

# BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

## « TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX »

SESSION 2025

Épreuve E2 :

**Étude et préparation d'une production industrielle**

Durée : 4 h

Coefficient : 4

### SUJET

Aucun document autorisé.

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé.

L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.

Ce sujet est composé de deux parties :

#### Partie 1 : SUJET

- Mise en situation : de la page 2/18 à la page 5/18
- Ressources : de la page 6/18 à la page 18/18

#### Partie 2 : DOSSIER RÉPONSE

- Dossier réponse : de la page 1/13 à la page 13/13
- Barème : page 2/13

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

- Vous devrez répondre directement sur le dossier réponse dans les espaces prévus, en apportant un soin particulier à la rédaction des réponses aux différentes questions.
- Vous ne devrez pas noter vos nom et prénom sur ce dossier hormis sur le dossier réponse dans la partie anonymée en haut de la première page.
- Vous devrez rendre l'ensemble des documents du dossier réponse en fin d'épreuve.

|                                                                 |                   |                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------|
| BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX            | 25-BCP-TDM-U2-ME1 | Session 2025    | Sujet     |
| ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production industrielle | Durée : 4 heures  | Coefficient : 4 | Page 1/18 |

**BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL**

**« TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX »**

**SESSION 2025**

**Épreuve E2 :**

**Étude et préparation d'une production industrielle**

**PARTIE 1**

**SUJET**

**Décoration sur ABS : métallisation des plastiques**

**Notes à l'attention du candidat :**

- Ce dossier ne sera pas à rendre à l'issue de l'épreuve.
- Aucune réponse ne devra figurer sur ce dossier.

|                                                                 |                   |                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------|
| BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX            | 25-BCP-TDM-U2-ME1 | Session 2025    | Sujet     |
| ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production industrielle | Durée : 4 heures  | Coefficient : 4 | Page 2/18 |

## 1. Mise en situation :

La société Graindorge, basée à Sens, est leader du marché français et européen dans le traitement de surfaces de pièces métalliques et plastiques pour l'industrie cosmétique de luxe.



Leur expertise technique dans le domaine du traitement électrochimique sur plastiques leur permet d'être à la pointe du secteur et de proposer à leurs prestigieux clients des produits finis fiables bénéficiant du label « Made in France ».

Bien que traitant également des substrats en laiton et zamak, l'activité principale de l'entreprise se tourne essentiellement vers les plastiques moulés et injectés de type ABS (Acrylonitrile – Butadiène – Styrène). Tout l'enjeu de ce secteur d'activité est de permettre la métallisation par voie électrochimique d'une matière non-conductrice.

Le procédé de traitement se divise en deux étapes distinctes : la **métallisation** à proprement parler de l'ABS d'une part, et les **différents traitements électrolytiques** servant au renforcement et à l'embellissement des pièces d'autre part.

### **La métallisation de l'ABS :**

La métallisation de matériaux non-conducteurs par voie électrochimique est rendue possible par l'ajout préalable d'un revêtement conducteur d'électricité, obtenu par voie chimique. La plus grande difficulté de mise en œuvre de cette technique n'est pas la mise en place du dépôt métallique. Son adhérence et sa résistance dans le temps face aux contraintes subies par les pièces (changements de températures, humidité, efforts, ...) sont complexes à obtenir.



Pièce ABS brut



Pièce traitée finition  
« canon de fusil »

|                                                                 |                   |                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------|
| BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX            | 25-BCP-TDM-U2-ME1 | Session 2025    | Sujet     |
| ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production industrielle | Durée : 4 heures  | Coefficient : 4 | Page 3/18 |

Le procédé de métallisation consiste à créer des aspérités à la surface du substrat par extraction du butadiène présent dans le mélange ABS grâce à l'action de l'acide chromique  $H_2CrO_4$ . Cette étape, extrêmement polluante pour l'environnement et l'humain car contenant des chromes VI ( $Cr^{VI}$ ), sera à l'avenir remplacée par une attaque au permanganate de potassium, moins polluant, mais également moins stable en solution.

La formation de ces aspérités va permettre l'accroche du nickel chimique par ensemencement de la surface au palladium, métal noble. Cette couche de nickel chimique d'un minimum de 2  $\mu m$  d'épaisseur va rendre la surface de la pièce conductrice et permettre les traitements électrolytiques suivants. La gamme de métallisation est présentée dans le **document ressource N°1 page 6/18**.

### Traitements multicouches

Une fois la couche conductrice en place, le procédé de traitement répondant au cahier des charges client, peut commencer. Les différents traitements se font par voie électrolytique. Il s'agit d'effectuer pour commencer un cuivrage acide de charge d'une épaisseur de 10,5  $\mu m$  suivi d'une activation acide puis d'un dépôt de 5  $\mu m$  de nickel de Watt brillant. Enfin, dans le but de fournir la finition attendue pour cette série de pièces, les bouchons subissent un revêtement de nickel noir couleur « canon de fusil » de 1  $\mu m$  d'épaisseur. Sur cette ligne, la cuve de traitement du cuivrage acide est présente en 5 exemplaires amovibles. De même, la finition nickel noir possède 2 cuves de traitement identique.

Tous les bains de traitement sont suivis d'un rinçage mort et d'un rinçage cascade. Le bain de finition est, quant à lui, précédé et suivi d'un rinçage éco, en lieu et place d'un rinçage mort habituel.

Les pièces partent ensuite à l'étuve pour séchage (10 min) puis sont déchargées des montages.

Les différents bains présents sur cette ligne de traitement et dans l'atelier sont définis dans le **document ressource N°2 page 7/18**.



