BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

« TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX »

SESSION 2024

Épreuve E2 :

Étude et préparation d'une production industrielle

Durée : 4h Coefficient : 4

SUJET

Aucun document autorisé.

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé.

L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.

Ce sujet est composé de deux parties :

Partie 1 : SUJET

- Mise en situation : de la page 3/14 à la page 5/14
- Ressources : de la page 6/14 à la page 14/14

Partie 2 : DOSSIER RÉPONSE

- Dossier réponse : de la page 1/12 à la page 12/12
- Barème : page 12/12

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

- Vous devrez répondre directement sur le dossier réponse dans les espaces prévus, en apportant un soin particulier à la rédaction des réponses aux différentes questions.
- Vous ne devrez pas noter vos nom et prénom sur ce dossier hormis sur le dossier réponse dans la partie anonymée en haut de la première page.
- Vous devrez rendre l'ensemble des documents du dossier réponse en fin d'épreuve.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

« TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX »

SESSION 2024

Épreuve E2 :

Étude et préparation d'une production industrielle

PARTIE 1

SUJET

Stop-Skis

Notes à l'attention du candidat :

- Ce dossier ne sera pas à rendre à l'issue de l'épreuve.
- Aucune réponse ne devra figurer sur ce dossier.

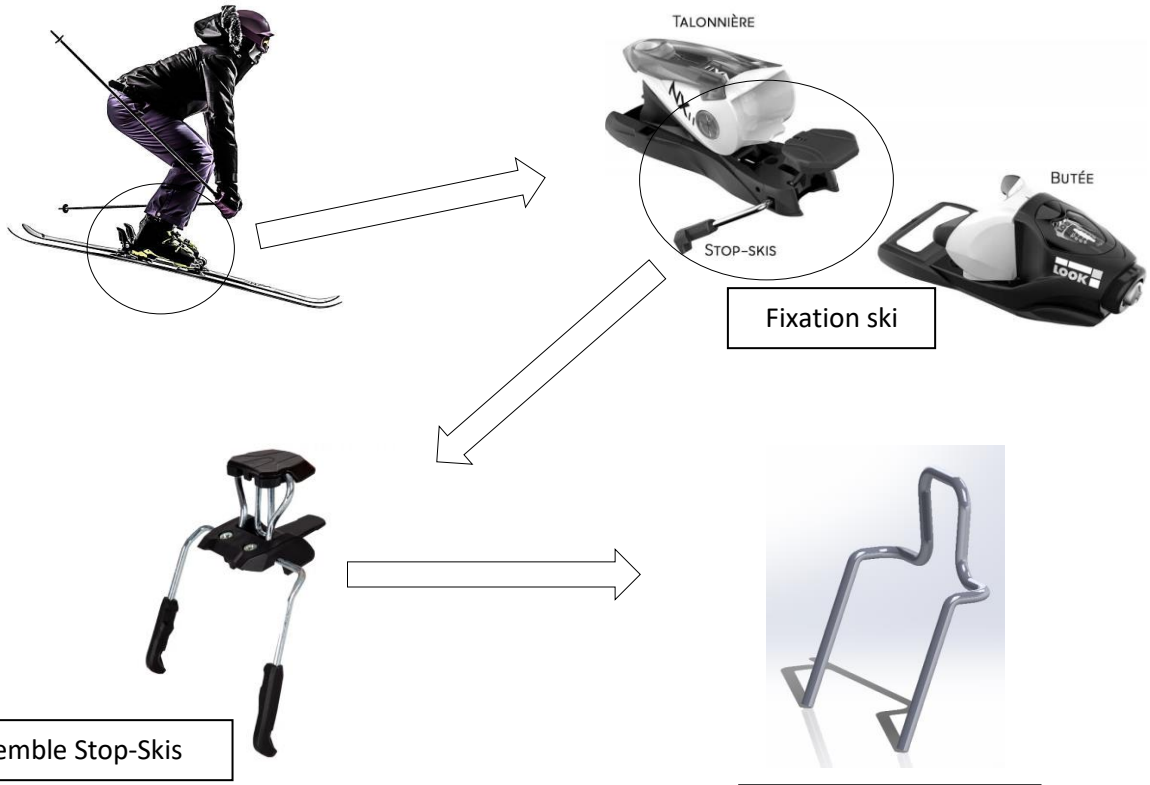
1 Mise en situation

Votre société est spécialisée dans le traitement de surfaces dans le secteur des sports extrêmes. Elle compte 10 salariés et fonctionne en horaires de 2 x 7h30 sur 5 jours. Elle propose d'effectuer du chromage décoratif sur tous types de substrats, des alliages d'aluminium, en passant par les zamaks, les laitons et sur tous types d'acier.

