



comment colorer

le cuivre et ses alliages

Le cuivre est, plus que d'autres métaux, susceptibles d'être coloré artificiellement. Presque tous les tons de gris, vert, rouge, bleu, jaune, brun et noir peuvent être obtenus en faisant varier les temps d'immersion et la température. Il est également possible d'obtenir des effets spéciaux par brossage, attaque ou polissage avant coloration ou par brossage après coloration.

On trouvera ci-après des méthodes mises au point et recommandées par la Copper Development Association Inc. (New York).



Les colorations qu'il est possible d'obtenir sur le cuivre et ses alliages consistent généralement en couches de sels ou d'oxydes produites par des agents chimiques déterminés [1-2]. Ces couches sont fortement adhérentes, dans la mesure où la surface a été

convenablement nettoyée et à la condition de procéder par dépôts minces et uniformes, par brosseage, pulvérisation ou au trempé.

Pour résister à l'usure, à l'abrasion ou aux intempéries, les couches colorées doivent être vernies ou cirées.

PRÉPARATION MÉCANIQUE

On utilise des disques ou bandes abrasives (alumine 180 ou 220) avec une vitesse de 1 800 tr/mn, correspondant à 1 800-3 000 m/mn.

Pour obtenir un fini satiné, on se sert de mélanges abrasifs exempts de graisse. Ce type de finition est recommandé pour les pan-

neaux lisses et pour les profilés en tôle pliée.

Pour le poli-miroir, on termine par un bufflage à la silice amorphe ou à la chaux à 1 800 tr/mn.

Nous ne nous étendrons pas sur la question du polissage, bien connue des spécialistes [3-4].

NETTOYAGE

Il est impératif de bien dégraisser et de mettre la surface à traiter à nu.

On peut dégraisser soit en bain alcalin, soit en bain au tri ou perchloréthylène, ou encore en émulsions aqueuses de solvants. Il est

recommandé ensuite d'opérer un dégraissage électrolytique.

On trouvera au tableau I les conditions de traitement de nettoyage alcalin, au trempé, par pulvérisation et électrolytique.

TABLEAU I

| | TREMPE | PULVERISATION | DEGRAISSAGE ELECTROLYTIQUE |
|---|---------|---------------|----------------------------|
| Soude caustique (g/l) | 14 | 1,4 | 14 |
| Carbonate de sodium (g/l) | 14 | 2,25 | 22,5 |
| Phosphate trisodique (g/l) | | | 7,5 |
| Pyrophosphate tétrasodique (g/l) | 14 | 0,75 | |
| Métasilicate de soude (g/l) | 22,5 | 2,80 | 28 |
| Agent mouillant* (g/l) | 3,7 | 0,075 | 0,75 |
| Température (°C) | 85 - 90 | 70 - 75 | 70 - 85 |
| Densité de courant cathodique (A/dm ²) .. | | | 2,7 à 4,5 |
| Temps (mn) | 3 - 5 | 1 - 3 | 1 - 2 |

* Alkylsulfonates ou éthers-alcools alkylaryl.

Après cette opération, suivie d'un rinçage, le cuivre sera passé dans une solution d'acide chlorhydrique pour enlever l'oxyde. Une solution de 3 à 5 % suffit à dissoudre l'oxyde et à neutraliser les résidus alcalins éventuels. On rincera très soigneusement après le traitement à l'acide chlorhydrique.

Les oxydes épais, formés à chaud, doivent — s'il y a lieu — être éliminés par décapage acide (HCl à 15-30 % pendant 3 à 5 mn ou H₂SO₄ à 10-20 % en poids pendant 5 à 10 mn à 50-55°C). Les alliages contenant du silicium devront être traités au bain sulfo-nitrique (H₂SO₄ + HNO₃ 15 à 20 % avec HF 2 à 5 %).

Le cuivre peut être chimiquement attaqué dans un bain sulfo-nitrique (en parties égales H_2SO_4 et HNO_3).