Montage des bouchons sur support industriel

|                                                                 |                   |                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------|
| BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX            | 25-BCP-TDM-U2-ME1 | Session 2025    | Sujet     |
| ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production industrielle | Durée : 4 heures  | Coefficient : 4 | Page 4/18 |

## Contrôle qualité des pièces

Avant expédition, les bouchons sont contrôlés visuellement d'une part pour vérifier les défauts extérieurs et l'homogénéité de la coloration, et par coupe métallographique d'autre part, pour contrôler les épaisseurs de dépôts. Le prélèvement des pièces à tester se fait de façon aléatoire tout au long du montage. Les métallographies résultant des prises d'essai sont données dans le **document ressource N°3 page 8/18**.

|                                                                 |                   |                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------|
| BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX            | 25-BCP-TDM-U2-ME1 | Session 2025    | Sujet     |
| ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production industrielle | Durée : 4 heures  | Coefficient : 4 | Page 5/18 |

# Documents Ressources

## ➤ Document ressource N° 1 : Gamme de métallisation

|                | N° | Opération       | Rôle                                                                                                                      | Composition                                                                                                           | T (°C) | ép. (µm) | ddc A.dm <sup>-2</sup> | v <sub>d</sub> (µm.h <sup>-1</sup> ) | t (min) |
|----------------|----|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|------------------------|--------------------------------------|---------|
| GAMME CHIMIQUE | 1  | Dégraissage     | Action dégraissante et augmente la mouillabilité de la pièce.                                                             | Solution PM900                                                                                                        | 60     |          |                        |                                      | 5       |
|                | 2  | Rinçage cascade |                                                                                                                           |                                                                                                                       | Amb.   |          |                        |                                      | 1       |
|                | 3  | Satinage        | Satinage sulfochromique. L'anhydride chromique CrO <sub>3</sub> détruit les particules de butadiène créant les aspérités. | CrO <sub>3</sub> : 350 g.L <sup>-1</sup><br>H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> : 450 g.L <sup>-1</sup>                    | 65     |          |                        |                                      | 7       |
|                | 4  | Rinçage mort    |                                                                                                                           |                                                                                                                       | 50     |          |                        |                                      | 0,5     |
|                | 5  | Rinçage cascade |                                                                                                                           |                                                                                                                       | Amb.   |          |                        |                                      | 1       |
|                | 6  | Réduction       | Élimine le Cr <sup>VI</sup> par réduction.                                                                                | Solution d'acide glyoxylique                                                                                          | 35     |          |                        |                                      | 4       |
|                | 7  | Rinçage cascade |                                                                                                                           |                                                                                                                       | Amb.   |          |                        |                                      | 1       |
|                | 8  | Activation      | Système colloïdal de chlorure d'étain et de palladium. Ce système est adsorbé sur les aspérités de surface de l'ABS.      | PdCl <sub>2</sub> : 0,25 g.L <sup>-1</sup><br>SnCl <sub>2</sub> : 15 g.L <sup>-1</sup><br>HCl : 60 mL.L <sup>-1</sup> | 40     |          |                        |                                      | 6       |
|                | 9  | Rinçage cascade |                                                                                                                           |                                                                                                                       | Amb.   |          |                        |                                      | 1       |
|                | 10 | Accélération    | Élimination du colloïde protecteur du palladium le rendant ainsi actif pour le nickel chimique.                           | Solution PM964                                                                                                        |        |          |                        |                                      | 4       |
|                | 11 | Rinçage cascade |                                                                                                                           |                                                                                                                       | Amb.   |          |                        |                                      | 1       |
|                | 12 | Nickel chimique | Rend la pièce conductrice pour la gamme électrolytique.                                                                   | Ni <sub>métal</sub> : 6 g.L <sup>-1</sup><br>H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> : 30 g.L <sup>-1</sup>      | 31     | 2        |                        | 15                                   | 8       |
|                | 13 | Rinçage mort    |                                                                                                                           |                                                                                                                       | Amb    |          |                        |                                      | 0,5     |
|                | 14 | Rinçage cascade |                                                                                                                           |                                                                                                                       | Amb.   |          |                        |                                      | 1       |
| GAMME ELECTRO  | 15 |                 |                                                                                                                           |                                                                                                                       |        |          |                        |                                      |         |
|                | 16 |                 |                                                                                                                           |                                                                                                                       |        |          |                        |                                      |         |
|                |    |                 |                                                                                                                           |                                                                                                                       |        |          |                        |                                      |         |

|                                                                 |                   |                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------|
| BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX            | 25-BCP-TDM-U2-ME1 | Session 2025    | Sujet     |
| ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production industrielle | Durée : 4 heures  | Coefficient : 4 | Page 6/18 |

## ➤ Document ressource N° 2 : Bains de l'atelier

### **Bains de préparation :**

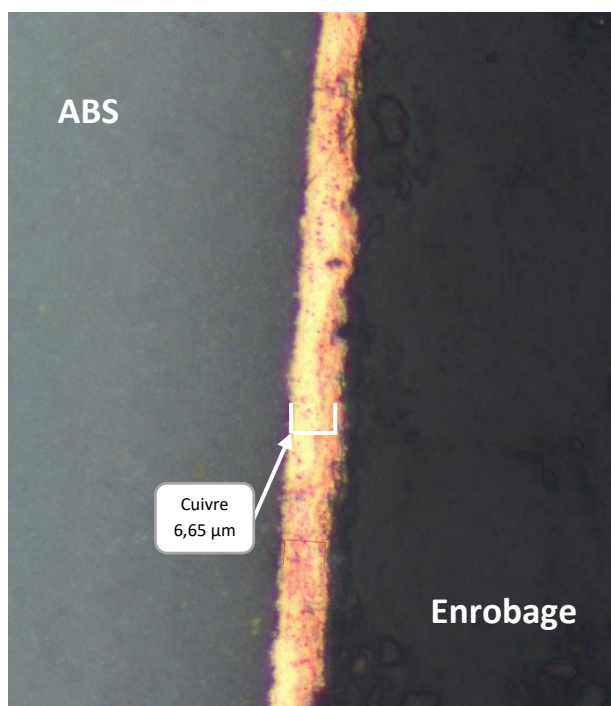
- Dégraissage chimique
- Dégraissage électrolytique anodique
- Dégraissage électrolytique cathodique
- Polissage électrolytique
- Activation à 10% de HCl
- Activation à 1% de HCl
- Satinage
- Blanchiment
- Décapage sulfochromique
- Décapage chimique à 50% de HCl
- Décapage chimique à 50% de HNO<sub>3</sub>
- Décapage électrolytique anodique

