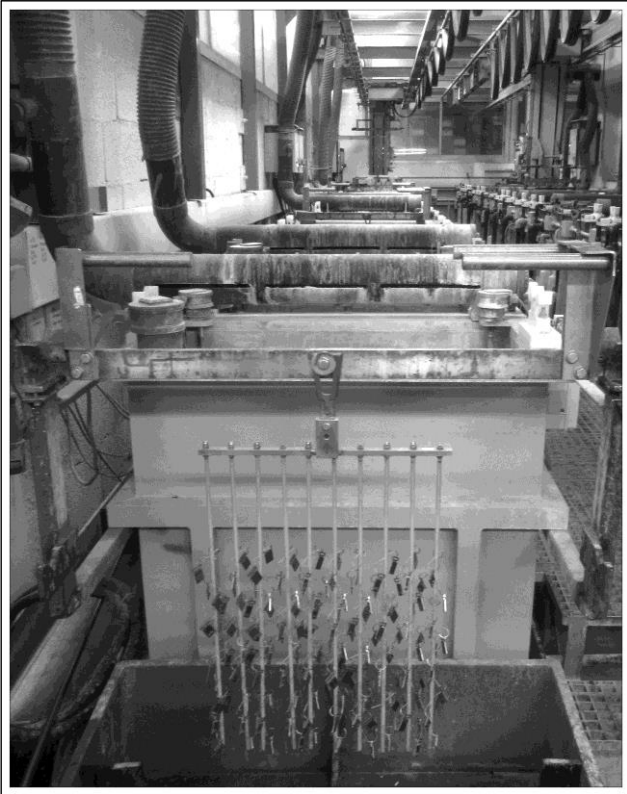


Photo de la chaîne



Photo du montage



Photo de la cuve de cuivrage

BTS TRAITEMENTS DES MATERIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2016
Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4B		Code : TMSTI B
Option B : Traitements de Surfaces		Page 3/10

Pour répondre au cahier des charges, toutes les pièces seront cuivrées et devront présenter un **brillant miroir** à cette étape de la gamme. Pour ce faire, l'épaisseur totale de cuivre pourra atteindre au maximum 25  $\mu\text{m}$ , mais **ne devra jamais être inférieure à 13  $\mu\text{m}$** . C'est seulement à partir de cette étape que seront réalisées les finitions.

Pour la finition or, on réalisera un dépôt de bronze jaune de 2  $\mu\text{m}$ , puis un dépôt d'or de 2,5  $\mu\text{m}$ .

Pour la finition argent, on réalisera un préargentage suivi d'un argentage de charge de **25  $\mu\text{m}$  minimum**.

Pour la finition ruthénium, on réalisera un dépôt de bronze jaune de 2  $\mu\text{m}$  suivi d'un flash d'or de 0,5  $\mu\text{m}$ , puis un dépôt de ruthénium pour une durée de 10 min.

## Partie I

### Étude de la pièce et des gammes

**I.1** Quelles sont les précautions à prendre au niveau de la gamme afin d'assurer un premier dépôt de cuivre adhérent sur le zamak ?

**I.2** Justifier le choix d'un traitement « à l'attache » alors que l'équipement et le nombre de pièces permettraient d'effectuer le traitement au tonneau.

**I.3** Justifier la présence du dépôt de bronze jaune avant le dépôt d'or.

**I.4** A quoi sert le préargentage avant l'argentage de charge ?

## Partie II

### Étude des opérations de cuivrage

La couche de cuivre est obtenue en deux étapes successives. On réalise d'abord un précuivrage de 6  $\mu\text{m}$  en milieu cyanuré, puis le reste de la charge dans un bain acide. On peut voir sur la photographie de la cuve de cuivrage en page 3, un montage en cours de traitement dans le bain cyanuré.

Le suivi de ce bain de précuivrage cyanuré au laboratoire permet de constater les phénomènes suivants : le rendement cathodique est de l'ordre de 68 %, la concentration en cyanure libre diminue régulièrement alors que dans le même temps, la concentration en cuivre métal augmente. On peut observer, sur la photographie, les anodes constituées de paniers en titane contenant des berlingots de cuivre.