On peut polir le cuivre chimiquement sans l'attaquer avec le mélange suivant : 42 % en volume d'acide phosphorique (85 %, $d = 1,69$), 42 % d'acide acétique et 16 % d'acide nitrique ($d = 1,42$). On opère à 60-75°C pendant 2 à 4 mn.

Les bains précédents peuvent émettre des vapeurs nocives qu'il n'est pas toujours possible de ventiler correctement. On pourra

dans ce cas utiliser une solution à polir [5] contenant de 2 à 12 g/l de benzotriazole, 70 à 120 g/l de bichromate de potassium et 100 à 200 ml/l d'acide sulfurique. Le bain peut être employé entre 40 et 70°C avec un optimum de 60°C. On trempe les pièces pendant 1 à 4 mn, ce qui donne une surface brillante résistant au ternissement.

Il n'est pas toujours possible d'effectuer les opérations ci-dessus, notamment lorsqu'il s'agit d'éléments architecturaux déjà en place. On se contentera alors d'un nettoyage à la magnésie additionnée de détergent.

COLORATION EN NOIR

✧ Procédés anodiques

On obtient de beaux noirs bien adhérents sur cuivre par traitement anodique dans des bains de soude additionnée de molybdate de sodium ou d'ammonium.

Voici un bain type :

| | |
|--|-----------------------|
| Soude | 180 g/l |
| Molybdate de sodium ou d'ammonium | 1,5 g/l |
| Densité de courant à l'anode. | 1,5 A/dm ² |
| Temps d'immersion | 3 à 5 mn |

Après nettoyage alcalin, on recommande, avant traitement anodique, l'immersion des pièces pendant 1 mn dans une solution de bichromate de sodium (187 g/l) et d'acide sulfurique (68 g/l) [6]. Les couches noires obtenues sont assez épaisses (0,25 mm) et résistent à l'abrasion. Elles peuvent être brillantées par polissage.

✧ Procédés cathodiques

Le chromage noir est de plus en plus employé pour résister à l'abrasion. Le dépôt électrolytique combiné de nickel et de chrome noir résiste bien à l'extérieur. Les firmes Diamond Alkali Co et Harshaw Chemical Co, à Cleveland (U.S.A.) ont perfectionné ces pro-

cédes. Les revêtements qui consistent en un mélange de chrome et de son oxyde peuvent être appliqués uniformément sur des pièces complexes.

Il est également possible de déposer des couches mixtes de zinc, nickel et de leurs sels ou oxydes par traitement électrolytique dans des bains brevetés.

On emploie ces revêtements qui sont durs, brillants et bien réguliers, surtout sur des boucles, médailles ou pièces destinées à l'industrie vestimentaire.

Des couches noires, denses, de nickel, zinc, oxydes de zinc et sulfure de nickel sont obtenues par traitement de 30 à 60 mn sous 4,5 à 9 A/dm² dans des solutions d'ions Ni, Zn avec addition de thiocyanate de sodium.

Voici un bain de sulfates, prévu pour 50-55°C :

| | |
|---|-----------|
| Sulfate de nickel (NiSO ₄ · 6 H ₂ O) | 90 g/l |
| Sulfate de nickel et d'ammonium [NiSO ₄ · (NH ₄) ₂ SO ₄ · 6 H ₂ O] | 50 g/l |
| Sulfate de zinc (ZnSO ₄ · 6 H ₂ O) | 45 g/l |
| Thiocyanate de sodium (NaSCN) | 18 g/l |
| pH | 5,6 à 5,8 |



et un autre bain de chlorures [7] :

| | |
|--|-----------|
| Chlorure de nickel (NiCl ₂ · 6 H ₂ O) | 90 g/l |
| Chlorure de zinc (ZnCl ₂) ... | 39 g/l |
| Chlorure d'ammonium (NH ₄ Cl) | 39 g/l |
| Thiocyanate de sodium (NaSCN) | 18 g/l |
| pH | 2,5 à 5,5 |

