

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

« TRAITEMENTS DE SURFACES »

SESSION 2004

**Épreuve E2 :
Étude et préparation d'une production industrielle**

Durée : 4h

Coefficient : 4

SUJET :

**Traitements en continu sur bandes
prédécoupées**

Aucun document autorisé
Calculatrice autorisée

Ce sujet est composé de 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12

- *Mise en situation de la page 1/12 à la page 3/12*
- *Questions de la page 4/12 à la page 5/12*
- *Ressources de la page 6/12 à la page 11/12*
- *Réponse page 12/12*

Mise en situation

• L'entreprise

Les traitements de surfaces *en continu*, appelés encore traitements *reel to reel* ou *au déroulé* se sont généralisés dans la plupart des secteurs industriels.

La construction électrique, la connectique et l'électronique sont des domaines bien orientés vers ce mode de métallisation, en raison des gains de productivité incontestables qu'ils procurent.

L'entreprise X, implantée à Limoges, s'est spécialisée dans ce type de traitement.

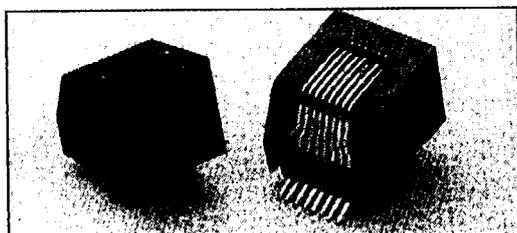
Elle dispose de chaînes permettant de réaliser divers revêtements tels que le nickelage, la dorure, l'argenture, l'étamage au plomb (90/10 et 60/40).

• Le substrat

La production dont vous avez la charge, est la suivante : ce sont des bandes prédécoupées en Cu Zn33 conditionnées en bobines. Elles sont destinées à l'industrie de la téléphonie mobile. Un client vous demande de traiter 20 bobines.

Une bande prédécoupée est représentée sur le **document ressource n°1**. Elle est constituée de deux parties :

- *la rive* : elle a deux fonctions. Elle permet à la bande de s'engager dans le système de guidage et d'être tractée. Elle permettra également l'accrochage par rivetage d'une bobine à l'autre. Elle est découpée après traitement.



- *les broches* : ce sont les parties qui, après traitement, subiront un surmoulage et seront incorporées dans les téléphones portables.

• Traitements réalisés

Toute la bande ne sera pas traitée de la même manière. Dans un premier temps, la totalité de la bande sera nickelée à 5 μ m. Puis, en réglant la hauteur du système de guidage, seules les extrémités des broches seront dorées à 2 μ m. Enfin, après retournement de celle-ci, la partie nickelée et non dorée sera traitée en étain-plomb (60/40) à 1,5 μ m.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2004	COEFFICIENT : 4	DURÉE : 4 HEURES	
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production		SUJET	PAGE 1/12

• Moyen de production

L'atelier dispose d'une ligne permettant de traiter ces bandes.

Elle est représentée sur le **document ressource N° 2**.

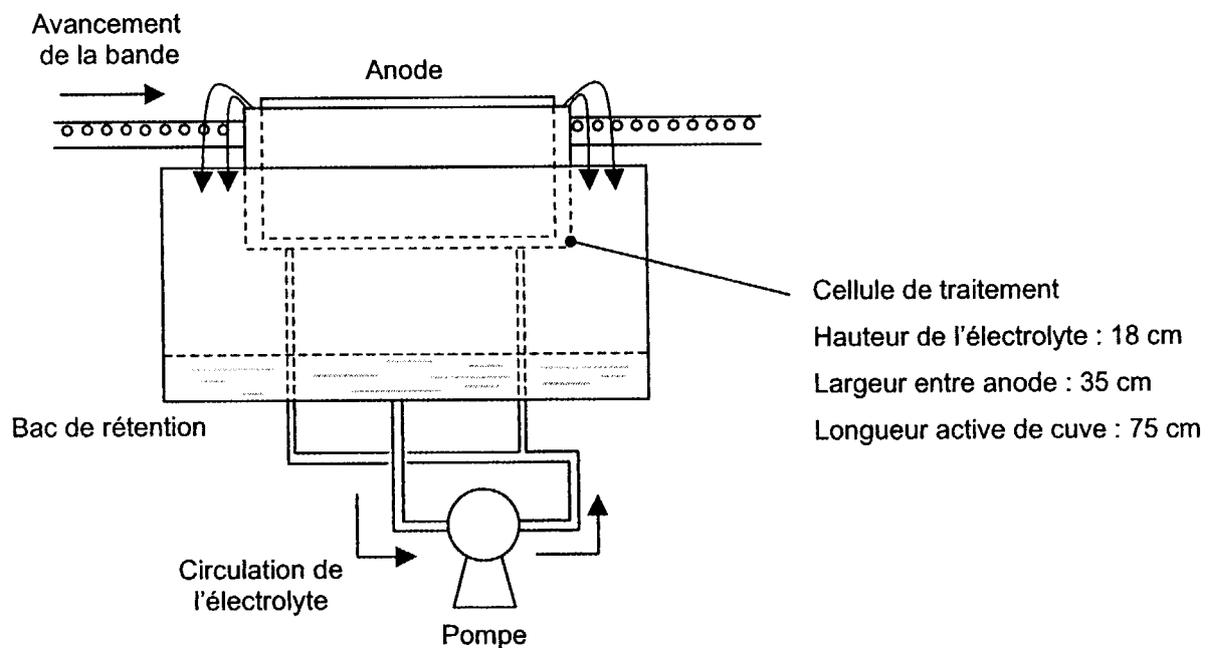
On peut distinguer sur cette ligne :

