

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 2024

Durée : 2 heures
Coefficient : 2

Matériel autorisé :

- L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
- L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue », est autorisé.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.
Le sujet comporte 11 pages, numérotées de 1/11 à 11/11.

BTS TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2024
Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4B Option B : Traitements de Surfaces	Code : 24TM44B	Page 1/11

Argentage sur alliage d'aluminium avec reprise sur un traitement de conversion chimique

Une entreprise de sous-traitance spécialisée dans l'argentage technique traite des petites pièces en alliage d'aluminium (**photographie n°1**) pour l'assemblage de système d'équipement d'antennes et de stations dévolues à la réception de données satellite.

Suite à une erreur, un lot de 250 pièces est livré avec un traitement de conversion chimique de type « SurTec 650 » (**annexe 1 page 8**). La société adapte sa gamme usuelle en intégrant une étape de détraitement.

Le cahier des charges du client est le suivant :

Pièce : broche de connecteur électrique

Matière : alliage d'aluminium au magnésium

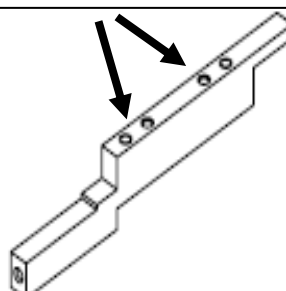
Traitement demandé : Ag 8 (I) + Ni 5 (II) / EN AW-5083

Caractérisation du dépôt : très bonne adhérence.



Photographie n°1 : broche de connecteur

Trous borgnes pour l'accrochage du montage



Le revêtement de nickel chimique permet l'obtention d'une surface conductrice sur alliage d'aluminium. Il améliore également les propriétés mécaniques et anticorrosion de la pièce.

Le dépôt d'argent répond à des exigences de contact électrique et de soudabilité. Une épaisseur de 8 μm minimum assure un bon contact électrique (amélioration de la conductivité de surface aux hautes fréquences et de la résistance aux frottements).

La gamme modifiée pour le traitement des pièces en alliage d'aluminium et qui respecte le règlement REACH comprend les étapes suivantes :

N° étape	Opérations
00	Montage / 8 pièces
01	Dégraissage chimique / 30 °C - 10 min - immersion
02	Élimination couche de conversion chimique SurTec 650
03	Décapage chimique acide / 2,5 min
04	Blanchiment acide nitrique 50 % / 23 °C – 5 min
05	Double zingage chimique (double zincate)
06	Dépôt nickel chimique bain n°1 / 89 °C – 7,5 min
07	Dépôt nickel chimique bain n°2
08	Pré-argentage cyanuré
09	Argentage cyanuré
10	Séchage
11	Démontage
12	Contrôle

Une fonction de rinçage est ajoutée entre les étapes 01 à 10.

Partie I : préparation des pièces

Étape 01 : dégraissage chimique

Ce dégraissage est utilisé pour l'élimination des corps gras de mise en forme et de manipulation. La composition ainsi que les paramètres d'utilisation sont présentés ci-dessous :

Carbonate de sodium	10 g·L ⁻¹
Phosphate trisodique	20 g·L ⁻¹
Gluconate de sodium	30 g·L ⁻¹
Tensioactif et inhibiteurs	
30 °C - 10 min - immersion	

I.1 Justifier l'utilisation d'une telle formulation de bain de dégraissage pour le traitement des alliages d'aluminium.

I.2 Proposer une action pour améliorer l'efficacité du bain de dégraissage chimique sans modifier la composition du bain.

Étape 02 : élimination de la couche de conversion

La couche de conversion réalisée par erreur chez l'usineur doit être éliminée.

I.3 En vous aidant de la fiche technique du bain de conversion SurTec 650 (*annexe 1, page 8*), **proposer** une solution pour éliminer le traitement : bain, temps et température.