Signalons encore un bain de coloration noire à dépôt rapide, à base d'oxydes de nickel et de molybdène. On travaille sous 1,8 à 4,5 A/dm² avec la composition suivante [8] :

| | |
|---|-----------|
| Sulfate de nickel (NiSO ₄ · 6 H ₂ O) | 172 g/l |
| Molybdate d'ammonium [(NH ₄) ₂ MoO ₄] | 38 g/l |
| Acide borique | 26 g/l |
| pH | 4,3 à 4,7 |
| Température | 55 à 70°C |
| Anodes | Graphite |

✖ Traitements chimiques

Il existe des solutions du commerce toutes préparées qui donnent d'excellents résultats telles que Ebonol C de Pernix Enthone.

On peut également utiliser un bain de la composition suivante :

| | |
|---------------------------|---------------|
| Polysulfure de sodium ... | 2,1 à 3,5 g/l |
| Soude ou ammoniaque .. | 0,75 g/l |
| Température | 20 à 25°C |
| Temps d'immersion | 30 s à 1 mn |

On dégraissera soigneusement les pièces en milieu alcalin et on utilisera de préférence un dégraissage électrolytique pour que les films soient adhérents.

Rappelons enfin que des teintes grises peuvent être obtenues par immersion dans de l'acide sélénieux [9].

COLORATION EN BLEU

✖ Traitement galvanique (cathodique)

On peut obtenir des gris-bleutés avec le bain suivant :

| | |
|------------------------|------------------------------|
| Acétate de cuivre | 11 g/l |
| Gélatine | 3,7 g/l |
| Densité de courant ... | 0,15 à 0,4 A/dm ² |
| Température | 20 à 25°C |
| Durée | 10 à 15 mn |

On obtient tout d'abord une couche gélatineuse brune qui est éliminée par rinçage à l'eau suivi d'immersion dans une solution à 50 g/l de sulfate de cuivre.

✖ Traitements chimiques

Des solutions de thiosulfate de sodium et d'acétate de plomb colorent en bleu le cuivre et le laiton. Les concentrations peuvent varier

considérablement mais on maintiendra une quantité de thiosulfate de sodium 2 à 3 fois supérieure à celle de l'acétate de plomb.



Voici une formule type :

| | |
|-----------------------------|-----------|
| Thiosulfate de sodium | 56 g/l |
| Acétate de plomb | 28 g/l |
| Température | 90°C |
| Durée | 30 à 60 s |

Pour des températures inférieures à 75°C, on obtient des couches minces jaunes, vertes ou rouges selon la durée d'immersion.

L'addition de tartrate double de potassium ou d'acide citrique, permettra d'obtenir des bleus et bleu-vert en travaillant à 25°C. La durée d'immersion peut varier de 5 à 10 mn pour les bains neufs, à 30 à 45 mn pour les bains usés [10].

COLORATION EN JAUNE

On peut obtenir un beau jaune doré sur le laiton en le traitant au bichromate de sodium :

| | |
|--|-----------|
| $\text{Cr}_2\text{O}_7\text{Na}_2$ | 150 g/l |
| HNO_3 (d = 1,42) | 18 g/l |
| HCl (d = 1,20) | 6 g/l |
| H_2SO_4 (d = 1,84) | 3 g/l |
| Agent mouillant | 0,75 g/l |
| Température | 22 - 28°C |
| Durée | 1 mn |

Après rinçage et séchage à l'air, on obtient une couche mince adhérente. Sur cuivre, la coloration obtenue est légèrement brune.