**II.1** Expliquer les causes de la baisse de concentration du cyanure libre et de l'augmentation du cuivre métal dans le bain.

BTS TRAITEMENTS DES MATERIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2016
Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4B Option B : Traitements de Surfaces	Code : TMSTI B	Page 4/10

**II.2** Cette modification de composition du bain de précuvrage peut-elle induire des problèmes au niveau de la qualité des traitements effectués ? Justifier votre réponse.

**II.3** Justifier la présence de sacs à anodes autour du panier en titane contenant les berlingots de cuivre.

**La suite de la partie II porte sur l'étude du cuivrage acide, dont un extrait de la documentation technique est reproduit en annexe n° 1.**

**II.4** La documentation technique du procédé de cuivrage CUBRAC 660 précise la nécessité de la présence d'ions chlorure, introduit sous forme de chlorure de sodium, ainsi que d'anodes au phosphore. Expliquer l'utilité de ces deux spécifications sur le fonctionnement du procédé.

**II.5** En cours de traitement d'un montage, on peut mesurer un courant débité par le générateur de 43 A. La cuve est équipée d'une agitation par air. Les paramètres de traitement sont-ils en accord avec les données du fournisseur ? Justifier votre réponse.

**II.6** La durée de cuivrage acide pour un montage est de 18 minutes. On doit traiter une série de 500 montages, calculer la masse de berlingots de cuivre à prévoir pour assurer cette production. On donne :

- masse molaire du cuivre,  $63,57 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- masse volumique :  $8,96 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$
- 1 Faraday :  $96\,500 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$
- valence 2

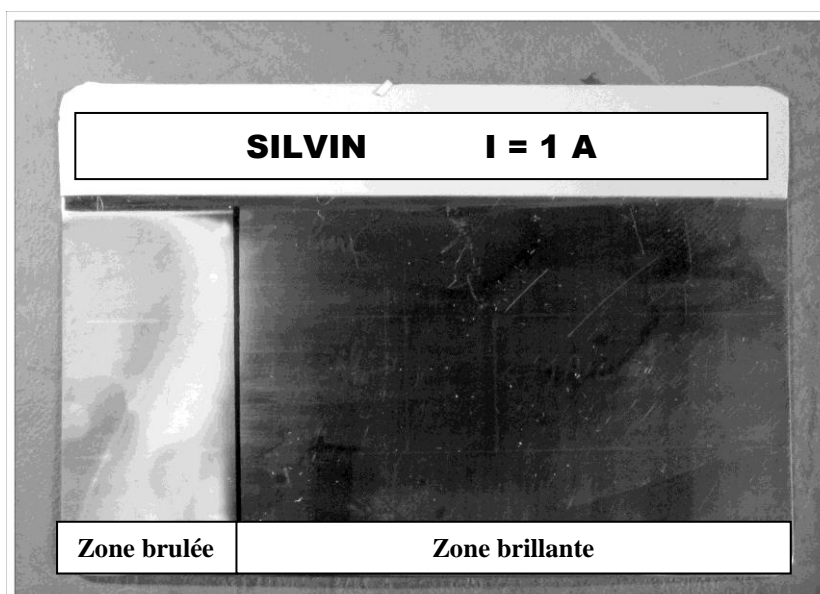
## Partie III

### Étude de l'argentage de charge

On exploite le bain SILVIN, dont un extrait de la documentation technique est reproduit en annexe n° 2.

Une cellule de Hull est effectuée sur le bain en service, le résultat de cet essai est représenté ci-contre :

Le début de la zone brûlée est identifié par le trait noir sur la cathode et se trouve à 25 mm du bord gauche de la plaquette. Tout le reste de la cathode est brillant.



**III.1** Peut-on travailler à une densité de courant de  $1,5 \text{ A/dm}^2$ , comme l'indique la documentation Coventya, sans risquer la brûlure des pièces ? Justifier votre réponse.

