

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

« TRAITEMENTS DE SURFACES »

SESSION 2006

E1 Épreuve scientifique et technique

Sous épreuve U11 :

Étude d'une technique de traitement ou de revêtement de surface

Durée : 3 h

Coefficient : 2

SUJET :

Dépôts de nickel chimique

Aucun document autorisé

Calculatrice autorisée

Ce sujet est composé de 11 pages numérotées de 1/11 à 11/11

- *Mise en situation de 1/11 à 3/11*
- *Sujet de 4/11 à 5/11*
- *Ressources 6/11 à 10/11*
- *Réponses 11/11*

Mise en situation :

Une entreprise de sous-traitance en traitements de surface est spécialisée dans les dépôts de nickel chimique sur plusieurs types de substrats.

Ses clients sont originaires d'industries diverses et variées telles que les métiers de l'électronique, de l'automobile, de l'aéronautique, de la chimie, de l'armement et de la mécanique.

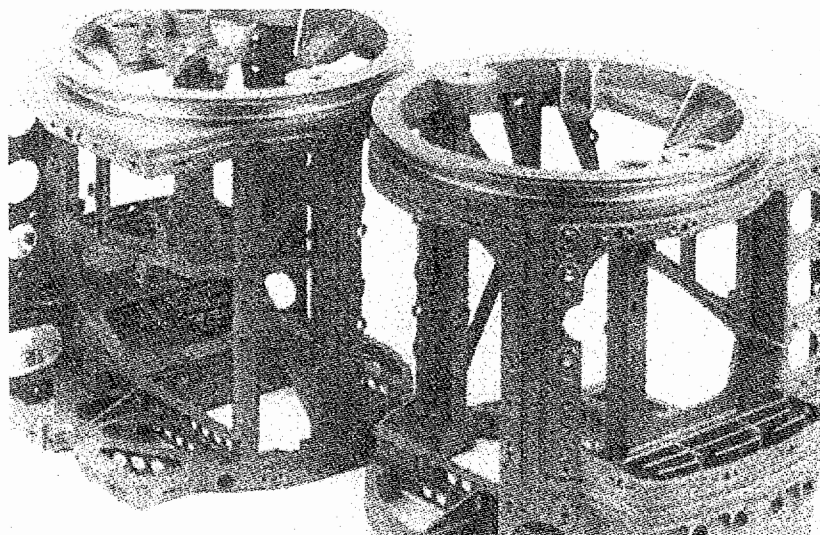
Ces dépôts de nickel chimique sont utilisés pour :

- ❖ *des propriétés de résistance à la corrosion sur :*
 - *des relais et pièces d'électro-aimant, guides d'ondes(électronique),*
 - *des pièces de compresseurs, vis, ressort (mécanique),*
 - *des pièces de réacteurs (aéronautique),*
 - *des matériels de forage, vannes, autoclaves, raccords de tuyauterie (chimie).*
- ❖ *de résistance à l'usure et au frottement sur :*
 - *des engrenages, des pistons hydrauliques, des pistons de moteurs thermiques (mécanique),*
 - *des arbres de pignons (automobile),*
 - *des pièces de canons de fusils, tubes directionnels de missiles (armement),*
 - *des pièces de système de guidage (aéronautique).*
- ❖ *des propriétés de soudabilité sur des pièces en aluminium ou en céramique (électronique),*
- ❖ *des propriétés de blindage électromagnétique sur des châssis afin d'empêcher l'émission d'interférences (électronique),*
- ❖ *des remises à la côte pour la récupération de pièces usinées ou ratées d'usinage (mécanique),*
- ❖ *remplacer le chromage dur dans les moules d'injection de matières plastiques pour éviter la corrosion et faciliter le démoulage.*

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2006	COEFFICIENT : 2	DURÉE : 3 HEURES	
ÉPREUVE E1 : SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE – Sous épreuve U11 : Étude d'une technique de traitement ou de revêtement de surface		SUJET	PAGE 1/11