### **Bains de traitement :**

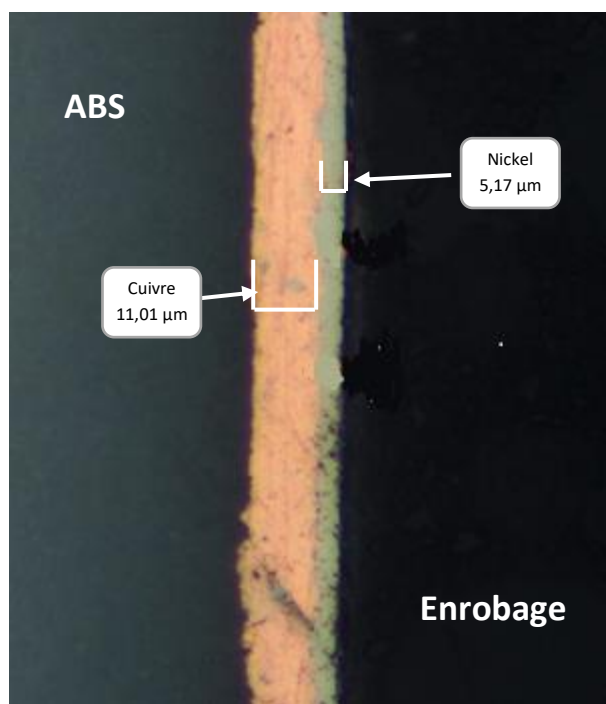
- Cuivrage alcalin cyanuré
- Cuivrage acide
- Nickelage de Watt
- Nickelage de Wood
- Oxydation anodique sulfurique
- Chromage trivalent
- Chromatation hexavalente

|                                                                 |                   |                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------|
| BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX            | 25-BCP-TDM-U2-ME1 | Session 2025    | Sujet     |
| ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production industrielle | Durée : 4 heures  | Coefficient : 4 | Page 7/18 |

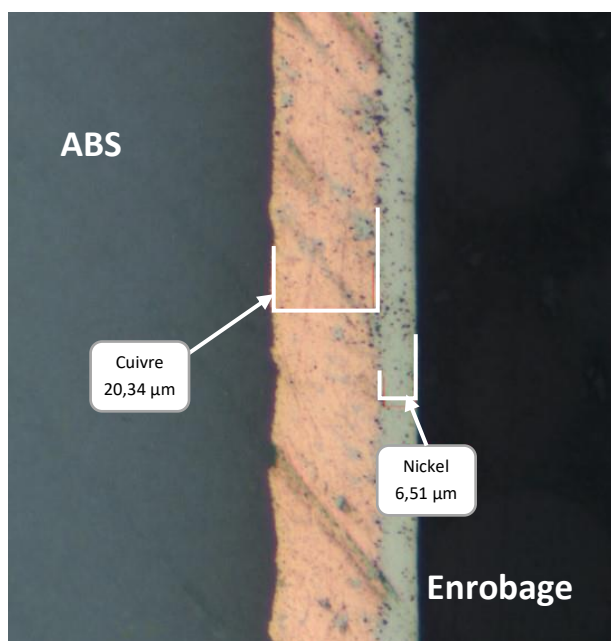
➤ **Document ressource N° 3 : Métallographies de contrôle**



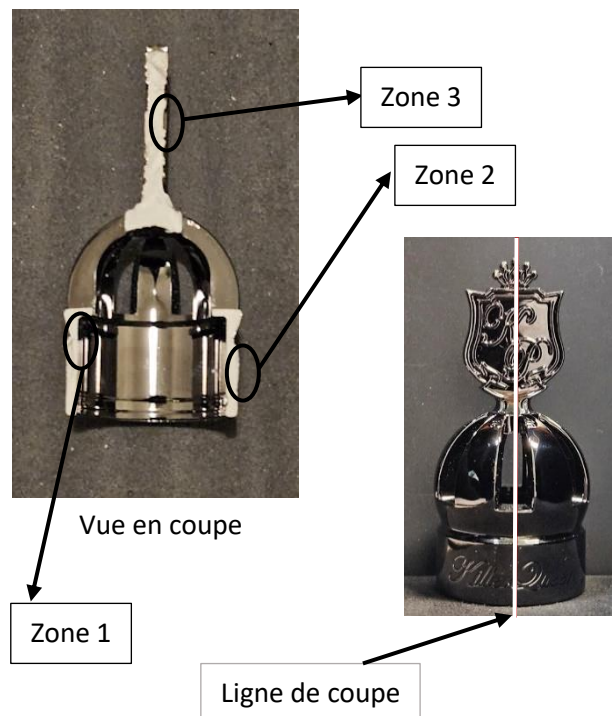
Métallographie 1 : section zone 1



Métallographie 2 : section zone 2



Métallographie 3 : section zone 3



|                                                                 |                   |                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------|
| BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX            | 25-BCP-TDM-U2-ME1 | Session 2025    | Sujet     |
| ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production industrielle | Durée : 4 heures  | Coefficient : 4 | Page 8/18 |

