

BACCALaurÉAT PROFESSIONNEL

« TRAITEMENTS DE SURFACES »

SESSION 2005

E1 Épreuve scientifique et technique

Sous épreuve U11 :

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

Durée : 3 h

Coefficient : 2

SUJET :

Comparaisons de trois procédés de traitements sur des théières

Aucun document autorisé
Calculatrice autorisée

Ce sujet est composé de 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10

- *Mise en situation 1/10*
- *Sujet de 2/10 à 4/10*
- *Ressources de 5/10 à 8/10*
- *Document réponse 9/10 et 10/10*

Mise en situation

Votre entreprise est spécialisée dans la fabrication d'ustensiles ménagers en aluminium. Vous voulez donner un aspect brillant à ces ustensiles, et vous cherchez à réduire les coûts de production. On vous demande de comparer trois procédés actuellement utilisés par différents sous traitants pour obtenir les résultats escomptés :

- Une Anodisation brillante.
- Un Nickelage (15 μ m) avec ou sans chromage après zingage chimique.
- Un Nickelage (15 μ m) avec ou sans chromage après zingage de Vogt.

Ce dernier procédé est équivalent au double zingage, mais il utilise un zingage électrolytique. Les gammes types correspondantes aux trois types de productions seront fournies en annexe 1,2 et 3.

L'étude portera plus particulièrement sur une théière en alliage d'aluminium dont les différentes parts sont en alliages de la série 5000 (aluminium magnésium). On vous demandera de comparer les procédés selon plusieurs critères :

- Durée du traitement
- Aspect final (intérieur et extérieur)
- Complexité du procédé
- Protection de l'environnement



Figure 1 exemple de production de votre client

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2005	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 1/10

Questions

La plupart des questions sont indépendantes

A - Description des procédés

Anodisation

1. Décrivez succinctement le principe de l'anodisation.

Nickelage

2. Décrivez le principe du double zingage sur aluminium. A quoi sert-il ?
3. Les théières sont assemblées avec des alliages d'aluminium différents. Comme ces alliages ne contiennent pas les mêmes quantités d'éléments d'alliages, leurs potentiels électrochimiques sont différents. Quelle sera l'incidence de cette variation de potentiel sur la régularité de la couche de zinc obtenue par double zingage ?
4. Le zingage de Vogt n'est pas sensible aux différences de potentiels électrochimiques des alliages d'aluminium, pourquoi ?

B – Comparaison des durées de traitement

En vue d'évaluer des coûts de production, vous cherchez à comparer les durées de traitement.

Anodisation

5. Si la croissance de la couche d'alumine est de $0,43\mu\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$, calculez la durée nécessaire pour obtenir $15\mu\text{m}$ d'alumine sur la théière.
6. Quelle sera la durée totale du traitement d'anodisation ?

Nickelage

7. Si les bains de nickelage ont un rendement de 98%, quelle sera :
 - a. la durée du nickelage après double zingage ?
 - b. la durée du nickelage après zingage de Vogt ?

NB : Les temps seront arrondis à la minute supérieure.

8. Quelle sera la durée totale de traitement dans le cas d'un double zingage ?
9. Quelle sera la durée totale de traitement dans le cas d'un zingage de Vogt ?

Bilan

10. Quel sera, parmi les 3 procédés, le traitement le moins long ?

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2005	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 2/10