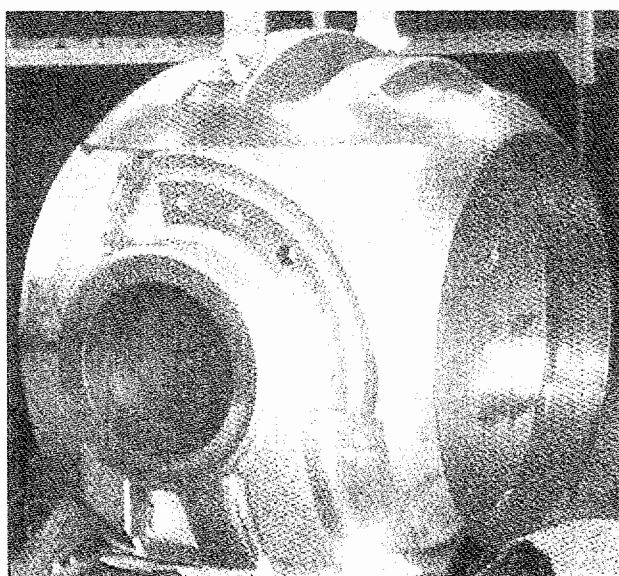
EXEMPLES DE PIÈCES TRAITÉES

Industrie aéronautique



Pied de système navigational et directionnel

Industries pétrolières



Obturateur de vanne

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2006	COEFFICIENT : 2	DURÉE : 3 HEURES	
ÉPREUVE E1 : SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE – Sous épreuve U11 : Étude d'une technique de traitement ou de revêtement de surface		SUJET	PAGE 2/11

Lors de la dernière commande, l'entreprise a réalisé les traitements suivants :

Gamme 1	Ni 30 (II) / 2017
Gamme 2	Ni 40 (II) / X 6 Cr Ni Mo Ti 17-12
Gamme 3	Ni 50 (II) / 34 Cr Mo 4

A la fin de chaque gamme un traitement thermique est réalisé (différent pour chaque gamme).

Le nickel utilisé pour la gamme 3 est un nickel technique à haut phosphore (% P > 10 % de la société CHIMIPAL (voir fiche technique document ressources 1 : pages 6 et 7).

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2006	COEFFICIENT : 2	DURÉE : 3 HEURES	
ÉPREUVE E1 : SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE – Sous épreuve U11 : Étude d'une technique de traitement ou de revêtement de surface		SUJET	PAGE 3/11

Questions :

Le bain de nickelage chimique à l'hypophosphite (Gamme 3) :

1. Quel est le rôle des produits utilisés dans les bains de nickelage chimique à l'hypophosphite ?
2. Quelle est l'influence du pH sur ces bains et sur les dépôts ?
3. La durée de vie du bain est gérée en turn-over. Expliquez ce terme.
4. Pourquoi réalise-t-on un traitement thermique après dépôt ?
5. Quelles précautions doit-on prendre dans l'installation de nickelage chimique utilisée ?
6. Démontrer que la concentration initiale en nickel du bain de NIPAL HP est de $7,8 \text{ g.L}^{-1}$?
7. L'analyse des 5 bains de NIPAL HP de l'atelier donne les résultats énoncés dans le tableau du document réponse 1. Pour le réajustement de ces bains, compléter ce tableau en utilisant la fiche technique (document ressources 1). Vous arrondirez les résultats au $1/10^{\text{ème}}$ de mL.

Traitement sur alliage léger (Gamme 1) :

Avec les bains utilisés dans l'entreprise, il est impossible de nickeler directement cet alliage d'aluminium. On utilise donc en préparation avant nickelage un bain de zingage chimique. L'immersion des pièces zinguées provoque le déplacement chimique du nickel. Le nickel ainsi déposé étant catalytique, le dépôt peut alors se poursuivre.

8. Donnez une composition qualitative et quantitative de ce bain de zingage chimique.
9. Énoncez succinctement cette gamme (sans les compositions et sans les paramètres opératoires).
10. L'utilisation d'un bain de zingage chimique peut présenter quelques inconvénients. Lesquels ? Comment peut-on y remédier ?

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2006	COEFFICIENT : 2	DURÉE : 3 HEURES	
ÉPREUVE E1 : SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE – Sous épreuve U11 : Étude d'une technique de traitement ou de revêtement de surface		SUJET	PAGE 4/11

Préparation sur acier inoxydable (Gamme 2) :

11. Expliquez pourquoi cet acier est « inoxydable » ?
Précisez la nature et la teneur des éléments d'alliage présent.
12. Quels problèmes présente la métallisation de ce type d'alliage ? Expliquez ? Comment peut-on y remédier ?
13. Énoncez succinctement cette gamme (sans les compositions mais avec les paramètres opératoires). Justifiez le choix des bains que vous utilisez.