➤ **Document ressource N° 4 : tableau périodique des éléments**

Ia

IIa

IIIa

IVa

Va

VIa

VIIa

IIb

IIIb

IVb

Vb

VIIb

O

0,07

1

H

Hydrogène

1,0

0,53

3,1

Li

Lithium

6,9

0,97

11,7

Na

Sodium

23,0

191,5

203

Ca

Calcium

40,1

372,6

394,4

Sr

Strontium

87,0

553,5

566,1

71,3

La

Lanthane

138,9

132,9

137,3

Ba

Baryum

137,3

87

88

Fr

Francium

223,0

88

89

Ra

Radium

226,0

89

104

Ac

Actinium

227,0

227,0

264,0

Ku

Kurchatovium

264,0

214,5

226,1

237,1

247,3

257,8

268,9

278,9

288,9

297,1

306,3

315,3

324,7

334,7

343,1

352,6

36

45,0

47,9

50,9

52,0

54,9

55,9

58,9

58,7

63,5

65,4

69,7

72,6

74,9

79,9

83,8

54

395,4

408,4

410,2

421,1

431,2

441,2

451,2

461,0

478,6

487,3

497,3

506,6

516,2

524,9

533,0

54

88,9

91,2

92,9

95,9

99,0

101,1

102,9

106,4

107,9

112,4

114,8

118,7

121,8

127,6

131,3

86

57,1

72,1

73,1

74,2

75,2

76,2

77,2

78,1

79,1

80,1

81,1

82,9

83

84

85

86

178,5

181,0

183,8

186,2

190,2

192,2

195,1

197,0

200,6

207,2

209,0

210,0

210,0

210,0

222,0

222,0

88

89

Fr

Francium

223,0

88

89

Ra

Radium

226,0

89

104

Ac

Actinium

227,0

227,0

264,0

Ku

Kurchatovium

264,0

214,5

226,1

237,1

247,3

257,8

268,9

278,9

288,9

297,1

306,3

315,3

324,7

334,7

343,1

352,6

36

45,0

47,9

50,9

52,0

54,9

55,9

58,9

58,7

63,5

65,4

69,7

72,6

74,9

79,9

83,8

54

395,4

408,4

410,2

421,1

431,2

441,2

451,2

461,0

478,6

487,3

497,3

506,6

516,2

524,9

533,0

54

88,9

91,2

92,9

95,9

99,0

101,1

102,9

106,4

107,9

112,4

114,8

118,7

121,8

127,6

131,3

86

57,1

72,1

73,1

74,2

75,2

76,2

77,2

78,1

79,1

80,1

81,1

82,9

83

84

85

86

178,5

181,0

183,8

186,2

190,2

192,2

195,1

197,0

200,6

207,2

209,0

210,0

210,0

210,0

222,0

222,0

88

89

Fr

Francium

223,0

88

89

Ra

Radium

226,0

89

104

Ac

Actinium

227,0

227,0

264,0

Ku

Kurchatovium

264,0

214,5

226,1

237,1

247,3

257,8

268,9

278,9

288,9

297,1

306,3

315,3

324,7

334,7

343,1

352,6

36

45,0

47,9

50,9

52,0

54,9

55,9

58,9

58,7

63,5

65,4

69,7

72,6

74,9

79,9

83,8

54

395,4

408,4

410,2

421,1

431,2

441,2

451,2

461,0

478,6

487,3

497,3

506,6

516,2

524,9

533,0

54

88,9

91,2

92,9

95,9

99,0

101,1

102,9

106,4

107,9

112,4

114,8

118,7

121,8

127,6

131,3

86

57,1

72,1

73,1

74,2

75,2

76,2

77,2

78,1

79,1

80,1

81,1

82,9

83

84

85

86

178,5

181,0

183,8

186,2

190,2

192,2

195,1

197,0

200,6

207,2

209,0

210,0

210,0

210,0

222,0

222,0

88

89

Fr

Francium

223,0

88

89

Ra

Radium

226,0

89

104

Ac

Actinium

227,0

227,0

264,0

Ku

Kurchatovium

264,0

214,5

226,1

237,1

247,3

257,8

268,9

278,9

288,9

297,1

306,3

315,3

324,7

334,7

343,1

352,6

36

45,0

47,9

50,9

52,0

54,9

55,9

58,9

58,7

63,5

65,4

69,7

72,6

74,9

79,9

83,8

54

395,4

408,4

410,2

421,1

431,2

441,2

451,2

461,0

478,6

487,3

497,3

506,6

516,2

524,9

533,0

54

88,9

91,2

92,9

95,9

99,0

101,1

102,9

106,4

107,9

112,4

114,8

118,7

121,8

127,6

131,3

86

57,1

72,1

73,1

74,2

75,2

76,2

77,2

78,1

79,1

80,1

81,1

82,9

83

84

85

86

178,5

181,0

183,8

186,2

190,2

192,2

195,1

197,0

200,6

207,2

209,0

210,0

210,0

210,0

222,0

222,0

88

89

Fr

Francium

223,0

88

89

Ra

Radium

226,0

89

104

Ac

Actinium

227,0

227,0

264,0

Ku

Kurchatovium

264,0

214,5

226,1

237,1

247,3

257,8

268,9

278,9

288,9

297,1

306,3

315,3

324,7

334,7

343,1

352,6

36

45,0

47,9

50,9

52,0

54,9

55,9

58,9

58,7

63,5

65,4

69,7

72,6

74,9

79,9

83,8

54

395,4

408,4

410,2

421,1

431,2

441,2

451,2

461,0

478,6

487,3

497,3

506,6

516,2

524,9

533,0

54

88,9

91,2

92,9

95,9

99,0

101,1

102,9

106,4

107,9

112,4

114,8

118,7

121,8

127,6

131,3

86

57,1

72,1

73,1

74,2

75,2

76,2

77,2

78,1

79,1

80,1

81,1

82,9

83

84

85

86

178,5

181,0

183,8

186,2

190,2

192,2

195,1

197,0

200,6

207,2

209,0

210,0

210,0

210,0

222,0

222,0

88

89

Fr

Francium

223,0

88

89

Ra

Radium

226,0

89

104

Ac

Actinium

227,0

227,0

264,0

Ku

Kurchatovium

264,0

214,5

226,1

237,1

247,3

257,8

268,9

278,9

288,9

297,1

306,3

315,3

324,7

334,7

343,1

352,6

36

45,0

47,9

50,9

52,0

54,9

55,9

58,9

58,7

63,5

65,4

69,7

72,6

74,9

79,9

83,8

54

395,4

408,4

410,2

421,1

431,2

441,2

451,2

461,0

478,6

487,3

497,3

506,6

516,2

524,9

533,0

54

88,9

91,2

92,9

95,9

99,0

101,1

102,9

106,4

107,9

112,4