On peut obtenir une coloration jaune-verdâtre sur laiton par trempage dans le bain ci-contre :



| | |
|--|-----------|
| $\text{Cr}_2\text{O}_7\text{Na}_2$ | 150 g/l |
| H_3PO_4 | 10 g/l |
| Agent mouillant | 0,75 g/l |
| Durée | 40 à 60 s |

COLORATION EN GRIS

Les teintes grises sont presque toujours obtenues dans des bains de trioxyde d'arsenic. Beaucoup d'alliages cuivreux prennent une teinte gris acier dans le bain ci-contre :

| | |
|---|--------------|
| As_2O_3 | environ |
| Chlorure ferrique (6 H_2O) | 100 g/l |
| Sulfate ferrique (9 H_2O) | ou } 110 g/l |
| HCl (35 %) | 4 l |
| Température | 22 à 28°C |
| Durée | 10 s |

Si l'on souhaite obtenir un fini satiné, on rince après trempage dans le bain ci-dessus, on brosse à l'état humide et on traite à nouveau. Le revêtement, obtenu par déplacement, est peu tenace.

D'autres bains peuvent être utilisés, comme par exemple [11] :

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| As ₂ O ₃ | 30 g/l |
| HCl | 60 g/l |
| SO ₂ H ₂ | 15 g/l |
| Température | 22 à 28°C |
| Durée | 5 à 10 s |

COLORATION EN BRUN

Il existe de nombreuses compositions pour colorer en brun ou teinter en « bronze » le cuivre et ses alliages ; le tableau II en indique 7 :

TABLEAU II
Bains de brunissage pour cuivre et alliages

| TEINTE | PRODUITS | COMPOSITION en g/l | TEMPERATURE °C | DUREE D'IMMERSION mn |
|---|--|-----------------------------|--------------------------|----------------------|
| Brun léger sur laiton (a) | Polysulfure de sodium Ammoniaque | 0,750 0,375 | 20 à 25 | 0,25 à 0,5 |
| Brun léger sur laiton | Bichromate de sodium Acide nitrique Acide chlorhydrique Agent mouillant | 150 18 5 0,750 | 20 à 27 | 1 à 2 |
| Brun léger sur bronze (b) | Permanganate de potassium Sulfate de cuivre | 7,5 60 | 90 à 100 | 2 à 3 |
| Brun orangé sur de nombreux alliages cuivreux (c) | Chlorate de sodium Sulfate de cuivre | 60 120 | 90 à 100 | 1 à 2 |
| Brun-rouge sur cuivre ou laiton | Sulfate ferreux Sulfate de cuivre Acide acétique (80 %) | 120 150 15 | 99 à 102 | 5 à 6 |
| Brun foncé sur laiton (d) | Carbonate de cuivre, 50 g pour 1 l d'ammoniaque concentré | | 20 à 27 ou 78 à 95 | 3 à 5 0,2 |
| Brun foncé sur cuivre, laiton et autres alliages cuivreux (e) | Acide sélénieux Acide nitrique | 7,5 Régler pour pH = 3,0 | 20 à 27 | 6 à 7 |

- a - Après traitement dans des solutions contenant de 0,75 à 3,75 g/l de polysulfure de sodium, les pièces en laiton sont plongées dans un bain SO₂Cu - SO₂H₂ puis replongées en solution de sulfure. Il faut 5 à 6 cycles pour obtenir des coloris brun foncé. On termine par un brossage à la brosse métallique ou par un agatage.
- b - On obtient un brun verdâtre sur laiton et un brun foncé sur certains alliages cuivreux.
- c - Une couche dense persiste après enlèvement par brossage des particules peu adhérentes.
- d - Avec les alliages contenant de 90 à 95 % Cu on obtient un brun léger. Les laitons du type U-Z40 virent au noir bleuté. Le cuivre pur ne réagit pas.
- e - Des bruns légers sont obtenus après immersion de 4 à 5 mn.



La première formule est employée aux U.S.A. pour les luminaires et autres pièces décoratives d'appareillage électrique, notamment dans les magasins.