Correction d'un bain (Gamme 3) :

Pour améliorer l'adhérence sur ce type d'alliage, on réalise une sous-couche de nickel électrolytique de 2 microns (Nickel de Watts). Le bain de l'atelier est le BRISAL 402 (voir fiche technique du fournisseur document ressources 2). Ce bain est aussi utilisé dans l'entreprise pour quelques applications de gamme nickel chrome pour rendre service à leurs clients.

14. Après plusieurs jours de fonctionnement l'analyse de ce bain de 500 litres donne :
 - $\text{Cl}^- = 15,6 \text{ g.L}^{-1}$
 - $\text{Ni}^{2+} = 62,6 \text{ g.L}^{-1}$
 - $\text{H}_3\text{BO}_3 = 40,6 \text{ g.L}^{-1}$Calculer les quantités de produits nécessaires au réajustement de ce bain.
15. Quels sont les équipements de protection individuelle nécessaires pour effectuer les rajouts dans ce bain.
16. Après quelques mois de fonctionnement, la présence d'une impureté métallique provoque une baisse du rendement cathodique et des stries aux faibles densités de courant. En utilisant la fiche technique du fournisseur (document ressources 2), identifier cette impureté et expliquer le rôle de chacune des étapes du traitement.

Question	Barème	Question	Barème	Question	Barème	Question	Barème
1	1	5	1	9	1,5	13	1,5
2	1	6	1	10	1	14	3
3	1	7	1,5	11	1	15	1
4	0,5	8	1	12	1,5	16	1,5

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2006	COEFFICIENT : 2	DURÉE : 3 HEURES	
ÉPREUVE E1 : SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE – Sous épreuve U11 : Étude d'une technique de traitement ou de revêtement de surface		SUJET	PAGE 5/11

Ressources : document 1

PROCÉDÉS CHIMIPAL

NIPAL HP

PROCEDE DE DEPOT CHIMIQUE DE NICKEL-PHOSPHORE

PRÉSENTATION

Le NIPAL HP est un procédé de dépôt chimique de nickel-phosphore spécialement formulé pour une tenue à la corrosion maximale même à faible épaisseur sur une grande variété de substrats.

Ce haut niveau de protection prolonge la durée de vie des pièces dans des atmosphères difficiles telles que celles rencontrées dans les industries pétrolières, minières et alimentaires.

Un autre avantage offert par le NIPAL HP est la faible tension interne du dépôt formé. Cette caractéristique importante permet de réduire la fragilité de certains alliages à haute résistance, tels que ceux utilisés dans l'aéronautique et l'aérospatiale.

C'est un procédé facile d'emploi qui ne requiert pas d'équipement coûteux pour son contrôle et son entretien. En plus, il est exempt d'ammoniaque, un avantage qui réduit les problèmes liés au traitement des solutions usées.

Le NIPAL HP se compose de quatre solutions concentrées :
le NIPAL HP A, le NIPAL HP B, le NIPAL HP H et l'additif pH

AVANTAGES DU PROCÉDÉ NIPAL HP

- tenue à la corrosion exceptionnelle
- faible tension interne du dépôt
- pas d'ammoniaque
- bonne soudabilité

ÉQUIPEMENT

Cuve : acier inoxydable

Cannes chauffantes : inox, titane, téflon

Agitation : par air ou mécanique (le degré d'agitation peut affecter la vitesse de dépôt).

Filtration : en continu si possible

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2006	COEFFICIENT : 2	DURÉE : 3 HEURES	
ÉPREUVE E1 : SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE – Sous épreuve U11 : Étude d'une technique de traitement ou de revêtement de surface		SUJET	PAGE 6/11

MONTAGE DU BAIN

NIPAL HP A	65 mL.L ⁻¹
NIPAL HP B	150 mL.L ⁻¹

CONDITIONS OPÉRATOIRES

		optimum
- température	71 - 100°C	88°C
- pH	4,5 – 5,5	4,8
- charge du bain	0,24 – 2,5 dm ² /L	1,5 dm ² /L
- vitesse de dépôt	8 – 14 µm/h	10 µm/h

