



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la  
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

**Campagne 2013**

# BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

## TRAITEMENTS DES MATERIAUX

### SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

Sous-épreuve spécifique à chaque option

Option B – Traitements de surface

- U4.4B -

SESSION 2013

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 8 pages, numérotées de 1/8 à 8/8

<b>BTS TRAITEMENTS DES MATERIAUX Sciences et Techniques Industrielles</b>		<b>Session 2013</b>
<b>Code : TMSTI B</b>	<b>Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4B</b> <b>Option B : Traitements de Surface</b>	<b>Page 1/8</b>

# Coupleur mécanique de puissance

Un coupleur mécanique est constitué de deux pignons primaires, reliés à deux moteurs de forte puissance, en prise avec un pignon de sortie permettant de disposer d'une puissance sensiblement égale à la somme des puissances primaires.

On peut observer sur la photographie ci-dessous, le coupleur ouvert, avec les pignons primaires P1 et P2, ainsi que le pignon de sortie.



Le thème du sujet consiste à étudier les traitements de surface appliqués aux pignons primaires P1 et P2.

Ces pignons sont réalisés en 16NiCrMo13, cémentés et trempés. La résistance maximale à la traction à cœur doit être de 900 MPa et la dureté en surface de 700 HV1. Seules les parties devant résister à de fortes contraintes de pression et d'usure seront cémentées et trempées. Il est donc nécessaire de prévoir une protection contre la cémentation pour toutes les zones ne devant pas être carburées. **Cette protection est réalisée par cuivrage électrolytique qui constitue une barrière de diffusion pour le carbone. Cette protection concerne des zones intérieures et extérieures des pignons.**

BTS TRAITEMENTS DES MATERIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2013
Code : TMSTI B	Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4B Option B : Traitements de Surface	Page 2/8

Sur la photographie ci-dessous, on peut observer le pignon seul avant traitements de surface.

La cémentation sera réalisée sur la denture ainsi que sur les cannelures intérieures localisées en partie haute du pignon. **Ces surfaces ne seront donc pas protégées par cuivrage** afin de permettre la diffusion du carbone pendant la phase de traitement thermique.



# Structure simplifiée de la gamme de traitement

**Préparation du pignon** : dégraissage chimique et dégraissage ultra-sons, milieu alcalin.

**Pré-cuivrage de l'intégralité du pignon** : milieu cyanuré.

**Cuivrage de charge de l'intégralité du pignon** : milieu pyrophosphate.

**Épargne des surfaces ne devant pas être cimentées** : cire fondue.

**Décuvrage chimique des surfaces non épargnées**: milieu complexé, associé à un oxydant (bain de démétallisation industriel).

**Décirage** : eau bouillante et finition solvant. A cette étape, on ne trouve le cuivre que sur les zones du pignon qui ne sont pas cimentées.

**Dégazage 180°C** : obligatoire par sécurité si stockage de plus de 6 h avant cémentation.

**Cémentation gazeuse.**

**Trempe huile.**

*Remarque* : pour des raisons de tenue en température et de résistance chimique de la cire, on ne peut pas utiliser cette épargne directement comme protection de cuivrage. On procède donc par cuivrage intégral du pignon, épargne des zones devant rester cuivrées et démétallisation des parties à cémenter.

## I. Etude de la gamme de traitement

I.1. Justifier le milieu cyanuré pour l'étape de pré-cuivrage. Préciser les conséquences au niveau des pièces et des bains, en cas d'oubli de cette opération.

I.2. Le dégraissage par ultra-sons a une fonction de finition. Si on doit le compléter par un dégraissage électrolytique, quel paramètre important doit-on spécifier ?

I.3. Justifier l'opération de dégazage à 180°C en cas de stockage de plus de 6 h avant cémentation.

<b>BTS TRAITEMENTS DES MATERIAUX Sciences et Techniques Industrielles</b>		<b>Session 2013</b>
<b>Code : TMSTI B</b>	<b>Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4B</b> <b>Option B : Traitements de Surface</b>	<b>Page 4/8</b>

## II. Etude du montage

On traite les pignons par deux, sur un montage adapté. On peut voir sur la photographie ci-dessous les deux pignons montés juste avant la mise au bain. La partie centrale du montage est prévue pour recevoir une autre pièce non présente lors de ce traitement.