- un système tracteur assurant le déroulement des bandes. Deux vitesses sont possibles. La vitesse « normale » de traitement est de $2\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$. Mais lors du rivetage d'une bande à une autre, ou en cas d'intervention sur la chaîne, on diminue cette vitesse à $1\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$ (les intensités aux redresseurs sont alors divisées par deux.)

- la bande reliée au pôle négatif des générateurs grâce à un système de contacts tournants.

- la présence de 6 postes de nickelage brillant, de 3 postes de dorure et de 2 postes d'étain-plomb 60/40 alimentés de façon indépendante. Ainsi, on pourra ajuster l'épaisseur de dépôt voulue en choisissant de mettre sous courant le nombre adéquat de postes.

Chaque poste est constitué ainsi :



La bande circule dans la cellule de traitement mise sous courant ou non.

Par surverse (débordement), l'électrolyte tombe dans le bac de rétention, puis est réinjecté dans la cellule de traitement grâce à une pompe. La longueur active correspond à la longueur de bande immergée dans la cuve de traitement. Elle est donc de 75 cm.

- Les rinçages sont réalisés par aspersion. Certains sont électrolysés afin de récupérer les métaux tels que le nickel ou l'or.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2004	COEFFICIENT : 4	DURÉE : 4 HEURES	
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production		SUJET	PAGE 2/12

• Données sur les bains de traitements

	Rendement cathodique	Vitesse de déposition	Masse molaire (g.mol ⁻¹)	Masse volumique (g.cm ⁻³)
Bain de nickel	98	-	58,7	8,9
Bain d'or (valence I)	60	-	197	19,3
Bain d'étain/plomb	-	2μm.min ⁻¹ sous 10A	-	-

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES

SESSION 2004

COEFFICIENT : 4

DURÉE : 4 HEURES

ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production

SUJET

PAGE 3/12

Sujet

• Caractéristiques du traitement

- 1- Donner le nom caractéristique et la composition de l'alliage du substrat.
- 2- Exprimer sous forme normalisée la désignation des deux traitements effectués sur la bande.
- 3- Calculer la surface étamée et la surface dorée correspondant à une longueur active. En déduire la surface totale de bande immergée dans chaque cellule (vous arrondirez les résultats au $1/10^{\text{ième}}$ de dm^2 le plus proche). Vous complétez la colonne correspondante dans le **document réponse**.
- 4- À l'aide de la loi de Faraday, démontrer pourquoi on diminue de moitié les intensités de traitement lorsque la vitesse de défilement passe de $2\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$ à $1\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$.
- 5- Calculer pour chaque bain électrolytique la densité de courant utilisée et ce pour les deux vitesses de défilement. Vous regrouperez vos résultats sur le **document réponse**.
- 6- Calculer le temps d'immersion mis par un point de la bande pour traverser une cellule de traitement et ce pour les deux vitesses de défilement. Vous exprimerez vos résultats en secondes.
- 7- Quelle est l'épaisseur déposée pour chaque cellule de nickel, d'or et d'étain/plomb ?
- 8- En déduire le nombre de cellules de nickel, d'or et d'étain/plomb qu'il faut mettre sous courant pour obtenir les épaisseurs désirées.