Le cycle des opérations est le suivant :

1. Satiner à la brosse rotative (fils de laiton) humide.
2. Tremper pendant 3 à 5 s dans une solution de polysulfure de sodium ou dans un mélange de sulfate de cuivre et d'acide sulfurique.
3. Brosser à la brosse rotative sèche (fils de laiton).
4. Polir préférentiellement certaines parties au disque de feutre en évitant les composés contenant des abrasifs ou des graisses.

Au lieu de grattebosser, avant coloration, les médailles, boutons, boucles, etc., ces articles, relativement plats, sont parfois polis avec des abrasifs non gras à l'aide de disques de chiffon.

Dans certains ateliers, on commence par plonger les pièces en laiton dans le bain de polysulfure de sodium, puis dans le bain de sulfate de cuivre acide sans rinçage intermédiaire. D'autres ateliers rincent entre traitements.

Dans le cas de cycles multiples, on rince à l'eau entre chaque cycle.

Une finition mécanique est nécessaire pour obtenir une couleur uniforme. Après coloration et séchage, les pièces sont finies, soit à la brosse métallique, soit à la peau de mouton, soit encore (dans le cas de petites pièces) au tonneau avec de la grenaille. On peut faire varier l'aspect des pièces suivant le traitement.

Il est nécessaire de vernir les pièces patinées aussitôt après le brossage pour éviter un éventuel ternissement.

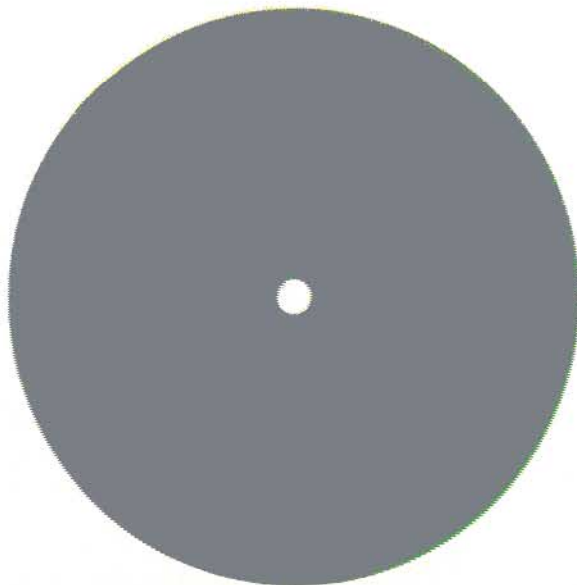
Les pièces du type poignées, gonds, charnières, paumelles, sont traitées sur lignes automatiques, ce qui est beaucoup plus économique. Un fabricant utilise une chaîne à convoyeur réglée par programme. Les pièces passent d'une solution à 3 - 4 g/l de polysulfure de sodium dans une solution de 7,5 g/l de sulfate de cuivre additionnée de 1 g/l d'acide sulfurique, puis dans de l'eau de rinçage. Ces 3 stades sont répétés 3, 4 ou 5 fois selon l'alliage et le coloris recherché. Les tonneaux tournent lentement (6 tr/mn) dans les bains. Après rinçage et séchage centrifuge, les pièces sont finies au tonneau ou brossées et reçoivent un vernis protecteur.

Les très petites pièces peuvent être traitées en vrac dans un récipient contenant des copeaux de matière plastique imprégnés d'un abrasif, soumis à des vibrations de 1 200 à 2 400 cycles par minute, à une amplitude d'environ 1,5 à 3 mn. La coloration ne change pas dans les creux.

La coloration « bronze antique » est très demandée dans certains pays. On l'applique sur les laitons demi-rouge (U-Z15 ou U-Z20) et sur laiton U-Z40 (parfois appelé « bronze d'architecture »).

Il s'agit le plus souvent de profils assemblés ou soudés. On commence par les poncer avec des bandes abrasives n° 240 ou à l'aide de brosses rotatives de nylon imprégnées d'abrasif.