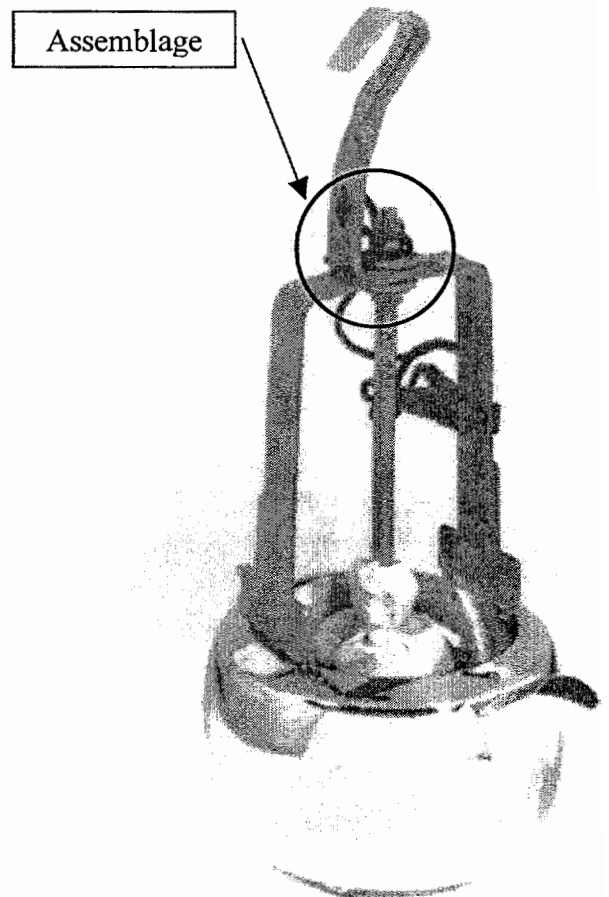
C – Particularités du traitement

Anodisation

11. Justifiez pourquoi un polissage chimique a été préféré à un polissage mécanique des théières.
12. Pourquoi n'utilise-t-on pas de polissage électrolytique ?

Nickelage

13. Un de vos sous traitant vous signale que l'on doit réaliser le nickelage des théières avec un anodage (anode auxiliaire). Sur le document réponse 1, indiquez les principales parties de cet outillage.
14. Sur votre copie, schématisez l'assemblage indiqué ci-contre en précisant la nature des matériaux utilisés.
15. Sur le même document réponse 1, vous représenterez le dépôt tel qu'on l'obtiendrait sans puis avec l'anodage.
16. Dans la gamme avec double zingage, le nickelage de Watts est un nickelage super nivelant. Qu'est-ce que la nivelance ? Que signifie alors super nivelant (Vous pouvez vous aider d'un schéma) ?



Bilan

17. Quel sera alors le nickelage le moins réfléchissant ?
18. Quel sera, parmi les 3 procédés, le traitement le plus facile à mettre en œuvre ?

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2005		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 3/10

D – Protection de l'environnement

Votre clientèle est assez sensible à l'aspect « protection de l'environnement », aussi une étude préliminaire est menée pour évaluer la production la plus respectueuse de l'environnement.

Anodisation

19. Une série d'essai a mis en évidence qu'une théière perdait 4,5 μm de métal lors du traitement, quelle sera la masse d'aluminium perdue, si les théières font en moyenne 15,4 dm^2 et qu'on en traite 25 000 par an ?
20. Quelle est la masse de boues formées dans la station si tout l'aluminium précipite sous forme d' $\text{Al}(\text{OH})_3$ et que ces boues contiennent 30% d'eau ?

Nickelage

21. Pour un même production de 25 000 théières de 15,4 dm^2 , les sous traitants affirment obtenir des entraînements de 0,13 L.m^{-2} de surface traitée pour chaque bain. Quelles seront les quantités de métaux entraînés en dehors des bains pour les deux procédés de nickelage ? Consignez les résultats sur le document réponse 2.

Bilan

Parmi les 3 procédés :

22. Quel sera le traitement qui rejettera le moins de déchets (exprimés en métal) ?
23. Quel traitement nécessitera une installation de détoxification la moins complexe ? justifier votre choix.

E – Synthèse

24. Sur votre copie, reproduisez puis complétez le tableau suivant, en classant les procédés en 1 (meilleur résultat) ou en 0 (moins bon résultat) en fonction de leurs propriétés respectives.

	Anodisation	Double zingage	Zingage de Vogt
Durée de traitement			
Aspect			
Facilité de mise en œuvre			
Quantité de déchets produits			
Complexité de l'élimination des déchets			
Total			

25. Quel procédé retenez-vous ? Justifiez votre choix.

Question	barème	Question	barème	Question	barème	Question	barème	Question	barème
1	8	6	3	11	4	16	2+2	21	6
2	8	7	4+4	12	4	17	2	22	2
3	4	8	2	13	5	18	2	23	6
4	3	9	2	14	5	19	3	24	2
5	4	10	2	15	4	20	4	25	3

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES					
SESSION 2005		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 4/10