Étape 03 : décapage chimique acide

Deux bains de décapage sont présents dans l'entreprise :

- Bain à l'acide phosphorique : H_3PO_4 250 mL·L⁻¹ à 90 °C
- Bain sulfochromique : CrO_3 50 g·L⁻¹ et H_2SO_4 150 mL·L⁻¹ à 70 °C

I.4 Choisir le bain le plus adapté au décapage de cette pièce. **Justifier** votre réponse.

Étape 05 : Double zingage chimique

Le traitement de double zingage chimique assure l'adhérence des dépôts sur alliage d'aluminium.

Le bain de zingage chimique a la composition suivante :

Oxyde de zinc (ZnO)	90 g·L ⁻¹
Hydroxyde de sodium (NaOH)	400 g·L ⁻¹

I.5 Donner le principe de fonctionnement de ce bain de zingage chimique. // est possible d'utiliser un schéma correctement annoté.

Partie II : nickel chimique

Le bain de nickel chimique est livré sous forme de 3 composés : Niklad 8910 A, Niklad 8910 B et Niklad 8910 H (*annexe 2 page 10*).

Le volume des bains de traitement de l'entreprise est de 200 litres.

La société procède en deux étapes (étapes 06 et 07) pour le revêtement de nickel chimique. Un premier bain où les pièces restent 7,5 minutes et un deuxième bain, appelé bain de charge, où le reste de l'épaisseur en nickel chimique est déposé.

II.1 Justifier l'utilisation du bain de nickel chimique n°1 avant le bain de charge.

II.2 Calculer le temps de traitement à la minute supérieure pour le deuxième bain de nickel chimique (étape 07).

II.3 Proposer une méthode de contrôle de l'épaisseur du revêtement de nickel chimique.

L'analyse du bain n°1 donne une concentration en nickel métal de $5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$. La concentration de la solution Niklad 8910 A est de $40 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ en nickel métal.

II.4 Calculer le volume en litre de Niklad 8910 A à ajouter au bain pour revenir à la valeur optimale.

Le bain n° 2 (bain de charge) est utilisé depuis plusieurs semaines. Un technicien procède à son réglage et utilise 7 bidons de 20 litres de Niklad 8910 A.

II.5 Calculer le nombre de « turn-over » (MTO) du bain.

II.6 Relever à partir du diagramme (*annexe 2 page 11*) les nouveaux paramètres d'utilisation.

L'installation de nickel chimique du bain n°2 de l'entreprise présente 3 cuves : une contenant le bain de nickel chimique (cuve A), une autre de l'acide nitrique (cuve B) et une troisième vide (cuve C).

II.7 Donner le rôle de ces trois cuves. *Il est possible d'utiliser un schéma correctement annoté.*

Partie III : argentage cyanuré

L'entreprise travaille avec un bain de la société Enthone « Silvrex R107 ». Elle souhaite utiliser une formulation plus récente de ce bain tout en conservant la même concentration en sels.

III.1 Proposer une méthode d'élimination des deux additifs organiques base et brillanteur.

Avant l'analyse chimique du bain, le technicien vérifie l'aspect des anodes et il constate qu'elles sont très sombres.

III.2 Donner une explication à ce constat et une action corrective pour y remédier.

Le bain n'est pas encore équipé de système d'agitation, il n'y a qu'un système de filtration sur cartouche.

III.3 Proposer un système d'agitation en plus de la filtration. Justifier votre choix.

Avant de lancer la production, il est nécessaire de connaître l'intensité à appliquer et la durée du traitement d'argentage.

III.4 Calculer l'intensité lors du traitement d'argentage.

III.5 Déterminer la durée en minute du traitement d'argentage.

Données :

- Le bain d'argentage ne peut recevoir que deux montages à la fois.
- Surface électrolysable d'une pièce : 12 cm^2 .
- Densité de courant cathodique : $0,7 \text{ A} \cdot \text{dm}^{-2}$.
- Rendement cathodique : 100 %.
- Masse molaire de l'argent : $107,9 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- Masse volumique de l'argent : $10,5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$.
- Constante de Faraday : $96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Partie IV : Traitement des effluents - Contrôle du revêtement

L'entreprise utilise plusieurs types de rinçage après chaque bain de préparation et de traitement.