114,8

118,7

121,8

127,6

131,3

86

57,1

72,1

73,1

74,2

75,2

76,2

77,2

78,1

79,1

80,1

81,1

82,9

83

84

85

86

178,5

181,0

183,8

186,2

190,2

192,2

195,1

197,0

200,6

207,2

209,0

210,0

210,0

210,0

222,0

222,0

88

89

Fr

Francium

223,0

88

89

Ra

Radium

226,0

89

104

Ac

Actinium

227,0

227,0

264,0

Ku

Kurchatovium

264,0

214,5

226,1

237,1

247,3

257,8

268,9

278,9

288,9

297,1

306,3

315,3

324,7

334,7

343,1

352,6

36

45,0

47,9

50,9

52,0

54,9

55,9

58,9

58,7

63,5

65,4

69,7

72,6

74,9

79,9

83,8

54

395,4

408,4

410,2

421,1

431,2

441,2

451,2

461,0

478,6

487,3

497,3

506,6

516,2

524,9

533,0

54

88,9

91,2

92,9

95,9

99,0

101,1

102,9

106,4

107,9

112,4

114,8

118,7

121,8

127,6

131,3

86

57,1

72,1

73,1

74,2

75,2

76,2

77,2

78,1

79,1

80,1

81,1

82,9

83

84

85

86

178,5

181,0

183,8

186,2

190,2

192,2

195,1

197,0

200,6

207,2

209,0

210,0

210,0

210,0

222,0

222,0

88

89

Fr

Francium

223,0

88

89

Ra

Radium

226,0

89

104

Ac

Actinium

227,0

227,0

264,0

Ku

Kurchatovium

264,0

214,5

226,1

237,1

247,3

257,8

268,9

278,9

288,9

297,1

306,3

315,3

324,7

334,7

343,1

352,6

36

45,0

47,9

50,9

52,0

54,9

55,9

58,9

58,7

63,5

65,4

69,7

72,6

74,9

79,9

83,8

54

395,4

408,4

410,2

421,1

431,2

441,2

451,2

461,0

478,6

487,3

497,3

506,6

516,2

524,9

533,0

54

88,9

91,2

92,9

95,9

99,0

101,1

102,9

106,4

107,9

112,4

114,8

118,7

121,8

127,6

131,3

86

57,1

72,1

73,1

74,2

75,2

76,2

77,2

78,1

79,1

80,1

81,1

82,9

83

84

85

86

178,5

181,0

183,8

186,2

190,2

192,2

195,1

197,0

200,6

207,2

209,0

210,0

210,0

210,0

222,0

222,0

88

89

Fr

Francium

223,0

88

89

Ra

Radium

226,0

89

104

Ac

Actinium

227,0

227,0

264,0

Ku

Kurchatovium

264,0

214,5

226,1

237,1

247,3

257,8

268,9

278,9

288,9

297,1

306,3

315,3

324,7

334,7

343,1

352,6

36

45,0

47,9

50,9

52,0

54,9

55,9

58,9

58,7

63,5

65,4

69,7

72,6

74,9

79,9

83,8

54

395,4

408,4

410,2

421,1

431,2

441,2

451,2

461,0

478,6

487,3

497,3

506,6

516,2

524,9

533,0

54

88,9

91,2

92,9

95,9

99,0

101,1

102,9

106,4

107,9

112,4

114,8

118,7

121,8

127,6

131,3

86

57,1

72,1

73,1

74,2

75,2

76,2

77,2

78,1

79,1

80,1

81,1

82,9

83

84

85

86

178,5

181,0

183,8

186,2

190,2

192,2

195,1

197,0

200,6

207,2

209,0

210,0

210,0

210,0

222,0

222,0

88

89

Fr

Francium

223,0

88

89

Ra

Radium

226,0

89

104

Ac

Actinium

227,0

227,0

264,0

Ku

Kurchatovium

264,0

214,5

226,1

237,1

247,3

257,8

268,9

278,9

288,9

297,1

306,3

315,3

324,7

334,7

343,1

352,6

36

45,0

47,9

50,9

52,0

54,9

55,9

58,9

58,7

63,5

65,4

69,7

72,6

74,9

79,9

83,8

54

395,4

408,4

410,2

421,1

431,2

441,2

451,2

461,0

478,6

487,3

497,3

506,6

516,2

524,9

533,0

54

88,9

91,2

92,9

95,9

99,0

101,1

102,9

106,4

107,9

112,4

114,8

118,7

121,8

127,6

131,3

86

57,1

72,1

73,1

74,2

75,2

76,2

77,2

78,1

79,1

80,1

81,1

82,9

83

84

85

86

178,5

181,0

183,8

186,2

190,2

192,2

195,1

197,0

200,6

207,2

209,0

210,0

210,0

210,0

222,0

222,0

88

89

Fr

Francium

223,0

88

89

Ra

Radium

226,0

89

104

Ac

Actinium

227,0

227,0

264,0

Ku

Kurchatovium

264,0

214,5

226,1

237,1

247,3

257,8

268,9

278,9

288,9

297,1

306,3

315,3

324,7

334,7

343,1

352,6

36

45,0

47,9

50,9

52,0

54,9

55,9

58,9

58,7

63,5

65,4

69,7

72,6

74,9

79,9

83,8

54

395,4

408,4

410,2

421,1

431,2

441,2

451,2

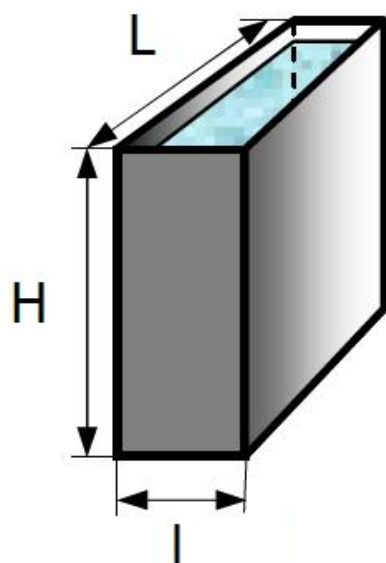
461,0

478,6

487

|                                                                 |                   |                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------|
| BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX            | 25-BCP-TDM-U2-ME1 | Session 2025    | Sujet     |
| ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production industrielle | Durée : 4 heures  | Coefficient : 4 | Page 9/18 |

➤ **Document ressource N° 5 : Moyen de production**



Longueur de la cuve L = 2 000 mm

Hauteur de la cuve H = 1 140 mm

Largeur de la cuve l = 900 mm

Les cuves sont agitées par insufflation d'air lorsque cela est nécessaire et chauffées par serpentin en fond.

Le niveau des bains se situe à 100 mm du bord supérieur des cuves.

L'intensité maximale admise par les différents redresseurs de cette ligne ABS est :

- cuivrage acide : 1 000 A
- Nickel de Watt : 1 000 A
- Nickel noir Déco : 2 000 A

