

# Chapitre 10

## Matières diverses

- 10.1. Théorie des poudres . . . . . 344
- 10.1.1. Carbures métalliques . . . . . 345
- 10.1.2. Céramiques . . . . . 347
- 10.2. Stellite . . . . . 347
- 10.3. Abrasifs . . . . . 349
- 10.3.1. Granulation . . . . . 349
- 10.3.2. Agglomérants . . . . . 349
- 10.3.3. Dureté . . . . . 350
- 10.3.4. Structure . . . . . 350
- 10.3.5. Toiles abrasives . . . . . 350
- 10.3.6. Potées . . . . . 350
- 10.3.7. Pierres abrasives . . . . . 350
- 10.4. Isolants et calorifuges . . . . . 351
- 10.4.1. Minéral . . . . . 351
- 10.4.2. Végétal . . . . . 351
- 10.4.3. Animal . . . . . 351
- 10.5. Matières pour joints . . . . . 352
- 10.5.1. Classification . . . . . 352
- 10.6. Courroies . . . . . 356
- 10.6.1. Cuir . . . . . 356
- 10.6.2. Textile . . . . . 356
- 10.6.3. Caoutchouc . . . . . 356
- 10.6.4. Mixtes . . . . . 356
- 10.7. Colles . . . . . 358
- 10.8. Peintures industrielles . . . . . 359
- 10.8.1. Vernis et peintures grasses . . . . . 359
- 10.8.2. Vernis colloïdaux . . . . . 359
- 10.8.3. Vernis aux résines synthétiques . . . . . 359
- 10.8.4. Procédés modernes de vernissage . . . . . 360

### Introduction

En dehors des métaux proprement dits dont les emplois sont bien déterminés, sous leur forme pure et surtout comme alliages, il existe une quantité de matières qui sont utilisées dans les constructions, pour des buts bien précis.

Cependant, dans le domaine des métaux, on peut citer de nouvelles méthodes qui ont un grand avenir, en particulier les produits obtenus à partir des poudres.

### 10.1. Théorie des poudres

La métallurgie des poudres est un domaine nouveau mais très important de la technique moderne. Elle peut s'appliquer à toutes sortes de métaux, tels que le fer pur, l'acier, la fonte grise, le bronze, le laiton, l'aluminium, les combinaisons métalliques, de même qu'à des matières non métalliques comme le graphite et certaines matières plastiques.

On produit ainsi des pièces difficilement obtenables par les procédés classiques, et dont la précision évite souvent un usinage postérieur (engrenages, leviers, etc.).

Les deux opérations principales sont la compression d'un mélange de poudres métalliques se trouvant dans une matrice de forme, et ensuite le **frittage** ou traitement thermique.

#### a) Préparation des poudres

Les poudres peuvent être considérées comme une association d'un très grand nombre de particules qui peuvent varier de l'ordre de 1 à 500  $\mu$ . Les procédés de préparation des pou-

dres peuvent être classés en deux catégories: procédés mécaniques et procédés chimiques.

Les procédés mécaniques consistent en un broyage grossier, puis un broyage fin ou encore par granulation en versant un métal fondu dans l'eau, ainsi que par pulvérisation en faisant gicler le métal liquide à travers une tuyère, et en dirigeant contre le jet métallique un courant d'air comprimé.

Pour les procédés chimiques, on part de la phase gazeuse par condensation, ou par la réduction de combinaisons métalliques à haute température.

#### b) Compression

Les grains sont de forme irrégulière, cette caractéristique favorisant leur enchevêtrement sous l'effet de la pression. De ce fait, il s'établit une cohésion du comprimé ainsi que des forces d'attraction entre particules voisines. La poudre doit être répartie régulièrement dans le moule qui est souvent animé d'un mouvement vibratoire. On utilise des presses hydrauliques ou mécaniques. Dans le cas de séries, les moules sont disposés sur une table rotative. Un piston éjecteur est employé pour l'extraction des pièces.

#### c) Frittage

Les pièces ayant subi la compression ne sont généralement pas appropriées comme produit fini, du fait de leur résistance mécanique relativement basse.

L'amélioration des qualités mécaniques se réalise alors par un traitement thermique appelé frittage. Ce dernier se déroule dans un four, en général en atmosphère réductrice et à une température inférieure au point de fusion du principal constituant.



Dati S.A./Usine 4 CH-2000 La Cloche / Suisse										CONDITONS GÉNÉRALES DE TRAVAIL										Tel. (020) 3411 71 Télex 35281			
TOURNAGE										FRAISAGE										Avance par dent			
Matières										Matières										Vitesse de coupe m/min.		Frottes en bout	
Actiers non allié										Actiers										100-200		0,1-0,3	
Actiers allié recuit										Fonte										60-110		0,1-0,3	
Actiers coulés										Bronze										130-200		0,1-0,3	
Actiers inoxydables										Matières synthétiques										130-200		0,1-0,3	
Aluminium										ALÉAGE										200-300		10-25	
Cuivre										Laiton et bronze										100-150		10	
Céramique										Alliages d'aluminium										200-300		10	
Porcelaine										Laiton et bronze										100-150		10	