**III.2** Sachant que le bain d'argentage SILVIN est cyanuré, pourquoi le fournisseur ne propose que l'agitation cathodique et pas une agitation air, comme dans le bain de cuivrage acide ?

**III.3** Une mesure d'épaisseur d'argent est effectuée par prise de masse sur un témoin de surface de  $0,2 \text{ dm}^2$ , la masse initiale avant dépôt est de  $20,509 \text{ g}$ , la masse après dépôt est de  $21,139 \text{ g}$ . La densité de l'argent est de  $10,50$ . Calculer l'épaisseur d'argent déposée.

Y-a-t-il un intérêt à modifier des paramètres sur la chaîne de production ? Si oui, lesquels ?

## Partie IV

### Étude de la finition ruthénium

Le dépôt de ruthénium permet d'obtenir une finition noire décorative. Le ruthénium appartient à la famille des métaux précieux, le bain fonctionne avec des anodes insolubles en titane platiné. L'entretien du bain se fait donc à partir de la mesure de la quantité d'électricité passée dans la cuve.

Pour respecter les conditions de travail extraites de la documentation technique en annexe n° 3, la densité de courant cathodique sera de  $3 \text{ A/dm}^2$  et la durée du traitement sera de 10 minutes.

**IV.1** Calculer la quantité de RUTHENIUM 420 R en mL/L à rajouter au bain, après le passage de 5 montages.

**IV.2** Calculer l'épaisseur de ruthénium déposée et citer une méthode de mesure d'épaisseur capable d'effectuer le contrôle du dépôt.

BTS TRAITEMENTS DES MATERIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2016
Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4B Option B : Traitements de Surfaces	Code : TMSTI B	Page 6/10

## Partie V

### Étude du traitement de l'eau

L'atelier est équipé de rinçages en circuit fermé, comportant des résines échangeuses d'ions, cationiques et anodiques.

La photographie ci-dessous montre une partie de cette l'installation.



**V.1** On peut constater que la première colonne contient du charbon actif. Quelle est la fonction de cet élément ?

**V.2** Sachant que les résines sont régénérées par de l'acide chlorhydrique et de la soude, indiquer quels ions remplacent  $\text{SO}_4^{2-}$  et  $\text{Cu}^{2+}$  lors de la phase de régénération des résines.

**V.3** Citer une méthode et un appareil, en mesure de caractériser la qualité de l'eau de rinçage en sortie de résines, et donc de garantir la qualité des rinçages.

**Barème :**

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
Partie I	1	1	1	1		
Partie II	2	1	0,5	0,5	1	2
Partie III	1	1	1,5			
Partie IV	1	1,5				
Partie V	1	1	1			



**CUBRAC 660****1 – PRESENTATION DU PROCÉDE**

Le **CUBRAC 660** est un tout nouveau procédé de cuivre acide permettant de réaliser sur tout support (acier, zamak, ABS prétraité) des dépôts très brillants et très ductiles.

Principales caractéristiques :

- Excellent pouvoir nivelant aux faibles densités de courant
- Pas d'effets néfastes liés à la décomposition des additifs organiques
- Performances maintenues au-delà de 30°C

**3 – CONDITIONS DE TRAVAIL**

## 3.1 Constitution

	<b>Tolérances</b>	<b>Optimum</b>
Sulfate de cuivre, 5 H <sub>2</sub> O (taux des impuretés : Fe < 0,1% et Cl < 0,02%)	180 – 220 g/L	190 g/L
Cuivre métal	45 – 55 g/L	48 g/L
Acide sulfurique pur (densité : 1,84)	40 – 90 g/L	65 g/L
Chlorure de sodium	50 – 200 mg/L	120 mg/L
(Ion chlorure)	30 à 120 mg/L	70 mg/L

	<b>Tolérances</b>	<b>Optimum</b>
Base <b>CUBRAC 660</b>	2 à 5 ml/L	4 ml/L
Nivelant <b>CUBRAC 660</b>	0,3 à 0,6 ml/L	0,4 ml/L
Brillanteur <b>CUBRAC 660</b>		Entretien seulement