**Informations sur les bains électrolytiques :**

| Type de bain   | Composition                                                                                                                                                                                                             | Teneur | T<br>°C | R <sub>c</sub><br>% | ddc<br>A.dm <sup>-2</sup> | ion              |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|---------------------|---------------------------|------------------|
| Cuivrage acide | Voir fiche technique (document ressource n° 6)                                                                                                                                                                          |        |         |                     | 2,2                       | Cu <sup>2+</sup> |
| Nickel de Watt | Sulfate de nickel NiSO <sub>4</sub> ,7H <sub>2</sub> O                                                                                                                                                                  | 330    | 58      | 95                  | 2,5                       | Ni <sup>2+</sup> |
|                | Chlorure de nickel NiCl <sub>2</sub> ,6H <sub>2</sub> O                                                                                                                                                                 | 65     |         |                     |                           |                  |
|                | Acide borique H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>                                                                                                                                                                            | 50     |         |                     |                           |                  |
|                | Filtration continue                                                                                                                                                                                                     |        |         |                     |                           |                  |
| Nickel noir    | Sulfate de nickel NiSO <sub>4</sub> ,7H <sub>2</sub> O<br>Chlorure de nickel NiCl <sub>2</sub> ,6H <sub>2</sub> O<br>Bis(sulfamidate) de nickel<br>Ni(SO <sub>3</sub> NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> ,4H <sub>2</sub> O |        | 48      | 97                  | 3,5                       | Ni <sup>2+</sup> |

|                                                                 |                   |                 |            |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|------------|
| BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX            | 25-BCP-TDM-U2-ME1 | Session 2025    | Sujet      |
| ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production industrielle | Durée : 4 heures  | Coefficient : 4 | Page 10/18 |



Cuivre acide

Version: 11

## NOTICE TECHNIQUE

Doc.-No.: 02-2513-08

**Cupracid PL**

SAP-N° : 1678623

Bain de cuivre acide brillant

IMDS-No.: 736943

### CONTENU

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| 1. Information procédé.....                            | 2  |
| 2. Equipement.....                                     | 2  |
| 3. Pré-Traitement.....                                 | 3  |
| Montage.....                                           | 4  |
| 5. Paramètres de travail.....                          | 5  |
| 6. Entretien.....                                      | 6  |
| Effet des additifs.....                                | 7  |
| Compatibilité de mélange des additifs.....             | 7  |
| Comportement des additifs.....                         | 8  |
| 7., Recommandations d'application.....                 | 8  |
| Additifs anti piqure.....                              | 9  |
| Cupracid 530 Correction.....                           | 9  |
| Cupracid anti mousse.....                              | 9  |
| Cupracid Promoteur.....                                | 10 |
| Cupracid Additive UN.....                              | 10 |
| 8. SAP No. pour entretien et montage.....              | 10 |
| 9. Recommandations pour le traitement des eaux.....    | 11 |
| 10. Instructions analytiques.....                      | 12 |
| Détermination du cuivre par titrage.....               | 12 |
| Détermination de l'acide sulfurique par titrage.....   | 14 |
| Détermination du chlorure par titrage.....             | 16 |
| Détermination du chlorure par turbidimétrie.....       | 18 |
| Détermination du Cupracid Promoteur par titration..... | 21 |

Date:

Signature:

|                                                                 |                   |                 |            |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|------------|
| BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX            | 25-BCP-TDM-U2-ME1 | Session 2025    | Sujet      |
| ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production industrielle | Durée : 4 heures  | Coefficient : 4 | Page 11/18 |

## 1. Information procédé

- Cupracid PL est une solution de cuivrage acide brillant à base d'acide sulfurique qui propose un dépôt sans tension, ductile et nivelant de cuivre particulièrement pour les substrats plastiques activés chimiquement.
- Cupracid PL a été spécialement développé pour l'application sur matières plastiques, mais il peut aussi être utilisé pour des métaux quand une nivelance plus faible est acceptable.
- Cupracid PL est connu pour son entretien simple.

## 2. Equipement

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                       |                  |        |         |       |         |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------|--------|---------|-------|---------|
| Cuve                              | Acier doux recouvert de caoutchouc dur, PVC/Polyester-renforcé.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                       |                  |        |         |       |         |
| Aspiration                        | Nécessaire                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                       |                  |        |         |       |         |
| Chauffage / refroidissement       | Graphite, Titane, PTFE, PVC, Polyéthylène.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                       |                  |        |         |       |         |
| Agitation mécanique / électrolyte | <p>Agitation air nécessaire ; de plus une agitation cathodique est avantageusement utilisée pour que toutes les pièces soient atteintes par l'agitation air.</p> <table><tr><td>longueur du mouvement</td><td>va et vient /min</td></tr><tr><td>100 mm</td><td>20 – 25</td></tr><tr><td>60 mm</td><td>25 – 30</td></tr></table> <p>Agitation cathodique de préférence horizontale</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | longueur du mouvement | va et vient /min | 100 mm | 20 – 25 | 60 mm | 25 – 30 |
| longueur du mouvement             | va et vient /min                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                       |                  |        |         |       |         |
| 100 mm                            | 20 – 25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                       |                  |        |         |       |         |
| 60 mm                             | 25 – 30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                       |                  |        |         |       |         |
| Agitation air                     | <p>Le volume d'air nécessaire est d'environ 12 - 20 m<sup>3</sup>/h et par longueur de barre de cathode. Les tuyaux d'agitation air doivent être parallèles aux barres cathodiques environ 30 - 80 mm au dessus du fond de cuve. Selon la taille de la cuve, ils sont percés de trous d'un diamètre de 3 mm espacés par intervalles de 80 à 100 mm avec un angle de 45 ° du fond de cuve. Chaque tuyau possède deux rangées de trous espacées de 40 à 50 mm. Il est conseillé d'installer au moins deux tuyaux d'agitation air (diamètre intérieur 20 à 40 mm) dans le bain. La distance entre les tuyaux doit être de 150 à 250 mm.</p> <p>Les matériaux conseillés sont PVC ou polyéthylène.</p> |                       |                  |        |         |       |         |

|                                                                 |                   |                 |            |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|------------|
| BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX            | 25-BCP-TDM-U2-ME1 | Session 2025    | Sujet      |
| ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production industrielle | Durée : 4 heures  | Coefficient : 4 | Page 12/18 |

**Anodes**

Anodes de cuivre spécial avec une teneur en phosphore de 0.03 à 0.06%, les anodes massives ou les anodes au phosphore dans des paniers en titane. Les anodes doivent être recouvertes de sacs en matériau résistant aux acides, matériau totalement synthétique. Pour éviter la passivation en cas d'utilisation d'anodes pleines, la peau de fonderie doit être éliminée avant utilisation (par ex. avec UniClean 697 et acide sulfurique).