Annexe 1: anodisation après polissage chimique

Ph.	Opération	Constituants	Teneur g.l ⁻¹	Ddc Adm ⁻²	θ °C	Durée min
1	Prédegraissage aux ultrasons	Na ₃ PO ₄ .12H ₂ O Na ₂ CO ₃	50 50	/	50	3
2	Rinçage cascade	Eau déminéralisée	/	/	amb.	0.5
3	Dégraissage	Na ₃ PO ₄ .12H ₂ O Na ₂ CO ₃	50 50	/	50	3
4	Rinçage cascade	Eau déminéralisée	/	/	amb.	0.5
5	Décapage sodique	NaOH Al dissous	100 130	/	40	1
6	Rinçage cascade	Eau déminéralisée	/	/	amb.	0.5
7	Polissage chimique	H ₃ PO ₄ HNO ₃ CH ₃ COOH eau	70% 2% 15% 13%	/	110	6
8	Rinçage cascade	Eau déminéralisée	/	/	amb.	0.5
9	Anodisation sulfurique	H ₂ SO ₄ Glycérine Al ³⁺	180 50 15 max.	/	19	?
10	Rinçage cascade	Eau déminéralisée	/	/	amb.	0.5
11	colmatage	Eau déminéralisée	/	/	98	35
12	Rinçage cascade	Eau déminéralisée	/	/	amb.	0.5

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2005		COEFFICIENT : 2	
ÉPREUVE E1 : SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE – Sous épreuve U11 : Étude d'une technique de traitement ou de revêtement de surface		DURÉE : 3 HEURES	
		SUJET	PAGE 5/10

Annexe 2 : chromage après zingage chimique

Ph.	Opération	Constituants	Teneur g.l ⁻¹	Ddc Adm ²	θ °C	Durée min
1	Prédegraissage aux ultrasons	Na ₃ PO ₄ , 12H ₂ O Na ₂ CO ₃	50 50	/	50	3
2	Rinçage cascade	Eau déminéralisée	/	/	amb	0.5
3	Dégraissage	Na ₃ PO ₄ , 12H ₂ O Na ₂ CO ₃	50 50	/	50	3
4	Rinçage cascade	Eau déminéralisée	/	/	amb	0.5
5	Décapage alcalin	NaOH Al dissous	100 130	/	amb.	1
6	Rinçage cascade	Eau déminéralisée	/	/	amb.	0.5
7	Blanchiment	HNO ₃ à 50%	/	/	amb.	1
8	Rinçage cascade	Eau déminéralisée	/	/	amb.	0.5
9	Zingage chimique	NaOH ZnO	500 100	/	amb.	1
10	Rinçage cascade	Eau déminéralisée	/	/	amb.	0.5
11	Décapage	HNO ₃ à 50%	/	/	amb.	1
12	Rinçage cascade	Eau déminéralisée	/	/	amb.	0.5
13	Zingage chimique	NaOH ZnO	500 100	/	amb.	1
14	Rinçage cascade	Eau déminéralisée	/	/	amb.	0.5
15	Rinçage économique	Bain mort à 30% du bain de laitonnage	/	/	amb.	0.5
16	Laitonnage	CuCN Zn(CN) ₂ NaCN Na ₂ CO ₃	31 11 51 30	1,5		25
17	Rinçage économique	Bain mort à 30% du bain de laitonnage	/	/	amb.	0.5
18	Rinçage cascade	/	/	/	amb.	0.5
19	Cuivrage de charge	CuSO ₄ H ₂ SO ₄	220 60	3	20	12
20	Rinçage mort	/	/	/	amb.	0.5
21	Rinçage cascade	Eau déminéralisée	/	/	amb.	0.5
22	nickelage super nivelant	NiSO ₄ , 7H ₂ O NiCl ₂ , 6H ₂ O H ₃ BO ₃	330 65 50	8	55	?
23	Rinçage mort	/	/	/	amb.	0.5
24	Rinçage cascade	Eau déminéralisée	/	/	amb.	0.5
25	chromage	CrO ₃ H ₂ SO ₄	250 2,5	15	50	3
26	Rinçage mort	/	/	/	amb.	0.5

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2005		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 6/10