• Calculs de production

- 9- La chaîne travaille en continu de 8h00 à 16h00. La longueur totale de la chaîne est de 35m. Chaque bobine est constituée de 100m de bande. Sachant que l'on passe à une vitesse de défilement de $1\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$ pour chaque début de bobine sur les 35 premiers mètres, calculer le nombre de jours nécessaires pour réaliser la production. Vous donnerez l'heure d'arrêt du dernier jour.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2004	COEFFICIENT : 4	DURÉE : 4 HEURES	
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production		SUJET	PAGE 4/12

• Sécurité

10- Sous le terme « rinçage récupéré or » sur la chaîne de traitement, on distingue deux étapes.

La première est une électrolyse pour récupérer l'or, la seconde est le passage de l'eau de rinçage sur une résine anionique pour capter notamment les cyanures.

Lorsque la résine est saturée, on la régénère pour traiter les éluats en décyanuration .

L'entreprise utilise classiquement de l'hypochlorite de sodium.

Donner l'équipement de sécurité obligatoire pour manipuler ce produit.

Vous pourrez vous aider du **document ressource N° 4**.

• Station d'épuration

11- Le responsable de la station d'épuration suit la gamme proposée sur le **document réponse** pour régénérer les résines anioniques saturées en cyanures.

La concentration finale des éluats de régénération est de $0,02 \text{ mol.L}^{-1}$.

Remplir et joindre à votre copie le **document réponse**. Indiquer les volumes générés par chacune des opérations et le volume total des éluats.

12- Il commande de l'eau de Javel à 48° chlorométrique.

1°chlorométrique correspond au dégagement de 1L de Cl_2 dans les Conditions Normales ;

Selon $\text{NaClO} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaOH} + \text{Cl}_2$

Calculer le volume nécessaire d'eau de Javel au traitement de décyanuration, sachant que l'on désire un excédent de 15% d'hypochlorite.

13- Les résines sont régénérées deux fois par mois. A l'aide du **document ressource N° 4**, estimer le coût de cette opération sur une année.

• Contrôles

14- Quels peuvent être les contrôles finaux effectués sur une bobine traitée, en vue de vérifier les différentes propriétés du revêtement.

15- On peut utiliser la coulométrie (méthode destructrice du dépôt) pour mesurer les épaisseurs. Expliquer le principe de cette méthode. Faire un schéma de l'appareil. Citer une mesure non destructive, adaptée à notre dépôt.

Barème :

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

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2004	COEFFICIENT : 4		DURÉE : 4 HEURES
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production			SUJET
			PAGE 5/12

Ressources

Document ressource N°1

Image 1 : bande prédécoupée traitée

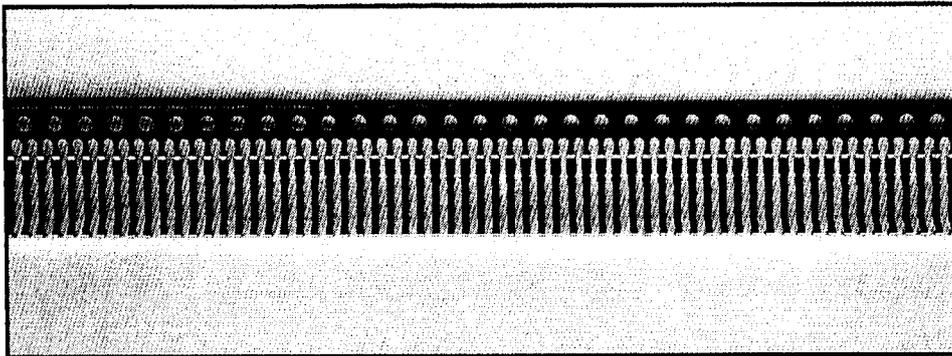
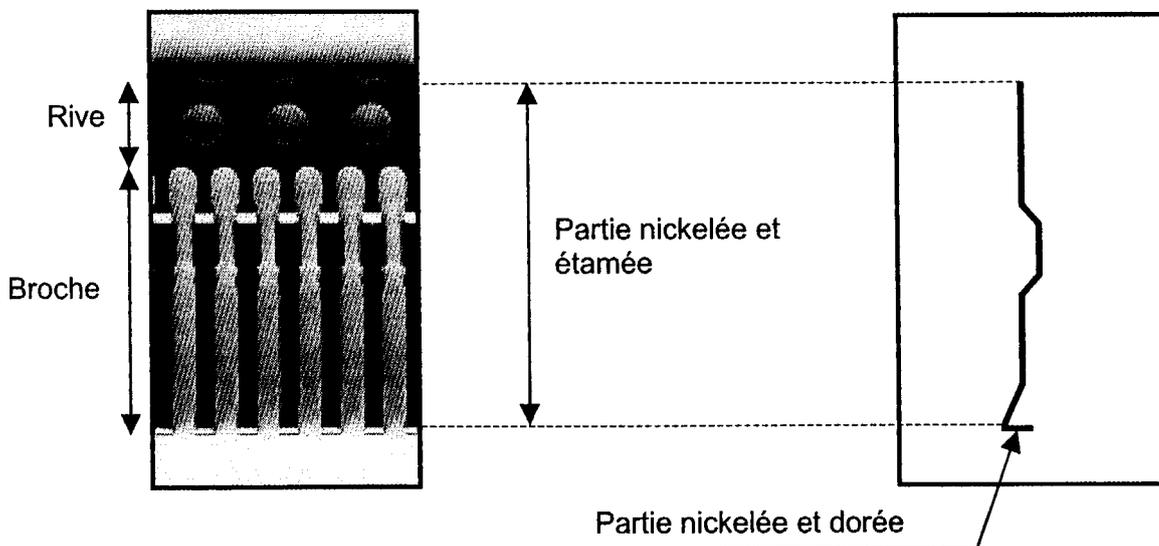