## 3.2 Conditions opératoires

- Densité de courant cathodique :
  - Agitation mécanique (4 à 8 m/min) : 3 à 5 A/dm<sup>2</sup>
  - Agitation air (200L/min par m<sup>2</sup>) : 4 à 8 A/dm<sup>2</sup>
- Densité de courant anodique : 0,5 à 3 A/dm<sup>2</sup>
- Tension : 2 à 10 Volts
- Température : 18°C à 35°C

## 6.3 Anodes

Seules les anodes de cuivre au phosphore (teneur 0,03 à 0,06) peuvent être utilisées.

## 6.4 Ensachage des anodes

Tissu polypropylène. Qualité: 150 à 300 m<sup>3</sup>/h ou 260 à 450 g/m<sup>2</sup>.

## Annexe n°2

**SILVIN**



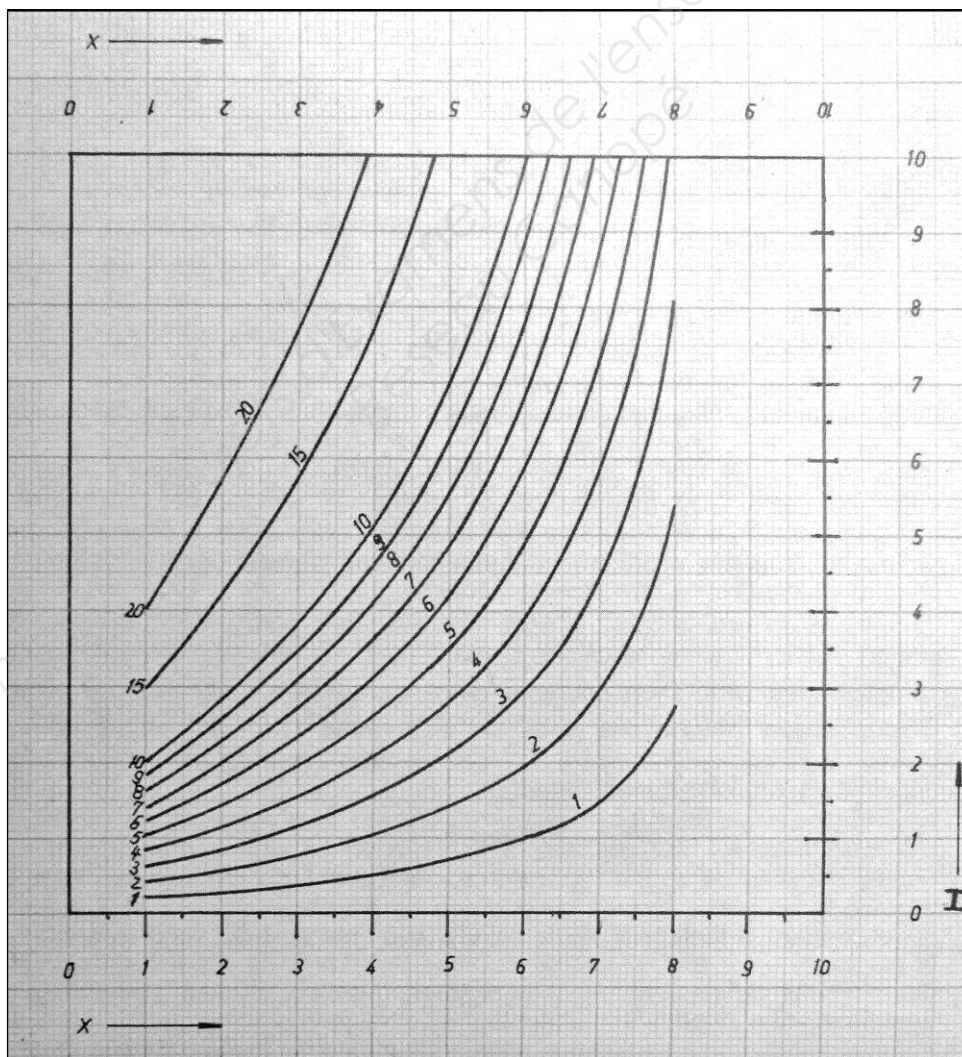
### 1 - PRESENTATION DU PROCEDE

Le bain d'argent SILVIN présente les avantages suivants :