IV.1 Donner la caractéristique indispensable au rinçage qui précède le bain de nickelage chimique.

L'entreprise souhaite récupérer l'argent entraîné par les pièces directement sur la chaîne de production.

IV.2 Indiquer le matériel nécessaire à cette opération et son positionnement au niveau de la chaîne.

Les effluents de l'atelier, hormis ceux du nickelage chimique, sont traités en station physico-chimique au fil de l'eau.

IV.3 Lister les opérations utilisées pour les dépolluer jusqu'au rejet final.

Le contrôle d'adhérence doit être réalisé sur toutes les pièces.

IV.4 Proposer une méthode compatible avec ce contrôle systématique et en **détailler** le principe.

Barème

Partie I (3,5 pts)							
Question	I.1	I.2	I.3	I.4	I.5		
Points	0,5	0,5	1	0,5	1		
Partie II (8 pts)							
Question	II.1	II.2	II.3	II.4	II.5	II.6	II.7
Points	1,5	1	0,5	1	2	1	1
Partie III (4,5 pts)							
Question	III.1	III.2	III.3	III.4	III.5		
Points	0,5	1	1	1	1		
Partie IV (4 pts)							
Question	IV.1	IV.2	IV.3	IV.4			
Points	0,5	1	1,5	1			

Annexe 1 : Extrait fiche technique SURTEC 650



Protection upgraded

SurTec® 650 **ChromitAL TCP**

SurTec 650 – Propriétés

- Passivation sans chrome VI pour aluminium à base de chrome III
- Adapté comme prétraitement avant laquage, poudrage et collage
- Très bonne protection anticorrosion sur pièces non peintes comparable à celle du chrome VI
- Fonctionne également sur les alliages d'aluminium et l'aluminium de fonderie
- Facile à appliquer en immersion, en aspersion ou au chiffon
- Produit une couche irisée légèrement bleutée
- Le revêtement répond aux exigences ELV, RoHS et WEEE si on suit les gammes recommandées
- Faible résistivité de contact, $< 32,25 \text{ m}\Omega$ pour 1cm^2 ($< 5000 \text{ }\mu\Omega$ per square inch)
- Résistant à la température jusqu'à 100°C avec une perte minimale de résistance à la corrosion

SurTec 650 - Spécifications techniques

A 20 °C	Aspect	Densité (g/ml)	pH (pur)
SurTec 650	Liquide vert pouvant contenir quelques précipités	1,005 (1,000 – 1,010)	2,9 – 4,0

Remarque : Pendant les premiers jours de stockage, la valeur du pH monte significativement.

SurTec 650 - Mise en œuvre

Concentration	Trempé : 20 % (10 - 25 %) Aspersion : 25 % (10 - 50 %)
Température	40 °C (30 – 40 °C)
pH	3,9 (3,7 - 4,0) Ajuster avec une solution d'acide sulfurique à 5 % ou d'hydroxyde de sodium à 1 % si nécessaire.
Temps de traitement	Trempé : 4 min (1 à 6 min) Aspersion : 2 min (1 à 6 min)

SurTec 650 – Détermination du poids de couche

Équipement	Balance de précision (affichage au dixième de milligramme)
Réactif	Solution d'acide nitrique à 50% vol. (à partir d'acide nitrique concentré à 65%)
Protocole	<ol style="list-style-type: none"> 1- Traiter une pièce test de surface S connue avec SurTec 650. 2- Rincer à l'eau déminéralisée et sécher rigoureusement à l'air comprimé à température ambiante. 3- Peser la pièce sur la balance de précision, soit M1 (ne pas excéder 3h d'attente après le traitement). 4- Dissoudre la couche par immersion dans la solution d'acide nitrique (4 min à 20-25°C). Une solution d'acide nitrique de 1 litre pourra être utilisée pour une surface totale de 1 m². Au-delà, il faudra renouveler la solution. 5- Rincer à l'eau déminéralisée et sécher rigoureusement à l'air comprimé à température ambiante. 6- Peser à nouveau la pièce sur la balance de précision, soit M2. 7- Répéter cette analyse sur une pièce dégraissée et désoxydée mais non passivée (soit M3 et M4).
Résultat	$(M1 - M2) / S = A$ $(M3 - M4) / S = B$ $A - B = \text{poids de couche en g/m}^2$