2 Présentation de la pièce

Dans le cadre de votre collaboration avec une grande marque d'équipementier pour les loisirs sportifs, vous êtes amené à réaliser le chromage du nouveau « Stop-Skis » de la gamme skieur grand public.

Le **Stop-Skis** est un accessoire de sécurité incontournable de la fixation de ski. Il se situe au niveau de la talonnière, c'est à dire à l'arrière de la fixation de la chaussure du skieur sur le ski. Il se plante dans la neige dès que la chaussure n'est plus fixée et empêche ainsi le ski de glisser seul sur la piste de ski. Il sert plus particulièrement après un déchaussage dû à une chute (séparation entre la chaussure et la fixation).



Fixation ski

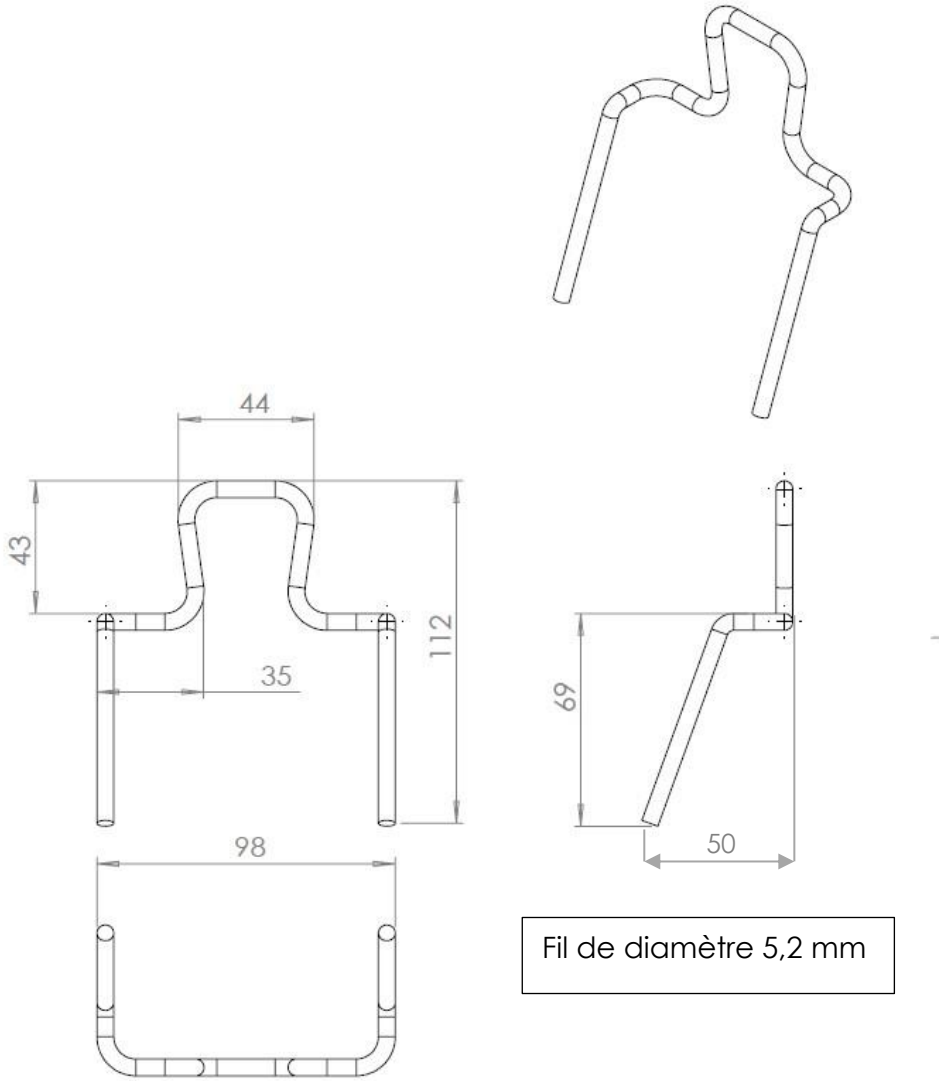
Ensemble Stop-Skis

Stop-Skis à chromer

La désignation du substrat et du traitement est :

25 Cr Mo 4 / Cu 20 Ni 15 Cr 0,5 (I)

3 Plan coté Stop-Skis



Fil de diamètre 5,2 mm

Toutes les dimensions sont exprimées en mm.