- Très grande vitesse de déposition : 1 micron/minute à 1,5 A/dm<sup>2</sup>.
- Excellent pouvoir de pénétration et de répartition.
- Grande stabilité.
- Donne des dépôts très brillants à toutes épaisseurs.

### 4 - CONDITIONS D'UTILISATION

	TOLERANCES	OPTIMUM
Densité de courant	0,5 - 2,0 A/dm <sup>2</sup>	1,5 A/dm <sup>2</sup>
Température	20 - 35°C	20° - 25°C
Agitation cathodique	5 - 7m/min.	
Rapport anode/cathode	1/1 - 2/1	
Rendement cathodique	67 mg/A/min	
Vitesse de déposition	1 µm/min à 1,5 A/dm <sup>2</sup>	



I : Courant de cellule en Ampère

X : Distance en cm sur la cathode

# RUTHENIUM 420



## 1. Description du procédé

- Introduction** Le ruthénium RUTHENIUM 420 est un procédé acide qui convient parfaitement pour des applications décoratives. Il permet d'obtenir un dépôt noir et de couleur uniforme. de coordonnée colorimétrique L = 42.

Il est fortement conseillé de déposer le ruthénium sur un flash d'or ou une sous couche de palladium, qui évite la pollution du bain et renforce l'adhérence et la résistance à la corrosion.

Pour les articles devant être exposés à une atmosphère particulièrement agressive (climat tropicale ou asiatique), nous conseillons d'effectuer une sous couche de 1 à 2 µm avec notre procédé de nickel phosphore électrolytique CRYSTAL SHIELD.

Après le dépôt de ruthénium, nous recommandons de rincer puis neutraliser les pièces dans une solution d'ammoniac à 5 ou 10 % pendant 1 à 2 minutes.

Remarque : Le ruthénium RUTHENIUM 420 ne peut être appliqué au bain tonneau

Conditions opératoires	Paramètres	Tolérances	Optimum
	Ruthénium	4,0 – 6,0 g/L	5,0 g/L
pH à 60°C	0,8 - 1,3	1,0	
Température	60 – 70 °C	65 °C	
Vitesse de dépôt	0,01 µm/min à 3 A/dm <sup>2</sup>		
Temps de traitement	minimum 8 minutes		
Densité du bain	1,055 – 1,080	1,060	
Filtration	2 à 3 fois /heure	3 fois /heure	
Densité de courant Cathodique	3 – 4 A/dm <sup>2</sup>	3 A/dm <sup>2</sup>	
Anode	Titane Platinée (2,5 µm Pf)		
Ratio surface cathode/surface anode	≥ 2:1		
Rendement cathodique	≈ 1 mg/Amin à 3 A/dm <sup>2</sup>		
Agitation	- des pièces par barre cathodique - du bain par le filtre		

- Alimentations et maintenance**
  - Entretien** La concentration en ruthénium ne doit pas s'écarter de plus de 10% de la valeur nominale.  
 Dans des conditions normales d'utilisation du bain, ces additions permettent de maintenir la concentration en métal dans les limites prescrites.  
 Maintenir le niveau du bain par addition d'eau déminéralisée.

**\*(Attention : Cette loi d'alimentation ne tient pas compte des entraînements)**

*Tous les 10 000 Amin équivalents à 10 gr de dépôt de Ruthénium, ajouter :	
RUTHENIUM 420 R	(1UMP = 500 mL)
RUTHENIUM 420 COL	2,5 mL/L
RUTHENIUM 420 CONDI	1,0 mL/L