Pour un bain de SurTec 650 à 20% vol., une température de 40°C et un temps d'immersion de 2 à 4 min, le poids de couche varie de 0,2 à 0,5 g/m².

Cette détermination est applicable pour les matériaux extrudés. Pour la fonderie d'aluminium contenant beaucoup de silicium et étant parfois poreuse, cette méthode n'est pas adaptée.

Annexe 2 : Extrait fiche technique NIKLAD 8910



NIKLAD 8910

Nickel chimique haut phosphore longue durée de vie

Le procédé **NIKLAD 8910** est un procédé de nickelage chimique à très longue durée de vie, haute teneur en phosphore et semi brillant. Il est particulièrement destiné aux applications techniques.

Le procédé **NIKLAD 8910** permet d'obtenir un alliage d'épaisseur uniforme et dur sur des substrats tels que : acier, acier inoxydable, cuivreux et alliages, aluminium et alliages, certains non- conducteurs, autres.

Caractéristiques

Haute résistance à la corrosion

Adapté aux dépôts à forte épaisseur.

Excellente stabilité.

Non magnétique en sortie de bain.

Remarquable propriété d'allongement.

Système à pH auto-régulé avec ou sans ammoniacque

Aspect semi-brillant

Conforme aux directives 2000/53/EC (ELV/VHU), 2002/95/EC (RoHS) et 2002/96/EC (WEEE).

- Le **NIKLAD 8910** est livré en 3 composés :
 - **NIKLAD 8910 A** utilisé au montage et à la recharge en Ni métal
 - **NIKLAD 8910 B** utilisé au montage uniquement
 - **NIKLAD 8910 H** utilisé à la recharge uniquement.