Image 2 : détail de la bande

Schéma 1 : Vue de profil de la bande



Dimensions rapportées à 10cm de bande

■ **Rive :**

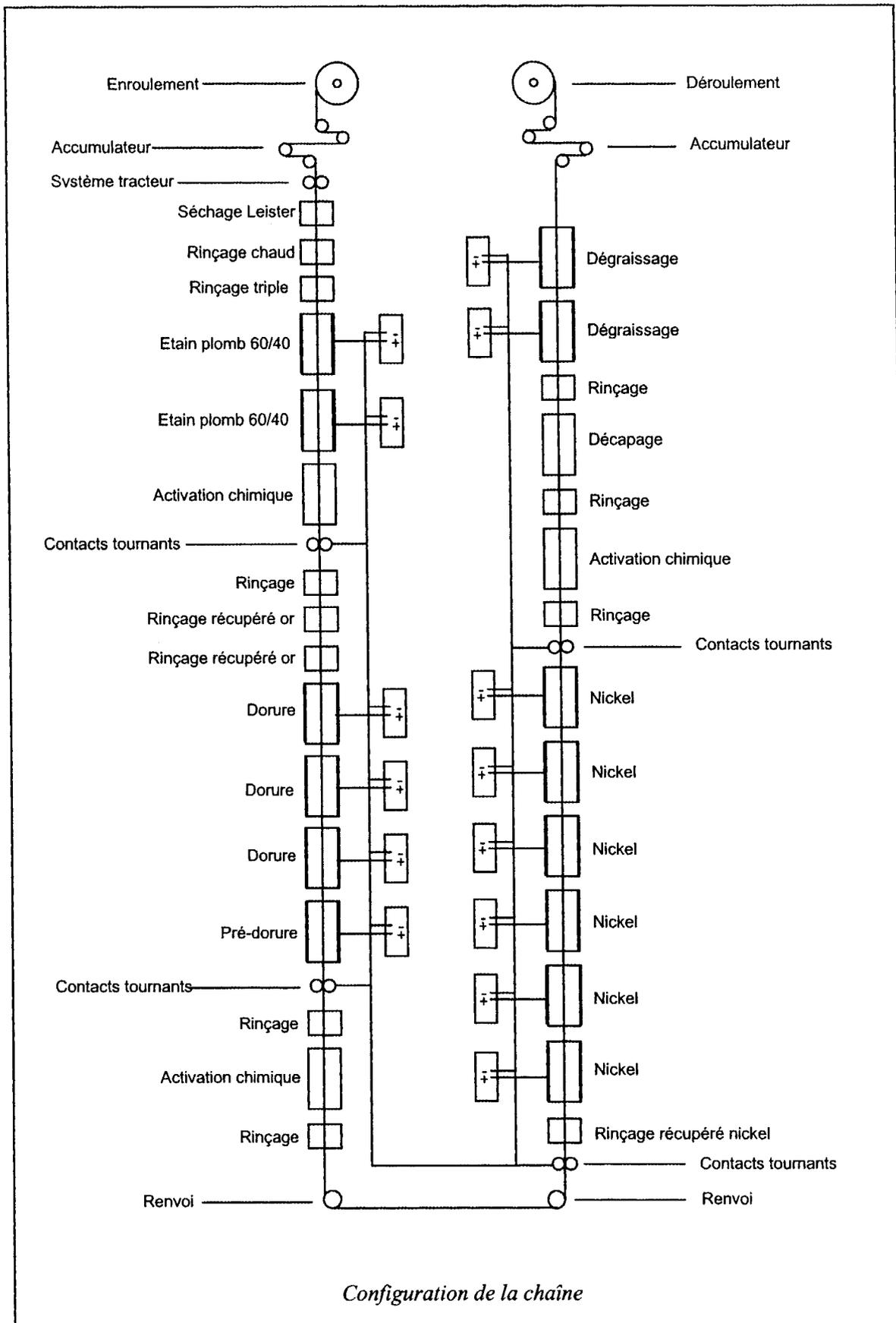
Assimilée à un rectangle 4mm x 100mm
percée de 25 trous Ø 2mm