27	Rinçage cascade	Eau déminéralisée	/	/	amb.	0.5
----	-----------------	-------------------	---	---	------	-----

Annexe 3 : chromage après zingage de Vogt

Ph.	Opération	Constituants	Teneur g.l ⁻¹	Ddc Adm ⁻²	θ °C	Durée min	Commentaires
1	Prédegraissage	Na ₃ PO ₄ , 12H ₂ O Na ₂ CO ₃	50 50	/	50	3	Aux ultra sons
2	Rinçage cascade	Eau déminéralisée	/	/	amb.	0.5	
3	Dégraissage	Na ₃ PO ₄ , 12H ₂ O Na ₂ CO ₃	50 50	/	50	3	
4	Rinçage cascade	Eau déminéralisée	/	/	amb.	0.5	
5	Décapage	H ₂ SO ₄ 50% HNO ₃ 50%		/	21	5 SEC.	
6	Rinçage cascade	Eau déminéralisée	/	/	amb.	0.5	
7	Zingage de VOGT	ZnCl ₂ NaCN NaOH	0.5 0.5 10	0.55	amb.	20 SEC.	Les pièces doivent être couleur bronze et non pas noires
8	Rinçage cascade	Eau déminéralisée	/	/	amb.	0.5	
9	laitonnage	Cu(CH ₃ COO) ₂ NaCN ZnCl ₂ Na ₂ CO ₃ NaHSO ₃	12 30 12 9 12	0.8 à 1.1	30±2	8 SEC.	Le dépôt doit être jaune pâle.
10	Rinçage cascade	Eau déminéralisée	/	/	amb.	0.5	
11	nickelage	NiSO ₄ , 6H ₂ O MgSO ₄ NaCl H ₃ BO ₃	250 100 5 25	1	46	?	S _{anode} =3xS _{cathode}
23	Rinçage mort	/	/	/	amb.	0.5	
24	Rinçage cascade	Eau déminéralisée	/	/	amb.	0.5	
25	chromage	CrO ₃ H ₂ SO ₄	250 2,5	15	50	3	
26	Rinçage mort	/	/	/	amb.	0.5	
24	Rinçage cascade	Eau déminéralisée	/	/	amb.	0.5	

Après traitement, la pièce subit un traitement thermique de diffusion (entre 200 et 250 °C avec un optimum à 230 °C) permettant :

- d'améliorer l'adhérence
- d'éliminer les pièces ayant reçu des dépôts susceptibles de cloquer.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2005		COEFFICIENT : 2	
ÉPREUVE E1 : SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE – Sous épreuve U11 :		DURÉE : 3 HEURES	
Étude d'une technique de traitement ou de revêtement de surface		SUJET	PAGE 7/10