Les surfaces sont alors trempées dans des sulfures ou, en cas d'impossibilité, frottées avec des tampons saturés de la solution. Cette dernière est, soit du sulfure de sodium,



soit du sulfure d'ammonium. On alterne, comme déjà décrit, avec la solution sulfate de cuivre-acide sulfurique en renouvelant le cycle selon la teinte désirée. Toutes les surfaces sont ensuite brossées à la main ou frottées au chiffon huilé. L'huile de citron est le produit le plus employé à cet effet.

L'automatisation du traitement de « bronzage antique » est parfaitement possible.

Si les pièces de quincaillerie sont le plus souvent vernies, celles destinées à l'extérieur

sont huilées ou cirées. La couleur tend à foncer à la longue, mais les surfaces cirées sont plus faciles à rétablir que les surfaces vernies.

Après plusieurs années d'exposition aux atmosphères humides, les bronzes et les laitons patinés, non vernis, deviennent noirs ou noir-verdâtre.

Le nettoyage avec un détergent est recommandé une ou deux fois par an en atmosphère normale et quatre ou cinq fois dans les atmosphères très polluées et poussiéreuses.

COLORATION EN VERT

* Procédés anodiques

Dès 1929 était apparu un procédé pour colorer le cuivre en vert [12]. On utilise le bain suivant pour obtenir une couche de sulfate basique, bien adhérente en 15 mn :

| | |
|----------------------------|--------------------------------|
| Sulfate de magnésium | 120 g/l |
| Magnésie | 22 g/l |
| Bromate de potassium | 22 g/l |
| Température | 93°C |
| Densité de courant | environ 4 A/dm ² |

En 1933, apparaissait un autre brevet [13] :

| | |
|--------------------------|---------------------|
| Bicarbonate de sodium .. | 50 à 100 g/l |
| Densité de courant | 7 A/dm ² |
| Durée | 1 à 2 mn |

On s'est servi de ce procédé pour patiner au tampon des couvertures en cuivre. On utilisait un tube entouré d'un tampon saturé de la solution, avec une différence de potentiel de 40 V. On obtient ainsi des couches assez épaisses qui résistent bien à l'abrasion.

La teinte vert bleuté du carbonate de cuivre (malachite) verdit naturellement quand le sel se transforme en sulfate basique (brochantite).

Une troisième méthode a été brevetée en 1937 [14] :

| | |
|---------------------------|--------------------------|
| Carbonate de sodium | 350 g/l |
| Anhydride sulfureux | 1,5 à 2 g/l |
| Densité de courant | 9 à 18 A/dm ² |

* Procédés chimiques

Les solutions proposées pour patiner le cuivre en vert sont innombrables. Les unes sont alcalines, les autres légèrement acides. La couleur obtenue dépend de l'oxydation à l'air ou de la carbonatation après immersion. Le rinçage après traitement ne doit avoir lieu que lorsque la teinte cherchée est obtenue. Il faut, lors de ce rinçage, faire attention à ne pas enlever la couche patinée.

Les couches formées à l'air humide sont plus vertes que celles qui se forment en air plus sec. Il est souhaitable de contrôler l'humidité pour reproduire industriellement un coloris donné.

Les solutions de chlorure d'ammonium ou de sulfate d'ammonium, à raison de 60 à 120 g/l et à environ 25°C, sont aussi efficaces que des bains plus compliqués et plus coûteux.

Le métal à traiter doit être nettoyé, rincé, plongé dans un bain acide (décapage léger), rincé à nouveau, puis plongé dans la solution.

Les pièces sont placées ensuite dans une atmosphère humide où la coloration peut se former. La durée d'exposition peut aller de 10 à 20 mn.

Les solutions de sulfate d'ammonium, à raison de 100 g/l, forment une couche qui ressemble à la patine naturelle. On travaille à 15°C et on agite le bain avec de l'air [15] ; lorsque le pH atteint 5,5 à 5,7, le sulfate de cuivre basique commence à précipiter sur les bords du bac. On immerge les tôles de cuivre ou les pièces à traiter dans le bain pendant quelques secondes, puis on les expose à l'air pendant 10 à 20 mn. On répète le cycle 5 à 6 fois.