■ **Broche :**

- la partie nickelée et étamée est assimilée à un rectangle 1mm x 12mm (pour une broche)
- la partie nickelée puis dorée est assimilée à un rectangle 1mm x 3mm (pour une broche)
- Elles sont au nombre de 51

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2004	COEFFICIENT : 4	DURÉE : 4 HEURES	
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production		SUJET	PAGE 6/12

Document ressource N° 2



BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2004	COEFFICIENT : 4	DURÉE : 4 HEURES	
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production		SUJET	PAGE 7/12

Document ressource N° 3

Matière de contact : CuZn33
 Préparation hors chaîne : Non
 Type de roues : 5,08
 Type papier : 27mm banc
 Type de bobine : AKYLUX

Sens d'enroulement :



N°	Opérations	Petite vitesse :	Grande vitesse :	Type de cellule
		1m/min	2m/min	
		Intensité (A)	Intensité (A)	
1	Dégraissage	16	32	
2	Dégraissage	16	32	
3	Rinçage			
4	Décapage			
5	Rinçage			
6	Activation chimique			
7	Rinçage			
8	Nickel	9	18	
9	Nickel	9	18	
10	Nickel	9	18	
11	Nickel	9	18	
12	Nickel	9	18	
13	Nickel	9	18	
14	Rinçage récupéré Ni			
15	Rinçage			
16	Activation chimique			
17	Rinçage			
18	Pré-dorure	0,3	0,6	Immersion contrôlée
19	Dorure	1,4	2,8	Immersion contrôlée
20	Dorure	1,4	2,8	Immersion contrôlée
21	Dorure	1,4	2,8	Immersion contrôlée
22	Rinçage récupéré Au			
23	Rinçage récupéré Au			
24	Rinçage			
25	Retournement bande			
26	Activation chimique			
27	Étain/Plomb 60/40	5	10	Immersion contrôlée
28	Étain/Plomb 60/40	5	10	Immersion contrôlée
29	Rinçage triple			
30	Rinçage chaud			
31	Séchage Leister			

Désignation : contacteur pour téléphonie mobile	Fiche d'exploitation n°3		
	FICHE D'EXPLOITATION		
Entreprise X			
Centre de Limoges	163-012931		Ind : B

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2004	COEFFICIENT : 4	DURÉE : 4 HEURES	
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production		SUJET	PAGE 8/12

Document ressource N° 4

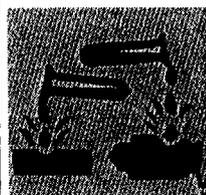
Sodium hypochlorite

Eau de Javel

CAS : [7681-52-9] CEE : 231-668-3

TD : 2828.90.00.0

UN : 1791



C

R : 31 – 34

S : 28 – 45 – 50

Sodium hypochlorite

S1270

Sodium hypochlorite

Solution 28-30° chlorométrique, d = 1,15

Référence	Cdt	Prix	Prix par quantité		Emb.
A48.952.518	1L	12,65	10,76x4	10,12x16	FP
A48.952.534	5L	29,73	25,27x4	23,78x16	BP
A48.952.559	20L	72,72			BP