ENTRETIEN DU BAIN

NIPAL HP A concentration en Ni : 120 g.L⁻¹

NIPAL HP B concentration en hypophosphite de sodium : 245 g.L⁻¹

NIPAL HP H concentration en hypophosphite de sodium : 285 g.L⁻¹

Additif pH maintien du pH

Les additions de NIPAL HP H sont faites en fonction de celles de NIPAL HP A

Volume de NIPAL HP H = 2 x volume de NIPAL HP A

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2006	COEFFICIENT : 2	DURÉE : 3 HEURES	
ÉPREUVE E1 : SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE – Sous épreuve U11 : Étude d'une technique de traitement ou de revêtement de surface		SUJET	PAGE 7/11

PROCÉDÉS CHIMIPAL

BRISAL 402

PROCÉDÉ DE NICKELAGE ÉLECTROLYTIQUE BRILLANT

PRÉSENTATION

Le BRISAL 402 permet d'obtenir un dépôt de nickel décoratif. Il s'étend à tout domaine d'application où les performances recherchées sont :

- dépôt très brillant et pénétrant avec une bonne ductilité
- souplesse de fonctionnement du procédé très importante

Le BRISAL 402 fonctionne aussi bien en agitation mécanique qu'en agitation air ; il convient pour les applications ABS et pour le traitement de pièces subissant des tests de fissuration.

Sa facilité d'utilisation lui permet de trouver sa place dans n'importe quel type d'atelier ou d'installation.

MONTAGE DU BAIN

Constitution pour un bain de 1000 litres

H ₃ BO ₃	45 Kg
NiSO ₄ , 6H ₂ O	250 Kg
NiCl ₂ , 6H ₂ O	60 Kg
BRISAL 402	0,4 L
Brinil 44S	20 L
Surfactant 44 A (agitation air)	10 L
Surfactant 45 M (agitation mécanique)	5 L

CONDITIONS DE TRAVAIL

1 - Paramètres opératoires

Densité de courant cathodique moyenne	3 à 5 A.dm ⁻²
Densité de courant anodique moyenne	1,5 à 2,5 A.dm ⁻²
Température	55 à 60°C
pH	4,2 à 4,8

Le pH sera réglé et maintenu à la valeur optimale par contrôle journalier

- on abaisse le pH par addition d'acide sulfurique pur dilué à 10%
- on élève le pH, si nécessaire, par circulation sur un filtre colmaté avec une bouillie de carbonate de nickel

Vitesse de déposition 1 µm.min⁻¹ à 5 A.dm⁻²

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2006	COEFFICIENT : 2	DURÉE : 3 HEURES	
ÉPREUVE E1 : SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE – Sous épreuve U11 : Étude d'une technique de traitement ou de revêtement de surface		SUJET	PAGE 8/11

2 - Anodes – Surface anodique

Utiliser du nickel électrolytique de pureté 99,2% en plaques ou en carrés, dans des paniers en titane.

En général, la surface anodique doit être au moins le double de la surface cathodique.

Ensachage des paniers dans des sacs en thermovyl.

3 - Agitation - Filtration

L'agitation mécanique ou par air surpressé favorise le nivellement

POLLUTIONS DE L'ÉLECTROLYTE

	DÉFAUTS	REMÈDES
Cuivre > 7 ppm	- dépôts gris aux faibles DDC - faible pouvoir de pénétration - passivité du nickel	- Addition de Purifier 82 après épuration sélective à 0,5 A.dm ⁻²
>25 ppm	- manque de brillance - fragilité du dépôt - piqûres	- Epuration sélective à 0,5 A.dm ⁻²
Zinc > 10 ppm	- dépôt sombre aux faibles DDC - piqûres	- Ajouter 0,5 à 1mL/L de Purifier 82 après épuration sélective à 0,2 A.dm ⁻²
Fer > 50 ppm	- rugosités - piqûres - dépôt jaune - mauvaise pénétration - dépôt voilé	- Précipitation à l'aide de 0,5 mL/L d'eau oxygénée à pH = 5 (à l'aide de carbonate de nickel ou de soude) - Filtrer
Calcium 400 à 500 ppm	-rugosités - cristaux sur sacs et serpentins	- Elever la température à 79°C - Ajouter 0,3 g/L de bifluorure d'ammonium - Filtrer à chaud
Chrome > 10 ppm	- provoque une baisse de rendement cathodique - stries aux faibles DDC	- Ajouter 0,075 g/L de bisulfite de sodium - Ajuster le pH à 4,2 - Filtrer
Plomb 3 à 4 ppm	- fragilité du dépôt - rugosités - gris aux faibles DDC	- Electrolyse sélective à 0,2 A.dm ⁻²
Aluminium > 100 ppm	- rugosités et piqûres suite à présence de Al(OH) ₃	- Elever le pH à 5,2/5,4 et filtrer