**3. Pré-Traitement**

- Après le dépôt chimique, il est conseillé d'utiliser une dépassivation acide avant le traitement avec **Cupracid PL**.
- Après nickelage chimique il faut ajouter environ 10 ml/l de **Cupracid PL Montage** sera ajouté à une solution d'environ 10 % d'acide sulfurique.
- Après nickel chimique il faut ajouter environ 20 g/l Sulfate de cuivre(II) -5-Hydrate et 10 ml/l de **Cupracid PL Montage** sera ajouté à une solution d'environ 10 % d'acide sulfurique.
- La dépassivation est à 25 - 30 °C.
- Le temps de traitement est d'environ 2 – 5 minutes.

|                                                                 |                   |                 |            |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|------------|
| BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX            | 25-BCP-TDM-U2-ME1 | Session 2025    | Sujet      |
| ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production industrielle | Durée : 4 heures  | Coefficient : 4 | Page 13/18 |

## 5. Paramètres de travail

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Teneur en métal        | environ 55 g/l Cu                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Densité du bain        | 1.17 g/cm <sup>3</sup> à 20 °C                                                                                                                                                                                                                                               |
| pH                     | Inférieur à 1; ne nécessite pas de contrôle                                                                                                                                                                                                                                  |
| Température du bain    | 20 à 30 °C, préférentiellement 24 à 28 °C.<br>Si la température atteint 30 °C, nous conseillons l'utilisation de Cupracid HT.                                                                                                                                                |
| Filtration             | Continue; Volume total du bain 2 - 3 x / 60 minutes. Pour atteindre un grand niveau de filtration il est conseillé d'utiliser un adjuvant de filtration.                                                                                                                     |
| Adjuvant de filtration | Terre de diatomées, cellulose<br>(on observe une faible augmentation de la consommation des additifs en utilisant la terre de diatomées)                                                                                                                                     |
| Tension                | 1.0 - 4.0 V; avec des cuves plus grandes jusqu'à 6 V, selon la densité de courant et la charge du bain.                                                                                                                                                                      |
| Densité de courant     | Anode: 0.5 - 2.5 A/dm <sup>2</sup><br><br>Pour la formation du film anodique la densité de courant anodique doit être supérieur à 0.5 A/dm <sup>2</sup> . Pour éviter les passivations anodiques, la densité de courant anodique ne doit pas excéder 2.5 A/dm <sup>2</sup> . |
| Rendement              | Environ 100 %                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Vitesse de dépôt       | 0.7 µm Cu/min. à 3 A/dm <sup>2</sup><br>Les chiffres de la table ci-dessous ont été arrondis pour une minute pleine.                                                                                                                                                         |

| Densité de courant    | Epaisseur de dépôt en µm |        |        |         |        |         |
|-----------------------|--------------------------|--------|--------|---------|--------|---------|
|                       | 6 µm                     | 9 µm   | 12 µm  | 24 µm   | 36 µm  | 48 µm   |
| 1,0 A/dm <sup>2</sup> | 28 min                   | 41 min | 54 min | 108 min |        |         |
| 2,0 A/dm <sup>2</sup> | 14 min                   | 21 min | 28 min | 55 min  | 82 min | 111 min |
| 3,0 A/dm <sup>2</sup> | 9 min                    | 14 min | 19 min | 37 min  | 55 min | 73 min  |
| 4,0 A/dm <sup>2</sup> | 7 min                    | 11 min | 14 min | 28 min  | 42 min | 55 min  |
| 5,0 A/dm <sup>2</sup> | 6 min                    | 8 min  | 11 min | 22 min  | 33 min | 44 min  |
| 6,0 A/dm <sup>2</sup> | 5 min                    | 7 min  | 9 min  | 18 min  | 27 min | 35 min  |

|                                                                 |                   |                 |            |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|------------|
| BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX            | 25-BCP-TDM-U2-ME1 | Session 2025    | Sujet      |
| ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production industrielle | Durée : 4 heures  | Coefficient : 4 | Page 14/18 |

## 6. Entretien

| Paramètre        | Au montage | Gamme opératoire |
|------------------|------------|------------------|
| Cuivre           | 55 g/l     | 50 – 65 g/l      |
| Acide sulfurique | 65 g/l     | 50 – 70 g/l      |
| Ions chlorure    | 100 mg/l   | 80 – 120 mg/l    |

4.0 g/l de sulfate de cuivre ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ ) augmente la teneur en cuivre d'environ 1 g/l.  
Le sel est dissous dans de l'eau DI chaude (40 – 60 °C), et traité avec 10 mg de charbon actif par gramme de sulfate de cuivre (environ 1 heure).

0.57 ml/l d'acide sulfurique (densité 1.84 kg/l; environ. 95 % w/w) augmente la teneur en acide sulfurique d'environ 1 g/l. Pour éviter les surchauffes localisées ; l'acide sulfurique doit être ajouté lentement sous agitation.

16.7 mg/l de chlorure de sodium augmente la teneur en ions chlorure d'environ 10 mg/l.  
Avant ajout le chlorure de sodium est dissous dans une faible quantité d'eau DI.

Pour 10,000 Ah:

0.8 kg (0.4 - 1.2 kg) Cupracid PL Part A et  
1.0 kg (0.7 – 1.2 kg) Cupracid PL Part B

La consommation dépend du degré de brillance et de nivelance exigé. Si des anodes pleines sont utilisées, la consommation de Cupracid PL Part B peut décroître.  
Dans certains cas il est nécessaire d'ajouter 0.2 - 0.4 kg de Cupracid PL Montage par 10,000 Ah.

Si le nombre d'ampère heure n'est pas connu, les quantités suivantes peuvent être ajoutées à 1000 l de bain quand le degré de brillance diminue:

0.1 – 0.2 l Cupracid PL Part A  
et  
0.2 - 0.4 l Cupracid PL Part B  
Les ajouts se font par gaps de 0.1 ml/l.

Pour compenser les pertes par entraînements, des ajouts de Cupracid PL Montage sont nécessaires.

Les ajouts de sulfate de cuivre (II)-5-Hydrate indiquent les pertes par entraînement.

Un ajout de 0.5 kg Cupracid PL Montage est conseillé pour un ajout de 10 kg Sulfate de cuivre (II)-5-Hydrate.

Si la teneur en cuivre dans la solution décroît sous la valeur standard pendant le travail il doit être compensé par ajout de sulfate de cuivre (II)-5-Hydrate.