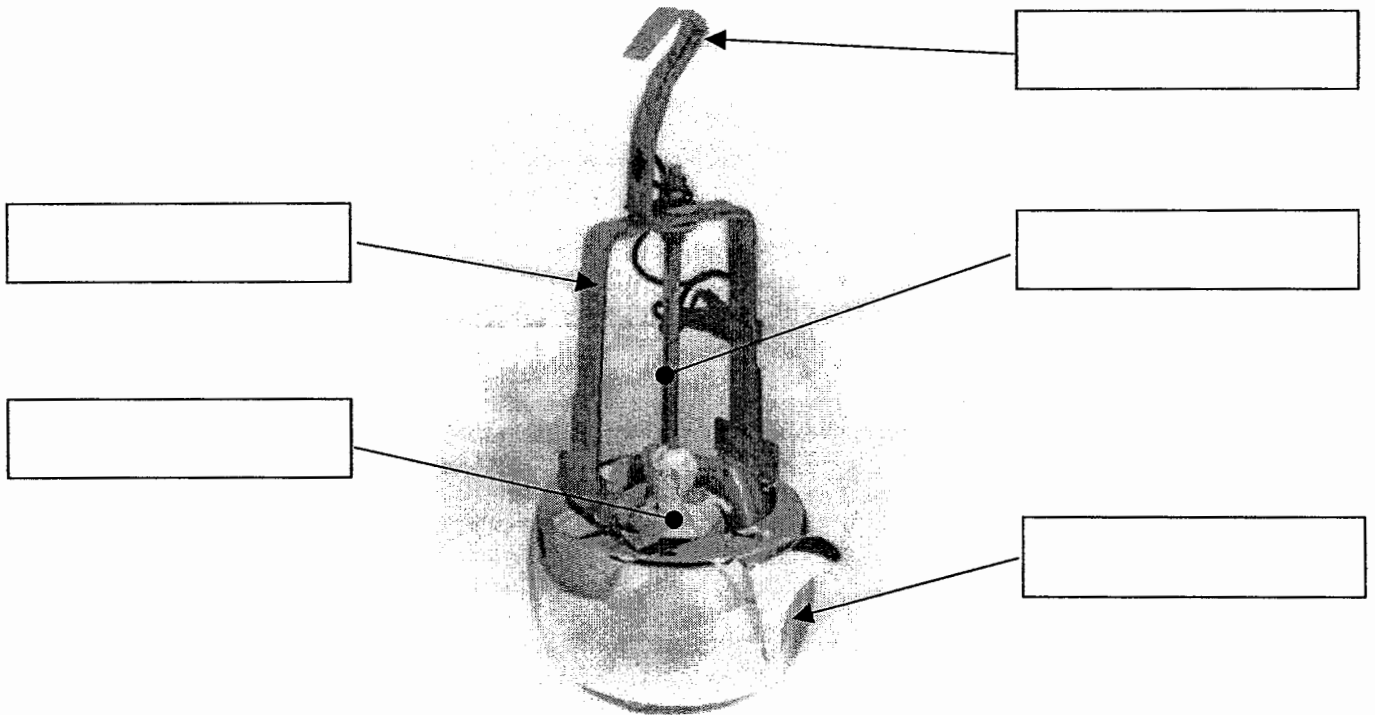
Annexe 4 : classification périodique des éléments

Périodes	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	
1	2																	10					
H Hydrogène 1,0 0,07	He Hélium 4,0 0,13																	Ne Neon 20,2 9,12					
Li Lithium 6,9 0,53	Be Béryllium 9,0 1,1174																	F Fluor 19,0 11,5					
Na Sodium 23,0 0,97	Mg Magnésium 24,3 11,74																	O Oxygène 16,0 162,07					
K Potassium 39,1 0,86	Ca Calcium 40,1 191,55																	N Azote 14,0 31,532					
Rb Rubidium 85,5 1,53	Sr Strontium 87,0 372,6																	C Carbone 12,0 132,33					
Cs Césium 132,9 1,9	Ba Baryum 137,3 566,17																	B Bore 10,8 2,7					
		Y Yttrium 88,9 7218,6	Zr Zirconium 91,2 88,9	Nb Niobium 92,9 7319,3	Mo Molibdène 95,9 7421	Tc Technetium 98,0 7592,6	Ru Ruthénium 101,1 7692,5	Rh Rodium 102,9 7721,4	Pd Paladium 106,4 7819,3	Ag Argent 107,9 8011,85	Cd Cadmium 112,4 8011,85	In Indium 114,8 8111,4	Sn Étain 118,7 823,8	Sb Antimoine 121,8 833	Te Tellure 127,6 84	I Iode 126,9 85	Xe Xénon 131,3 86					Rn Radon 222,0 86	
		Sc Scandium 45,0 214,51	Ti Titane 47,9 237,19	V Vanadium 50,9 257,86	Cr Chrome 52,0 268,9	Mn Manganèse 54,9 278,9	Fe Fer 55,9 4812,4	Co Cobalt 58,9 4812,4	Ni Nickel 58,7 4610,5	Cu Cuivre 63,5 478,65	Zn Zinc 65,4 487,3	Ga Gallium 69,7 497,3	Ge Germanium 72,6 506,62	As Arsenic 74,9 518,24	Se Sélénium 79,0 524,94	Br Brome 79,9 533,06	Kr Krypton 83,8 54					Kr Krypton 83,8	
		La Lanthane 138,9 178,9	Hf Hafnium 178,9 104	Ta Tungstène 181,0 89	W Wolfram 183,9 104	Re Rhenium 186,2 104	Os Osmium 190,2 104	Ir Iridium 192,2 104	Pt Platine 195,1 104	Au Or 197,0 104	Hg Mercure 200,6 104	Tl Thallium 204,4 104	Pb Plomb 207,2 104	Bi Bismuth 209,0 104	Po Polonium 210,0 104	At Astatine 210,0 104	Rn Radon 222,0 104					Rn Radon 222,0	
		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 245,0	Bk Berkélium 248,0	Cf Californium 249,0	Es Einsteinium 254,0	Fm Fermium 255,0	Md Mendelevium 256,0	No Nobelium 259,0	Lr Lawrencium 260,0					Lu Lutécium 175,0			
		Ce Cérium 140,1	Pr Praseodyme 140,9	Nd Néodyme 144,2	Pm Prométhium 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					Lu Lutécium 175,0			
		Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr					Lu			
		5,87	586,77	59	60	61	62,5,25	63,7,89	64,8,27	65,83,54	66,8,8	67,9,05	68,9,33	69,9,98	70,9,84					71			
		Lanthanoides																			Actinoides		