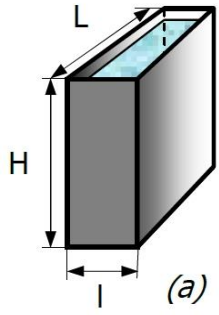
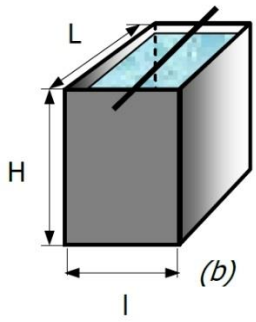
Le Stop-Skis est obtenu par pliages successifs d'un fil de diamètre 5,2 mm d'une longueur totale de 360 mm.

L'encombrement du stop-skis est de : 112 mm de hauteur
98 mm de largeur
50 mm de profondeur

Pour réaliser le traitement, votre entreprise dispose d'une ligne automatisée de traitement de chromage.

- Les cuves de rinçage sont de deux types : rinçage statique *(a)* et rinçage à triple cascades *(3xa)*.
- Les cuves de préparation et de traitements sont dites « standards » *(b)*.
- Les cuves de finition sont du même type que les cuves de rinçage *(a)*.

Le niveau des bains se situe à 100 mm du bord supérieur des cuves. Elles ont les dimensions suivantes :

Cuve de rinçage statique (a)	Cuve de préparation et traitement (b)
Longueur de cuve L : 1300 mm	Longueur de cuve L : 1300 mm
Hauteur de cuve H : 1100 mm	Hauteur de cuve H : 1100 mm
largeur de cuve l : 500 mm	largeur de cuve l : 600 mm
	

Le déplacement des montages est assuré par des automates programmables informatisés.

Les différents bains de l'entreprise sont référencés sur le document ressource n°4 (page 9/14).

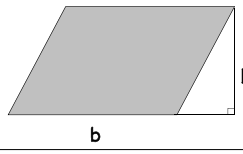
Les caractéristiques des bains utilisés pour le traitement sont référencées sur le document ressource n°5 (page 10/14).

La documentation technique du bain de nickel se situe sur le document ressource n°7 (page 12/14 à 14/14).

RESSOURCE 1

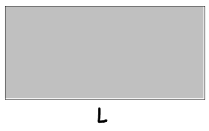
AIRES DE SURFACES PLANES

Parallèlogramme



$A = b \times h$

Rectangle

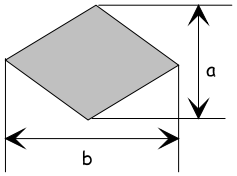


$A = L \times l$

Carré

$A = c^2$

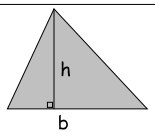
Losange



$A = \frac{1}{2} \quad a \times b$

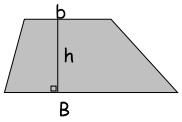
^{2}

Triangle



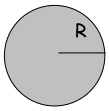
$A = \frac{1}{2} \quad b \times h$

Trapèze



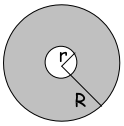
$A = \frac{1}{2} \quad (B + b) \times h$

Disque



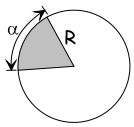
$A = \pi R^2$

Couronne



$A = \pi(R^2 - r^2)$

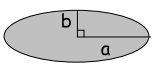
Secteur angulaire



$A = \frac{\pi R^2 \alpha}{360}$

(α en degrés)