Pour cela le sel est dissous dans de l'eau DI chaude et la solution traitée avec du charbon actif selon la procédure «montage ». après filtration la solution peut être ajoutée au bain.

|                                                                 |                   |                 |            |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|------------|
| BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX            | 25-BCP-TDM-U2-ME1 | Session 2025    | Sujet      |
| ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production industrielle | Durée : 4 heures  | Coefficient : 4 | Page 15/18 |

**Effet des additifs**

Pour atteindre une brillance et une nivelance optimum, Cupracid PL Part A et Cupracid PL Part B doivent être présents dans le bain dans une certaine proportion. Leur proportion mutuelle doit être strictement respectée, car les deux substances ont une action l'une sur l'autre. De ce fait un excès de l'une peut être compensé par un ajout de l'autre. Des fortes teneurs (supérieur à 1.2 kg/10,000 Ah) de Cupracid PL Part A favorise la formation de pores et doit de ce fait être évité.

**Manque de Cupracid PL Montage**

Un manque de Cupracid PL Montage peut conduire à des dépôts en relief dans les zones de fortes densités de courant, aux brûlures et à la formation de pores. La teneur en Cupracid PL Montage *actif* évalué par CVS doit être supérieure à 5 ml/l dans un bain en fonctionnement.

**Un manque de Cupracid PL Part A ou Excès de Cupracid PL Part B**

Un manque de Cupracid PL Part A ou un excès de Cupracid PL Part B est reconnu par un faible effet de nivelance, par une augmentation de la pénétration de la brillance et des dépôts sporadiquement voilés dans les zones de moyennes et faibles densités de courant. Dans ce cas, ajouter du Cupracid PL Part A par gags de 0.05 - 0.1 ml/l dans le bain.

Si de fréquentes additions de Cupracid PL Part A deviennent nécessaires, il faut faire des tests de concentration de Cupracid PL Part A et Cupracid PL Part B et si besoin les dosages de Cupracid PL Part B doivent être réduits ou augmenter les dosages de Cupracid PL Part A.

**Un manque de Cupracid PL Part B ou un excès de Cupracid PL Part A**

Un défaut de Cupracid PL Part B ou un excès de Cupracid PL Part A est identifié par des brûlures aux fortes densités de courant. Un excès important de Cupracid PL Part A peut provoquer des rugosités et des pores. Si ce défaut apparaît, Cupracid PL Part B doit être ajouté par pas de 0.1 ml/l. Pour éviter la formation de voile, Cupracid PL Part A doit aussi être ajouté simultanément (il doit être ajouté dans la proportion de 20% de la quantité de Cupracid PL Part B)

Cupracid PL Part A et Cupracid PL Part B doivent être ajoutés séparément dans le bain sous forte agitation.

Dans le cas de fortes brûlures, la concentration des constituants minéraux (Cu, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Cl<sup>-</sup>) doivent être contrôlés avant d'ajouter des additifs.

**Compatibilité de mélange des additifs**

Cupracid PL Montage peut être mélangé au Cupracid PL Part B dans toutes les proportions.

Cupracid PL Part A NE DOIT PAS être mélangé avec Cupracid PL Montage ou Cupracid PL Part B.

|                                                                 |                   |                 |            |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|------------|
| BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX            | 25-BCP-TDM-U2-ME1 | Session 2025    | Sujet      |
| ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production industrielle | Durée : 4 heures  | Coefficient : 4 | Page 16/18 |

**Comportement des additifs**

Ce tableau indique la quantité d'additif détruit lors des traitements pratiqués.

| Produit                 | 5 g/l charbon actif  | 5 g/l charbon actif + 2 g/l $\text{KMnO}_4$ | 1 ml/l $\text{H}_2\text{O}_2$ 30 % | 100 mg/l NaPS |
|-------------------------|----------------------|---------------------------------------------|------------------------------------|---------------|
| Cupracid PL Part A      | Complètement         | Complètement                                | Presque complètement               | Un peu        |
| Cupracid PL Part B      | Insignifiant         | Complètement                                | Partiellement                      | Un peu        |
| Cupracid PL Montage     | partiellement        | Complètement                                | Pas du tout                        | Pas du tout   |
| Cupracid Mouillant Plus | Presque complètement | Complètement                                | Pas du tout                        | Pas du tout   |
| Cupracid Super Wet 42   | Presque complètement | Complètement                                | Pas du tout                        | Pas du tout   |

NaPS = persulfate de Sodium ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ )

**7., Recommandations d'application**

Pour maintenir la qualité de dépôt, il faut :

Analyser régulièrement les composants du bain pour éviter les fluctuations de concentrations. Pour la même raison, il est recommandé de faire régulièrement des cellules de Hull.

Si des paniers en titane et des sacs anodes sont utilisés il faut :

Les paniers anodiques doivent être nettoyés par dégraissage chaud pour éviter toute contamination du bain avec des huiles ou des copeaux métalliques.

Pour éliminer les produits de préparation les sacs doivent être nettoyés dans une solution chaude de carbonate de sodium (1.5%) et ensuite neutralisés dans une solution d'acide sulfurique (1%)

Les pertes par évaporation sont compensées par ajout d'eau déminéralisée.

|                                                                 |                   |                 |            |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|------------|
| BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX            | 25-BCP-TDM-U2-ME1 | Session 2025    | Sujet      |
| ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production industrielle | Durée : 4 heures  | Coefficient : 4 | Page 17/18 |

➤ **Document ressource N° 7 : Gestion de production**

$$T_{\text{prod}} = T_{\text{avant}} + n \times T_{\text{long}} + T_{\text{finition}}$$

$T_{\text{prod}}$  : durée de production effective ;

$T_{\text{avant}}$  : durée avant l'opération la plus longue ;

$T_{\text{long}}$  : durée de l'opération de la gamme la plus longue ;

$T_{\text{finition}}$  : durée restante après l'opération la plus longue ;

$n$  = nombre de pièces ou de montages pouvant être traités.

---

➤ **Document ressource N° 8 : Tolérance épaisseur**

Le cahier des charges accepte une tolérance de :

- $10,5 \pm 1 \text{ } \mu\text{m}$  pour le cuivre acide
- $5 \pm 0,5 \text{ } \mu\text{m}$  pour le nickel de Watt
- $1 \pm 0,2 \text{ } \mu\text{m}$  pour le nickel noir

|                                                                 |                   |                 |            |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|------------|
| BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX            | 25-BCP-TDM-U2-ME1 | Session 2025    | Sujet      |
| ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production industrielle | Durée : 4 heures  | Coefficient : 4 | Page 18/18 |