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES

SESSION 2006

COEFFICIENT : 2

DURÉE : 3 HEURES

ÉPREUVE E1 : SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE – Sous épreuve U11 :

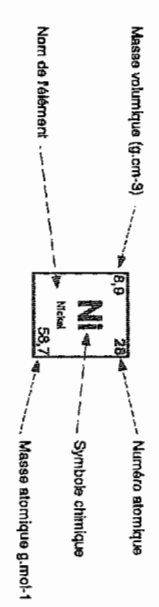
Étude d'une technique de traitement ou de revêtement de surface

SUJET

PAGE 9/11

Classification périodique des éléments

Périodes																																																									
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII																																								
0,07 1 H Hydrogène	6,94 4 Be Béryllium	6,94 9,0 Li Lithium	23,0 12 Na Sodium	24,3 20,9 Mg Magnésium	21,451 226,1 Ti Titane	40,1 45,0 Ca Calcium	39,1 47,9 K Potassium	39,1 47,9 Sc Scandium	87,6 88,9 Sr Strontium	87,6 88,9 Y Yttrium	91,2 91,2 Zr Zirconium	91,2 91,2 Nb Niobium	91,2 91,2 Mo Molybdène	91,2 91,2 Tc Technetium	91,2 91,2 Ru Ruthénium	91,2 91,2 Rh Rhodium	91,2 91,2 Pd Paladium	91,2 91,2 Ag Argent	91,2 91,2 Cd Cadmium	91,2 91,2 In Indium	91,2 91,2 Sn Étain	91,2 91,2 Sb Antimoine	91,2 91,2 Te Tellure	91,2 91,2 I Iode	91,2 91,2 Xe Xénon	91,2 91,2 Fr Francium	91,2 91,2 Ra Radium	91,2 91,2 Ac Actinium	91,2 91,2 Ku Kurtzium	91,2 91,2 Ce Cérite	91,2 91,2 Pr Praseodyme	91,2 91,2 Nd Néodyme	91,2 91,2 Pm Prométhée	91,2 91,2 Sm Samarium	91,2 91,2 Eu Europium	91,2 91,2 Gd Gadolinium	91,2 91,2 Tb Terbium	91,2 91,2 Dy Dysprosium	91,2 91,2 Ho Holmium	91,2 91,2 Er Erbium	91,2 91,2 Tm Thulium	91,2 91,2 Yb Ytterbium	91,2 91,2 Lu Lutécium	91,2 91,2 Th Thorium	91,2 91,2 Pa Protactinium	91,2 91,2 U Uranium	91,2 91,2 Np Neptunium	91,2 91,2 Pu Plutonium	91,2 91,2 Am Americium	91,2 91,2 Cm Curium	91,2 91,2 Bk Berkélium	91,2 91,2 Cf Californium	91,2 91,2 Es Einsteinium	91,2 91,2 Fm Fermium	91,2 91,2 Md Mendelevium	91,2 91,2 No Nébulium	91,2 91,2 Lw Lawrencium



Lanthanoides
Actinoides

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2006	COEFFICIENT : 2	DURÉE : 3 HEURES	
ÉPREUVE E1 : SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE – Sous épreuve U11 : Étude d'une technique de traitement ou de revêtement de surface		SUJET	PAGE 10/11

Réponse : document 1

Bains	Concentration en Ni g.L ⁻¹	NIPAL HP A mL.L ⁻¹	NIPAL HP H mL.L ⁻¹
N°1	6,2		
N°2	4,7		
N°3	3,9		
N°4	7		
N°5	5,4		

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2006	COEFFICIENT : 2	DURÉE : 3 HEURES	
ÉPREUVE E1 : SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE – Sous épreuve U11 : Étude d'une technique de traitement ou de revêtement de surface		SUJET	PAGE 11/11