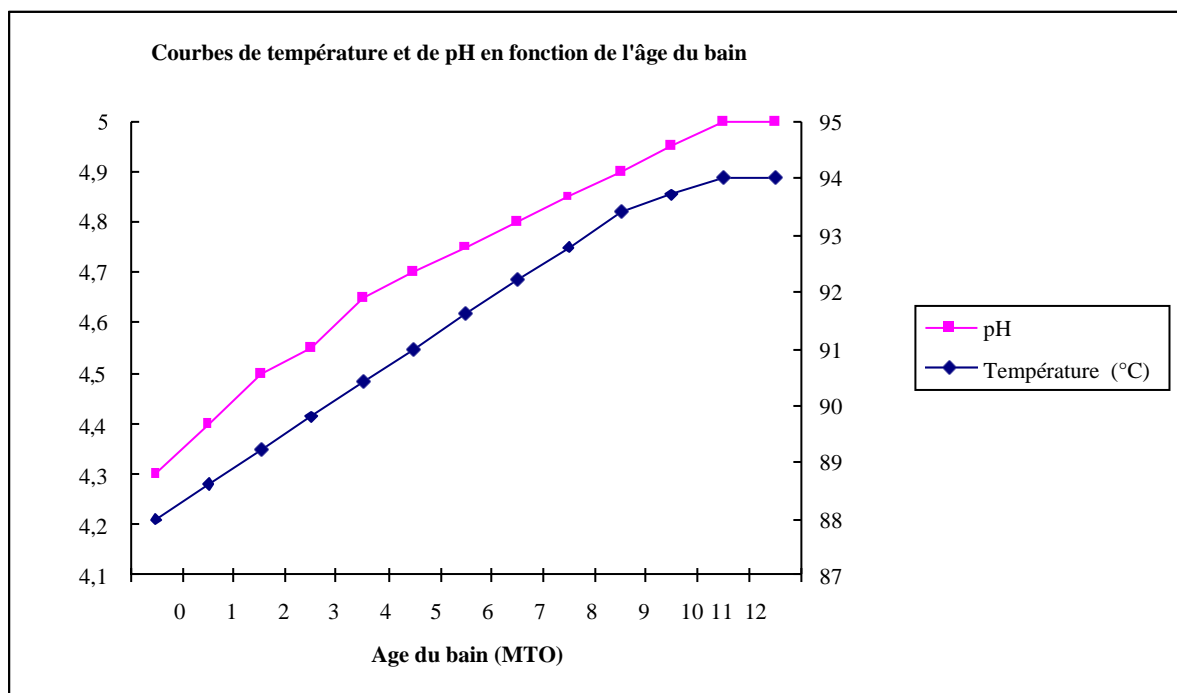
Conditions d'utilisation

NIKLAD 8910 A	150 ml/L (145 - 155)
NIKLAD 8910 B	150 ml/L (145 - 155)
Eau déminéralisée	700 ml/L (710 – 690)
Nickel	6,0 g/l (5,5 – 6,5)
Hypophosphite de sodium	35 g/l (33 – 37)
Orthophosphite de sodium	0 – 300 g/l *
Température	88– 94°C (selon l'âge du bain) **
pH (pH mètre à 25°C)	4,25 (4,25 - 5,0)**
Vitesse de dépôt	8 – 12 µm/heure,
Surface traitée au litre	1,3 dm²/l (0,25 – 2,5)

* Afin d'avoir les meilleures performances anticorrosion sur tout substrat, ne pas dépasser 180 g/l en orthophosphite de sodium.

** De façon à maintenir une vitesse de déposition constante, la température et le pH doivent être ajustés selon l'âge du bain (cf graphe page 11).

BTS TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2024
Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4B	Code : 24TM44B	Page 10/11
Option B : Traitements de Surfaces		



Caractéristiques du dépôt obtenu

Teneur en phosphore 10 - 12 % Densité du dépôt 7,7 à 7,9
 1 $\mu\text{m}/\text{dm}^2$ pèse 0,076 à 0,078 Température de fusion 880° à 960°C
 Dureté du dépôt en sortie de bain 500 à 600 Vickers
 Dureté du dépôt traité 4 h à 290°C 850 à 950 Vickers
 Dureté du dépôt traité 1 h à 400°C 900 à 1000 Vickers
 Coefficient de dilatation 13 à 15 $\mu\text{m}/\text{m}/^\circ\text{C}$
 Conductivité thermique 0,0105 à 0,0135 Cal/cm/sec/°C
 Propriétés magnétiques non magnétique en sortie de bain

Équipement

Cuve : Polypropylène ou acier inoxydable polarisé.

Chauffage : Tout système capable de réguler la température au degré près. Thermoplongeurs en verre, porcelaine ou acier inoxydable, échangeur en téflon ou chauffage par bain marie.

Agitation : Doit être étudiée pour éviter toute surchauffe locale ou "points froids" et permettre une homogénéité constante du bain. Mécanique ou par air. Les pièces au bain-mort peuvent être également agitées mécaniquement.

Filtration : En continu. Taille de filtration : 5 μm maximum Débit de filtration : 10 fois le volume du bain par heure.

Refroidisseur : Système de refroidissement souhaitable afin de pouvoir stopper immédiatement tout "amorçage" éventuel et de ne pas maintenir le bain en température inutilement (métallisation de l'installation).

Aspiration : Indispensable pour éliminer les vapeurs lorsque le bain de nickel chimique est en chauffe.

BTS TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2024
Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4B	Code : 24TM44B	Page 11/11
Option B : Traitements de Surfaces		