Le traitement qui va débuter est le cuivrage de charge. On veut assurer une bonne répartition du dépôt de cuivre dans la partie intérieure du pignon et réduire l'épaisseur de cuivre dans les zones extérieures qui devront être décuivrées par la suite. Pour ce faire, il est prévu un anodage interne, relié à un générateur annexe par un câble d'anodage et des écrans cathodiques, encore appelés « voleurs de courant ».

Sur la photographie ci-dessus, on distingue nettement ces éléments ainsi que les anodes principales de cuivre disposées dans des sacs-filtres.

II.1. Faire le schéma électrique d'un montage comportant un pignon, en matérialisant le générateur principal, le générateur auxiliaire, les polarités, l'anode et les écrans.

II.2. Quel est l'intérêt d'utiliser un générateur annexe pour les anodes auxiliaires, plutôt que de les relier directement au circuit anodique de la cuve ?

<b>BTS TRAITEMENTS DES MATERIAUX Sciences et Techniques Industrielles</b>		<b>Session 2013</b>
<b>Code : TMSTI B</b>	<b>Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4B</b> <b>Option B : Traitements de Surface</b>	<b>Page 5/8</b>

### III. Etude du pré-cuivrage cyanuré

Le bain utilisé pour le pré-cuivrage des pignons a été monté suivant la formulation suivante :

CuCN	22 g/L
NaCN	32 g/L
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	10 g/L

Température de travail : 40°C  
D.D.C cathodique : 1,5 A/dm<sup>2</sup>  
Rendement cathodique : 65%  
Volume de la cuve : 300L  
Agitation mécanique

On donne les masses molaires (g/mol) :

Cu : 63,57 C : 12 N : 14 Na : 23 O : 16

III.1. On constate, lors du fonctionnement de ce bain sur une longue période, une augmentation de la concentration en cuivre, ainsi qu'une augmentation de la concentration en carbonate. Expliquer les mécanismes conduisant à l'augmentation de ces deux éléments.

III.2. Le laboratoire donne un résultat de dosage de cyanure libre sur ce bain de 5,5 g/L de NaCN. Doit-on effectuer une correction de NaCN ? Dans l'affirmative, calculer cette masse pour la cuve.

III.3. On envisage d'effectuer une mesure du rendement cathodique au laboratoire, dans une « cuve-labo. » de quelques litres. Décrire succinctement la procédure à suivre, ainsi que les grandeurs à mesurer.

III.4. En quoi la valeur du rendement cathodique présente-t-elle un paramètre important au niveau de la qualité du traitement de ces pignons ?

### IV. Etude du cuivrage de charge

Le cuivrage de charge est effectué dans un bain au pyrophosphate. Il est essentiellement constitué de pyrophosphate de potassium qui est un complexant, et de pyrophosphate de cuivre qui est le générateur de métal. Le cuivre est au degré d'oxydation +2, le rendement cathodique comme anodique est pratiquement de 100%, le dépôt de cuivre est ductile et présente une très bonne étanchéité, il est donc bien adapté à la fonction de barrière à la diffusion du carbone lors de la cémentation.

Chaque pignon présente une surface électrolytique de 8 dm<sup>2</sup> (écrans compris). Il sera traité deux pignons par montage, comme on peut le constater sur la photographie de la page 5.

L'épaisseur visée est de 50 µm et la D.D.C de travail est de 1,5 A/dm<sup>2</sup>.

<b>BTS TRAITEMENTS DES MATERIAUX Sciences et Techniques Industrielles</b>		<b>Session 2013</b>
<b>Code : TMSTI B</b>	<b>Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4B</b> <b>Option B : Traitements de Surface</b>	<b>Page 6/8</b>

IV.1. Calculer le courant de cuve sachant que l'on traite deux montages à la fois dans la cuve.

IV.2. Calculer la durée d'électrolyse pour obtenir l'épaisseur visée.

IV.3. Calculer la masse d'anode consommée, sachant que l'on vient de recevoir une commande de 100 pignons.

On donne : masse molaire du cuivre : 63,57 g/mol, densité du cuivre : 8,93  
 $1F : 96500 C.mol^{-1}$

Pour des raisons de toxicité, on cherche à supprimer les cyanures de l'atelier de production dont le dernier poste cyanuré est le bain de pré-cuivrage étudié ici.