Les dépôts obtenus ne sont pas très adhérents et ne peuvent pas supporter un pliage. Lorsqu'il s'agit de toitures à patiner, on peut pulvériser une solution directement sur le toit [16]. Cette formule fait l'objet d'une note du C.I.C.L.A. Elle est d'application assez déli-

cate et les résultats sont en fonction des conditions atmosphériques au moment du traitement qui doit être répété à plusieurs reprises. Il existe également des pâtes à patiner, pouvant être appliquées au pinceau (Incrapatine).

COLORATION EN ROUGE

On peut obtenir un beau rouge sur pièces en cuivre en les plongeant dans un bain de nitrate de potassium fondu à 650-700°C. Après traitement, on refroidit à l'eau et on effectue un léger polissage ; il est recommandé de vernir.

Les alliages riches en cuivre peuvent être colorés en rouge orangé par immersion dans une solution de 60 g/l de chlorate de sodium et 120 g/l de sulfate de cuivre. Le bain est chauffé à 80°C environ. Le rinçage à l'eau chaude améliore la tenue de la couche colorée.





REVÊTEMENTS CHROMATES COLORÉS ARTIFICIELLEMENT

Les couches obtenues en bains de bichromate de sodium ou autres composés chromates, peuvent être colorées artificiellement. Ces

coloris ont cependant tendance à se faner. La teinture employée est simplement ajoutée au bain.

CIRES ET VERNIS

Les colorations gagnent toujours à être protégées par une cire ou un vernis non poreux. On améliore ainsi leur tenue et leur durée.

* Cires

On utilise généralement des dispersions aqueuses de cires ou de polymères, ou de mélange des deux. La teneur des émulsions en matières solides est de l'ordre de 10 %.

On peut chauffer la cire aux infra-rouges pour égaliser le dépôt. Une surface de cuivre chromatée et cirée ne doit pas se ternir ni changer de couleur après une exposition continue de 100 h en atmosphère à 100 % d'humidité.

* Vernis

Il existe de nombreux vernis : acryliques, nitrocellulosiques, butyrates, alkydes-mélanges, époxy, polyuréthanes et silicones.

Parmi les vernis séchant à l'air, on relève les acryliques, les cellulosiques et les cellulosiques acétates-butyrates et les époxy avec catalyseur. Ceux séchant au four sont les alkydes-mélanges, les acryliques thermodurcissables et les urée-époxy.

Les cellulosiques sont les plus employés parce que les moins chers, mais ils ne tiennent pas à l'extérieur.

Les acryliques, surtout lorsqu'ils sont modifiés par addition d'antiultraviolets et d'inhibiteurs de corrosion (Incralac), sont remarquables, même à l'extérieur.

Les cellulosiques acétates-butyriques ont un comportement intermédiaire entre les cellulosiques et les acryliques.

Les époxy se polymérisent à température ambiante et donnent des duretés égales à celles des revêtements cuits au four ; ces revêtements tendent cependant à foncer à la lumière solaire.

Les résines cuites au four sont des alkydes-mélanges. De coût peu élevé, elles ont des propriétés générales satisfaisantes.

Les acryliques thermodurcissables, tout en possédant les mêmes avantages que les acryliques ordinaires, quant à la transparence et la dureté, sont, en outre, plus résistantes à l'abrasion.

Les urée-époxy sont analogues aux époxy catalysées, mais ont un meilleur aspect et une tenue supérieure.

Les polyuréthanes et les silicones sont durs et résistants, mais leur prix élevé en limite l'emploi.