S1275

Sodium hypochlorite

Solution 47-49° chlorométrique, d = 1,22

Référence	Cdt	Prix	Prix par quantité		Emb.
A48.953.011	1L	12,65	10,76x4	10,12x16	FP
A48.953.037	5L	29,73	25,27x4	23,78x16	BP
A48.953.052	20L	72,72			BP

*Extrait d'un catalogue de commande
de produits chimiques*

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2004		COEFFICIENT : 4	
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production			DURÉE : 4 HEURES
			SUJET
			PAGE 9/12

0406-TDS EPPI

Périodes

Ia	Ila	IIla	IVa	Va	Vla	VIIa	VIII	Ib	Iib	IIib	IVb	Vb	VIIb	VIIb	O
----	-----	------	-----	----	-----	------	------	----	-----	------	-----	----	------	------	---

I	H Hydrogène 1,0																	He Hélium 4,0	
II	Li Lithium 6,9	Be Béryllium 9,0																	Ne Neon 20,2
III	Na Sodium 23,0	Mg Magnésium 24,3																	Ar Argon 39,9
IV	K Potassium 39,1	Ca Calcium 40,1	Sc Scandium 45,0	Ti Titane 47,9	V Vanadium 50,9	Cr Chrome 52,0	Mn Manganèse 54,9	Fe Fer 55,9	Co Cobalt 58,9	Ni Nickel 58,7	Cu Cuivre 63,5	Zn Zinc 65,4	Ga Gallium 69,7	Ge Germanium 72,6	As Arsenic 74,9	Se Sélénium 79,0	Kr Krypton 83,8		
V	Rb Rubidium 85,5	Sr Strontium 87,0	Y Yttrium 88,9	Zr Zirconium 91,2	Nb Niobium 92,9	Mo Molybdène 95,9	Tc Technétium 99,0	Ru Ruthénium 101,1	Rh Rhodium 102,9	Pd Palladium 106,4	Ag Argent 107,9	Cd Cadmium 112,4	In Indium 114,8	Sn Étain 118,7	Sb Antimoine 121,8	Te Tellure 127,6	Xe Xénon 131,3		
VI	Cs Césium 132,9	Ba Baryum 137,3	La Lanthane 138,9	Hf Hafnium 178,5	Ta Tantale 181,0	W Tungstène 183,9	Re Rhenium 186,2	Os Osmium 190,2	Ir Iridium 192,2	Pt Platine 195,1	Au Or 197,0	Hg Mercure 200,6	Tl Thallium 204,4	Pb Plomb 207,2	Bi Bismuth 209,0	Po Polonium 210,0	Bn Bismuth 222,0		
VII	Fr Francium 223,0	Ra Radium 226,0	Ac Actinium 227,0	Ku Kurchatovium 264,0															

Masse volumique (g.cm-3) → Ni (8,9)
 Numéro atomique → Ni (28)
 Symbole chimique → Ni
 Nom de l'élément → Nickel
 Masse atomique g.mol-1 → Ni (58,7)

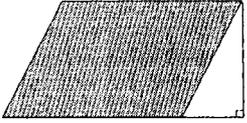
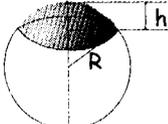
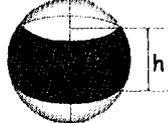
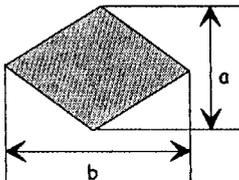
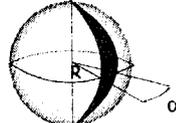
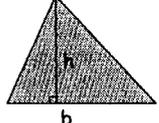
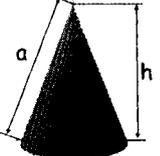
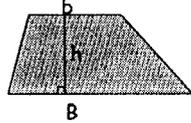
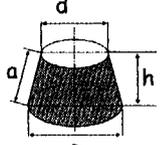
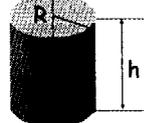
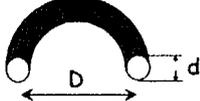
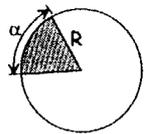
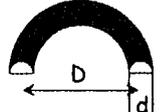
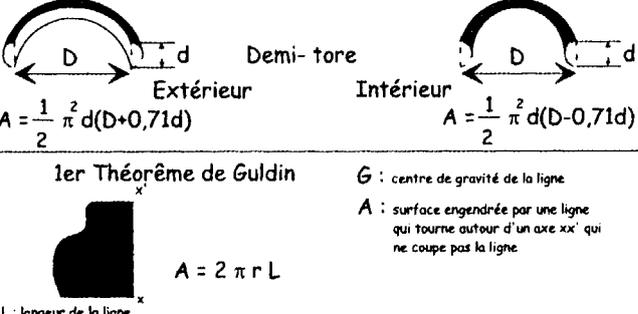
Lanthanoides