IV.4. En analysant l'extrait de documentation technique DIASTAR 100 (page 8/8), rechercher les caractéristiques en accord avec les impératifs de traitement des pignons, ainsi que la modification de la gamme de traitement, si l'entreprise installait ce procédé en production.

IV.5. Dans la documentation, pour l'utilisation au bain mort, il est précisé que la D.D.C anodique optimale est 2 fois plus petite que la D.D.C cathodique. Comment respecter concrètement cette prescription ?

IV.6. En adoptant la D.D.C de travail optimale bain mort, calculer le gain de temps sur la durée de cuivrage en milieu pyrophosphate sachant que dans les deux bains le rendement est de 100% avec un degré d'oxydation de 2. Nous considérons l'épaisseur visée de 50  $\mu m$ .

## V. Etude des traitements de l'eau

V.1. Si on décide de supprimer le dernier bain cyanuré de l'atelier, le traitement des rejets cyanurés ne sera plus nécessaire. Indiquer les produits qui ne seront plus à commander. Justifier votre réponse en indiquant leurs fonctions lors de la décyanuration.

V.2. Expliquer la méthode concernant le traitement du cuivre décrite dans l'extrait de la notice DIASTAR 100 rubrique : *traitements des effluents page 8/8*.

V.3. Le poste de cuivrage de charge actuel est suivi par un rinçage cascade double. Il est envisagé de le compléter par un rinçage mort. Faire un schéma de cette nouvelle installation, en précisant le sens de circulation des pièces et de l'eau.

Quel est l'intérêt d'ajouter un poste de rinçage mort ? Comment doit-il être géré ?

Barème	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
Partie 1	1	1	1	–	–	–
Partie 2	2	1	–	–	–	–
Partie 3	2	2	1	0,5	–	–
Partie 4	1	1	1	1	0,5	1
Partie 5	1	1	1	–	–	–

<b>BTS TRAITEMENTS DES MATERIAUX Sciences et Techniques Industrielles</b>		<b>Session 2013</b>
<b>Code : TMSTI B</b>	<b>Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4B</b> <b>Option B : Traitements de Surface</b>	<b>Page 7/8</b>



## DIASTAR 100

### Cuivre alcalin sans cyanure

#### 1. Description du procédé

- **Introduction** Le procédé DIASTAR 100 complètement exempt de cyanure permet l'électrodéposition de cuivre directement sur acier, alliage cuivreux.  
Le traitement des pièces en zamack est possible en utilisant un pré-cuivre alcalin.
- **Avantages**
  - Solution exempte de cyanure libre ou sous forme de complexe évitant les problèmes toxicologiques.
  - Les dépôts obtenus sont semi-brillants, uniformes et sans porosité.
  - Excellent pouvoir de pénétration
  - Bonne vitesse de déposition équivalente à un bain cyanuré contenant 30 g/L de cuivre métal.
  - Utilisable en machine en continu.

#### ▪ Conditions opératoires

Paramètres – Bain Mort		Tolérances	Optimum
Cuivre métal		9 – 10 g/L	9 g/L
Température		49 – 60°C	50 °C
pH		9 – 10	9,5
Densité de courant	Cathodique	1,5 – 3 A/dm <sup>2</sup>	2 A/dm <sup>2</sup>
	Anodique	1 – 1,5 A/dm <sup>2</sup>	1 A/dm <sup>2</sup>
Voltage		2 – 6 V	-

Paramètres – Tonneau		Tolérances	Optimum
Cuivre métal		6 – 9 g/L	7,5 g/L
Température		49 – 60°C	55 °C
pH		9 – 10	9,8
Densité de courant	Cathodique	0,3 – 1 A/dm <sup>2</sup>	0,5 A/dm <sup>2</sup>
	Anodique	1 – 1,5 A/dm <sup>2</sup>	1 A/dm <sup>2</sup>
Voltage		5 – 10 V	-
Rotation		4 – 8 T/min	

#### 4. Traitement des effluents

- **Général** Pour le traitement des eaux résiduaires, il faut prévoir une précipitation du cuivre (pH>10,5) et une neutralisation  
Pour un traitement des effluents optimisé, Coventya recommande l'utilisation de sa gamme de produits OMEGA, se référer aux notices techniques correspondantes.