TABLEAU III

Propriétés des différents vernis transparents

| PRODUIT | PRIX RELATIF | VITESSE DE SECHAGE | TRANSPARENCE | TENDANCE A FONCER | DUREE | RESISTANCE A L'ABRASION | RESISTANCE CHIMIQUE |
|-------------------------------|--------------|--------------------|--------------|-------------------|-------|-------------------------|---------------------|
| Nitrocellulose | Bas | E | TB | Légère | B | B | AB |
| Acrylique | Moyen | TB | E | Aucune | E | AB | AB/B |
| Acétate butyrate de cellulose | Bas | TB | TB | Très légère | TB | AB | AB |
| Alkyde-méla mine | Moyen | Cuisson au four | TB | Très légère | B | TB | B |
| Acrylique therm durcissable | Elevé | Cuisson au four | E | Aucune | E | | B |
| Epoxy catalysée | Très élevé | AB | B | Modérée | B | E | E |
| Urée-époxy | Très élevé | Cuisson au four | TB | Légère | B | E | E |

E = excellent
 TB = très bon
 B = bon
 AB = assez bon

Tous les vernis ci-dessus conviennent pour l'intérieur. Avec les métaux cuivreux, les acryliques donneront les meilleures performances en durée.

Pour les poignées de porte et pièces sou-

mises à forte abrasion, on retiendra les époxy catalysées ou les vernis cuits au four. On passera 4 à 5 couches successives, de préférence au pistolet, de façon à obtenir un feuil sec de 0,025 mm minimum [17].

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Weymueller, C., et Siegrist, F.L., « Color Controlled Copper Alloys for Decorative Use », Metal Progress, 55-58 (Novembre, 1965).
- [2] « Copper, Brass and Bronze in Architecture », Copper Development Association Inc., New-York, 24 pages (1965).
- [3] « Cleaning and Finishing of Copper and Copper Alloys », Metals Handbook, Volume 2, « Heat Treating, Cleaning and Finishing », American Society for Metals (1964).
- [4] Graham, A.K., et Pinkerton, H.L., « Electroplating Engineering Handbook », Reinhold Publishing Corporation, Second Edition (1962).
- [5] Indira, K.S., Gowri, S., et Shenai, B.A., « Chemical Polishing of Copper », Metal Finishing, 64 (11) 58-60, 66 (Novembre, 1966).
- [6] Clarke, S.G., et Andrew, J.F., Trans. Inst. Metal Finishing, 32, 262 (1955).
- [7] Wesley, W.A., et Knapp, B.B., Brevet U.S. 2 844 530 (22 juillet 1958) pour International Nickel Company.
- [8] Hoffman, R.A., et Hull, R.O., Proceedings Am. Electroplaters' Soc., 25, 45 (1937).
- [9] Janjua, M.B.I., Toguri, J.M., et Cooper, W. Charles, « Colored Finishes for Copper and Copper Alloys Using Selenious Acid », Metal Finishing, 65 (5) 54-57 (Mai, 1967).
- [10] Holt, M.C.N., et Ward, A.M., J. Electrodep. Tech. Soc., 24, 23 (1949).
- [11] « The Maintenance Cleaning, Finishing and Coloring of Copper, Brass and Bronze », Publication N° 4, Copper and Brass Research Association, New-York, 22 pages (1953).
- [12] Vernon, W.H., et Whitby, L., J. Inst. Met., 49, 153-67 (1932).
- [13] Irion, C.E., et Craig, G.L., Brevet U.S. 1 974 140 (1933).
- [14] Poland, F., Brevet U.S. 2 088 868 (3 août 1937).
- [15] Freeman, J.R., et Kirby, P.H., Metals and Alloys, 190-4 (septembre, 1932).
- [16] Freeman, J.R. et Kirby, P.H., Metals and Alloys, 67-70 (avril, 1934).
- [17] « New Surface Protective Coatings for Copper Alloys », Precision Metal Molding, 23 (10), 57, 60 et 62 (octobre, 1965).





Centre d'Information du Cuivre

Laitons et Alliages

17 rue Hamelin 75016 Paris

Tél. 01 42 25 25 67

Télécopie 01 49 53 03 82

e-mail : centre@cuivre.org

www.cuivre.org