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce Cérium 140,1	Pr Praseodyme 140,9	Nd Neodyme 144,2	Pm Prométhéum 145,0	Sm Samarium 150,4	Eu Europium 152,0	Gd Gadolinium 157,3	Tb Terbium 158,9	Dy Dysprosium 162,5	Ho Holmium 164,9	Er Erbium 167,3	Tm Thulium 168,9	Yb Ytterbium 173,0	Lu Lutécium 175,0

Actinoides

88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th Thorium 232,0	Pa Protactinium 231,0	U Uranium 238,0	Np Neptunium 237,0	Pu Plutonium 242,0	Am Américium 243,0	Cm Curium 247,0	Bk Berkélium 249,0	Cf Californium 251,0	Es Einsteinium 252,0	Fm Fermium 257,0	Md Mendelevium 258,0	No Nobélium 259,0	Lw Lawrencium 261,0		

Document ressource N° 6

AIRES DE SURFACES PLANES	AIRES DE SURFACES DE REVOLUTION
 <p>Parallélogramme $A = b \times h$</p>	 <p>Sphère $A = 4\pi R^2$</p>
 <p>Rectangle $A = L \times l$</p>	 <p>Segment sphérique à une base ou calotte $A = 2\pi R h$</p>
 <p>Carré $A = c^2$</p>	 <p>Segment sphérique à deux bases $A = 2\pi R h$</p>
 <p>Losange $A = \frac{1}{2} a \times b$</p>	 <p>Fuseau $A = \pi R^2 \frac{\alpha}{90}$ (α en degrés)</p>
 <p>Triangle $A = \frac{1}{2} b \times h$</p>	 <p>Cône (aire latérale) $A = \pi R a$</p>
 <p>Trapèze $A = \frac{1}{2} (B + b) \times h$</p>	 <p>Tronc de cône (aire latérale) $A = \frac{1}{2} \pi (D + d) a$ $a = \sqrt{\frac{1}{4} (D - d)^2 + h^2}$</p>
 <p>Disque $A = \pi R^2$</p>	 <p>Cylindre (aire latérale) $A = 2\pi R h$</p>
 <p>Couronne $A = \pi (R^2 - r^2)$</p>	 <p>Tore $A = \pi^2 D d$</p>
 <p>Secteur angulaire $A = \pi R^2 \frac{\alpha}{360}$ (α en degrés)</p>	 <p>Demi-tore (inférieur ou supérieur) $A = \frac{1}{2} \pi^2 D d$</p>
 <p>Ellipse $A = \pi a b$</p>	 <p>1er Théorème de Guldin $A = 2\pi r L$ L : longueur de la ligne G : centre de gravité de la ligne A : surface engendrée par une ligne qui tourne autour d'un axe xx' qui ne coupe pas la ligne</p> <p>Demi-tore Extérieur $A = \frac{1}{2} \pi^2 d(D + 0,71d)$</p> <p>Demi-tore Intérieur $A = \frac{1}{2} \pi^2 d(D - 0,71d)$</p>

Document réponse

DENSITES DE COURANT DES BAINS D'ELECTROLYSE

	Surfaces immergées au 1/10 ^{ème} dm ²	Vitesse de défilement 1 m.min ⁻¹	Vitesse de défilement 2 m.min ⁻¹
Dégraissage électrolytique			
Nickelage brillant			
Pré dorure			
dorure			
Etain Plomb			

REGENERATION DES RESINES ANIONIQUES FAIBLES

Gamme de régénération :

	Temps de l'opération (min)	Débit (L.h ⁻¹)	Volume (L)
Soulèvement anion	16	600	
Passage soude à 4%	24	50	
Rinçage lent	24	900	
Rinçage rapide	24	2400	
		Volume total	

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES

SESSION 2004	COEFFICIENT : 4	DURÉE : 4 HEURES
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production		SUJET PAGE 12/12