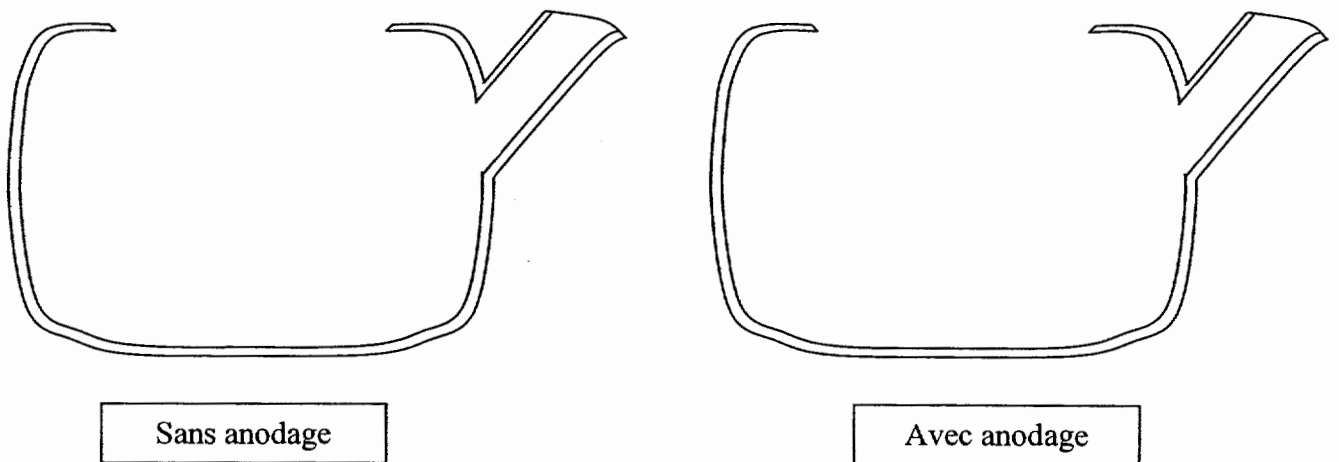
BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2005	COEFFICIENT : 2	DURÉE : 3 HEURES	
ÉPREUVE E1 : SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE – Sous épreuve U11 : Étude d'une technique de traitement ou de revêtement de surface		SUJET	PAGE 8/10

Document réponse N°1

Éléments de l'anodage



Influence de l'anodage



BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2005	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 9/10

Document réponse N°2

Gamme de double zingage

Bain	Produits	Concentration initiale en g.L ⁻¹	Quantité par an en kg
Décapage alcalin	Al	130	
Zingage chimique	Zn	80	
Zingage chimique	Zn	80	
Laitonnage	Cu	21	
	Zn	6,5	
Cuivrage de charge	Cu	90	
nickelage super nivelant	Ni	60	
chromage	Cr	130	
Total			

Gamme de zingage de Vogt

Bain	Produits	Concentration initiale en g.L ⁻¹	Quantité par an en kg
Zingage de VOGT	Zn	0.25	
laitonnage	Cu	6	
	Zn	6	
nickelage	Ni	56	
	Mg	20	
chromage	Cr	130	
Total			

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DE SURFACES			
SESSION 2005		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 10/10