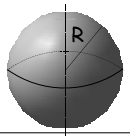
Ellipse



$A = \pi \, a \, b$

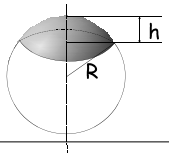
AIRES DE SURFACES DE REVOLUTION

Sphère



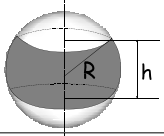
$A = 4\pi R^2$

Segment sphérique à une base ou calotte



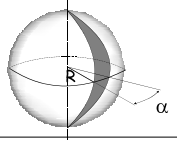
$A = 2 \, \pi \, R \, h$

Segment sphérique à deux bases



$A = 2 \, \pi \, R \, h$

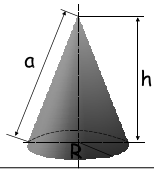
Fuseau



$A = \frac{\pi R^2 \alpha}{90}$ (α en degrés)

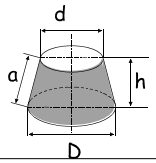
Cône

(aire latérale)



$A = \pi \, R \, a$

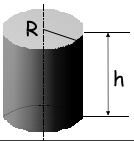
Tronc de cône (aire latérale)



$A = \frac{1}{2} \, \pi \, (D + d) \, a$

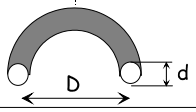
$a = \sqrt{\frac{1}{4}(D - d)^2 + h^2}$

Cylindre (aire latérale)



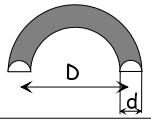
$A = 2 \, \pi \, R \, h$

Tore



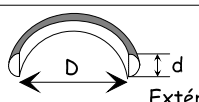
$A = \pi^2 D \, d$

Demi- tore (inférieur ou supérieur)



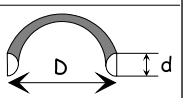
$A = \frac{1}{2} \, \pi^2 D \, d$

Demi- tore



Extérieur

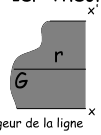
$A = \frac{1}{2} \, \pi^2 d(D+0{,}71d)$



Intérieur

$A = \frac{1}{2} \, \pi^2 d(D-0{,}71d)$

1er Théorême de Guldin



$A = 2 \, \pi \, r \, L$

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

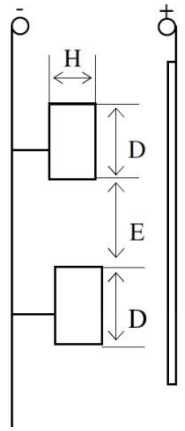
RESSOURCE 2

Positionnement des pièces dans un bain de traitement (zone utile)
Par rapport au fond de la cuve : 150 mm
Par rapport au niveau du bain : sans agitation 40 mm
avec agitation 65 mm
Par rapport aux parois : 65 mm

Espacement des pièces

Les bains sont classés en trois catégories en fonction de leur pouvoir de répartition :

Classe I	Classe II	Classe III
Bonne répartition	Moyenne répartition	Faible répartition
Argenture Cadmiage Laitonnage Étamage alcalin Cuivrage alcalin Zingage Tous les bains alcalins	Nickelage Cuivrage acide Étamage acide Tous les autres bains	Chromage



Les formules ci-dessous donnent rapidement l'espacement que l'on peut adopter entre les pièces pour éviter l'écran d'une pièce sur l'autre.

Pour les calculs qui suivent, les cotes sont en mm.

Bain classe I :

pour D < 50, $E = \frac{3D}{8} + \frac{H}{4} + 6$ pour D > 50, $E = \frac{H}{4} + 25$

Bain classe II :
Multiplier le résultat obtenu par 1,5

Bain classe III :
Multiplier le résultat obtenu par 2

Nombre de pièces dans la zone utile

$$N = 1 + \frac{L_{\text{utile de la cuve}} - D}{D+E}$$

D : dimension de la pièce
E : espacement entre 2 pièces
N : nombre de pièces sur le montage dans la dimension retenue
L utile de la cuve : longueur ou hauteur

RESSOURCE 3

Périodes
Ia IIa IIIa IVa Va VIa VIIa VIII Ib IIb IIIb IVb Vb VIb VIIb O
I II III IV V VI VII
Masse volumique (g.cm-3)
Nom de l'élément
Numéro atomique
Symbole chimique
Masse atomique g.mol-1
Lanthanoides
Actinoides

RESSOURCE 4

LES BAINS PRÉSENTS DANS L'ATELIER

Bains de préparation :

- Dégraissage chimique
- Dégraissage électrolytique anodique
- Dégraissage électrolytique cathodique
- Polissage électrolytique
- Activation à 10% de HCl
- Activation à 1% de HCl
- Satinage
- Blanchiment
- Décapage sulfochromique
- Décapage chimique à 50% de HCl
- Décapage chimique à 50% de HNO_3
- Décapage électrolytique anodique

Bains de traitement :

- Laitonnage
- Cuivrage alcalin cyanuré
- Cuivrage acide
- Zingage acide
- Zingage alcalin non cyanuré
- Nickelage électrolytique
- Nickelage de Wood
- Oxydation anodique sulfurique
- Chromage trivalent
- Chromatation hexavalente

Chaque bain de traitement est suivi d'un rinçage mort puis d'un rinçage à triple cascades.

RESSOURCE 5

Informations supplémentaires sur les bains de traitements utilisés

Type de bain	Composition	Teneur g/l	T°C	Ddc A/dm^2	Rendement %	Ion
Chromage	TRISTAR 300 SALT Exprimé en Chrome TRISTAR 300 COMPLEX TRISTAR 300 CONDUCTOR	150 20 67 250	28	10	14	Cr^{3+}
Cuivre acide	Sulfate de cuivre $CuSO_4,5H_2O$ Acide sulfurique H_2SO_4	220 60	amb	3	98	Cu^{2+}
Cuivre alcalin	Cyanure de cuivre CuCN Cyanure de sodium NaCN hydroxyde de sodium NaOH Sel de seignette	15 22 10 50	50	2	70	Cu^{+}

Ddc du bain de dégraissage électrolytique = 8 A/dm^2

Formule pour la gestion de production

$$T_{total} = T_{avant} + n \times T_{le\ plus\ long} + T_{finition}$$

T_{total} = temps total de production

T_{avant} : temps avant temps le plus long (opération la plus longue)

$n \times T_{le\ plus\ long}$: opération de la gamme la plus longue avec n= nombre de pièces

$T_{finition}$: temps restant de la gamme après le temps le plus long (opération la plus longue)

RESSOURCE 6

Tableau des mesures d'épaisseur sur un échantillon de 10 Stop-Skis.

	Piéce n°1	Piéce n°2	Piéce n°3	Piéce n°4	Piéce n°5	Piéce n°6	Piéce n°7	Piéce n°8	Piéce n°9	Piéce n°10	Moyenne de la couche
Cuivre	19	20	19	18	19	21	20	18	19	18	19,1
Nickel	13	14	12	13	12	13	12	13	12	13	12,7
Chrome	0,4	0,5	0,4	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,47

Toutes les mesures sont exprimées en microns. (µm)

Le cahier des charges fixe une tolérance moyenne sur un prélèvement de 10 pièces de :

- 20 ± 1 µm pour le cuivre
- 15 ± 2 µm pour le nickel
- 0,5 ± 0,1 µm pour le chrome

RESSOURCE 7

NICKEL BRILLANT NIVELANT

NICKEL SUPRÊME PLUS

NOTICE TECHNIQUE

Généralités ----------P13
Composition du bain ----------P13
Équipements ---------- P14

Atotech France
BP 731
95004 Cergy-Pontoise Cedex
Tel +33 (0) 1 34 30 20 60
Fax +33 (0) 1 34 64 53 03
atotech.france@atotech.fr
www.atotech.com

Les produits livrés doivent être utilisés conformément à nos recommandations. A cet égard, nos services techniques sont constamment à la disposition de nos clients, mais comme l'utilisation des produits livrés échappe au contrôle du fournisseur, aucune garantie expresse ou implicite ne peut être donnée, concernant le résultat de leur emploi1

GÉNÉRALITÉS

Le procédé **NICKEL SUPRÊME PLUS** permet d'obtenir, à une vitesse exceptionnellement rapide, des dépôts brillants et nivelants.
Le procédé **NICKEL SUPRÊME PLUS** est conçu pour fonctionner dans les deux types d'agitation air ou mécanique.
Le système de brillanteurs du procédé **NICKEL SUPRÊME PLUS** est très souple et peut être utilisé avec une grande variété de formulations en sels.
Les caractéristiques essentielles du procédé **NICKEL SUPRÊME PLUS** sont :
- Une vitesse exceptionnelle de montée en brillance et nivelance, tout en conservant un dépôt très ductile.
- Tolère des densités de courant élevées sans brûlure.
- Excellente pénétration du dépôt, brillance et nivelance renforcées aux basses densités de courant.
- Excellente réceptivité au chrome.
- Tolérance accrue aux impuretés minérales habituellement rencontrées.
- Contrôle et entretien aisés => tous additifs liquides.
- Grande souplesse de fonctionnement permettant grâce aux deux additifs d'ajuster brillance et nivellement en fonction des besoins.

COMPOSITION DU BAIN

Le choix de la formulation du bain dépend des conditions de fonctionnement :
- densité du courant cathodique,
- type et aspect du matériau de base,
- forme des pièces à traiter,
- épaisseur de dépôt désirée.

La formulation donnée ci-dessous est l'une des plus classiques :

<u>Fourchette montage</u>

- Sulfate de nickel $6H_20$: 300 à 350 g/l optimum 330 g/l
- Chlorure de nickel $6H_20$: 55 à 75 g/l optimum 65 g/l
- Acide borique : 45 à 55 g/l optimum 50 g/l
- pH 4,5 – 5,2 optimum 5,0
- Température 50 - 60 °C optimum 55 °C
- Densité de courant 1 à 6 A/dm² optimum 3 A/dm²
- Rendement cathodique : 98%
- **Brillanteur 2X** = 20 ml/l
  + **Additif SA- 1** = 3,5 ml/l
  + **Brillanteur Nickel Suprême Plus 7660** = 0,4 ml/l
  + **Nivelant Nickel Suprême Plus 7661** = 1 ml/l

En cas d'agitation air, utiliser le **Mouillant Ni 835**, pour une agitation mécanique, le **Mouillant Ni-M.**
agitation air **Mouillant Ni835** = 1 ml/l
agitation mécanique **Mouillant Ni M** = 1 ml/l

Base d'alimentation pour 10000 Ah

Nickel Suprême Plus Brillanteur 7660 : 2 à 2,5 litres
Nickel Suprême Plus Nivelant 7661 : 2 à 2,5 litres
A-5Brillanteur 2X : 0,8 à 1,2 litre

L'agent mouillant sera ajouté en quantité suffisante pour maintenir la tension superficielle à 30 dynes/cm si agitation mécanique et à 45 dynes/cm si agitation air.
Ces consommations peuvent varier d'une installation à l'autre suivant les divers paramètres de fonctionnement, les pertes par entraînements etc...

ÉQUIPEMENTS

Anodes

Ce type de bain est compatible avec toutes les qualités d'anodes de nickel, mais il convient d'utiliser les anodes de nickel le plus pur possible.
Nous recommandons l'emploi de :
- Nickel S
- Carrés de nickel électrolytique, flats...

Il est conseillé d'utiliser des paniers en titane, et des sacs à anodes de coton, thermovyl, polypropylène ou PVC thermiquement stable.
La surface anodique doit être telle que les anodes ne se passivent pas, ne se polarisent pas.

Cuves :

Une cuve en acier revêtue est recommandée. Les revêtements habituellement utilisés pour les bains de nickel brillant conviennent parfaitement.
Cette cuve de travail doit se situer dans une zone totalement exempte de contamination par l'air ou par les bains environnants (dégraissants, décapages, graisses, huiles,...). Cette cuve doit être très bien isolée des courants vagabonds.
Une cuve revêtue de la même façon et au moins du même volume que la cuve de travail, servira au montage du bain et aux opérations de purifications. La cuve de stockage doit être équipée de serpentins de chauffage pour permettre d'atteindre et de maintenir la température de travail.

Contrôle de température :

La cuve doit être équipée d'un système de chauffage. Serpentins en titane ou échangeurs de chaleur en titane, nickel ou alliage fer silicium (Duriron). On peut utiliser aussi des éléments chauffants électriques.
L'équipement de régulation de température est conseillé.
Le bain dans la cuve de traitement doit être chauffé de la même façon.

Agitations :

Pour l'agitation air, la cuve doit être équipée avec des rampes en PVC rigide ou équivalent. Il est important que l'agitation soit uniforme et vigoureuse dans toute la cuve en particulier près des pièces à traiter. Les rampes doivent être lestées pour éviter tout problème pendant le traitement.
L'air doit être fourni par un surpresseur basse pression. La capacité du surpresseur doit être 93 l/min/mètre linéaire. La pression nécessaire est 1675 mm colonne d'eau / mètre de hauteur de solution. Éviter les compresseurs susceptibles d'introduire des huiles dans le bain.