Dati S.A./Usine 4 CH-2000 La Cloche / Suisse										TABLEAU COMPARATIF DES PRINCIPALES NUANCES DE CARBURE DE TUNGSTÈNE										Tel. (020) 3411 71 Télex 35281			
Matières										Matières										Conditions de travail			
W 10										W 10										100-200		0,1-0,3	
W 15										W 15										100-200		0,1-0,3	
W 20										W 20										100-200		0,1-0,3	
W 25										W 25										100-200		0,1-0,3	
W 30										W 30										100-200		0,1-0,3	
W 35										W 35										100-200		0,1-0,3	
W 40										W 40										100-200		0,1-0,3	
W 45										W 45										100-200		0,1-0,3	
W 50										W 50										100-200		0,1-0,3	
W 55										W 55										100-200		0,1-0,3	
W 60										W 60										100-200		0,1-0,3	
W 65										W 65										100-200		0,1-0,3	
W 70										W 70										100-200		0,1-0,3	
W 75										W 75										100-200		0,1-0,3	
W 80										W 80										100-200		0,1-0,3	
W 85										W 85										100-200		0,1-0,3	
W 90										W 90										100-200		0,1-0,3	
W 95										W 95										100-200		0,1-0,3	
W 100										W 100										100-200		0,1-0,3	

d) Compression à chaud

Pour les métaux à point de fusion élevé, on a été conduit à réunir en une seule opération la compression et le frittage. On obtient alors une dureté et une résistance à la traction plus élevée, ainsi qu'une meilleure précision des dimensions du corps obtenu.

10. 1. 1. Carbures métalliques (fig. 10-1)

Le métal dur ou carbure de tungstène est employé surtout comme métal de coupe.

Le tungstène en forme la base. Réduit en poudre dont la grosseur de grain est inférieure à un micron, il est mélangé avec de la poudre de carbone, à une température de 1500° C, ce qui donnera un carbure.

On prépare de la même façon le carbure de titane.

Le mélange de ces différents carbures, additionné de cobalt utilisé comme liant, est d'abord pressé en plaquettes à 800° afin d'obtenir une certaine rigidité. La plaquette ainsi préparée peut être aisément usinée avant le frittage proprement dit qui se fait entre 1400 et 1600° C sous forte pression. Pendant le frittage, le volume diminue d'environ 30%.

Selon les proportions de mélange, on obtient des métaux de dureté, élasticité, ténacité, structures différentes qui conviennent à des usinages de matières variées:

**Métal dur à 3% de Co**, le plus dur et le plus fragile, utilisé pour l'usinage à grande vitesse de coupe et passes fines d'alliages non ferreux ou de matières non métalliques (fibre, ébonite, bakélite).

**Métal dur à 6% de Co**. Utilisé pour la fonte, les matières non métalliques et métaux non ferreux.

**Métal dur à 10% de Co**. Utilisé pour la fabrication de matrices filières d'étrépage.

Caractéristiques du métal dur

Module d'élasticité	520 000 à 470 000 [N/mm <sup>2</sup> ]
Dureté HV	950 à 1 850

10

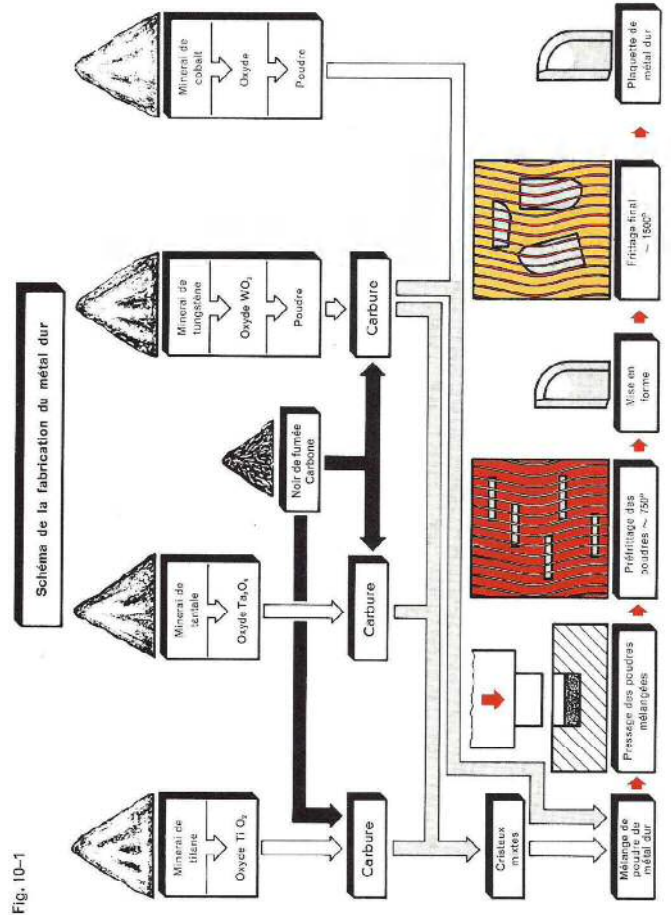


Fig. 10-1

10. 1. 2. Céramiques

Constituent les derniers types de métaux frittés utilisés comme outils de coupe.

La matière de frittage est constituée d'une poudre d'oxyde d'aluminium, d'un degré de pureté aussi élevé que possible (environ 99,98% d'Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Cette poudre est comprimée frittée à une température inférieure au point de fusion de 2050°. Les grains se lient entre eux, sans formation sensible de pores. La masse volumique frittée est de 3,9 gr/cm<sup>3</sup>, valeur se rapprochant de celle de 3,99 gr/cm<sup>3</sup> d'une masse compacte d'oxyde d'Al.

Les avantages sont les suivants: oxyde métallique stable, très bonne résistance aux agents chimiques, et ceci jusqu'à de hautes températures. Aucun métal ou carbure métallique ne présente ces qualités. En outre, la résistance à la compression et la dureté sont très élevées.

Caractéristiques des céramiques

Module d'élasticité	380 000 [N/mm <sup>2</sup> ]
Dureté HV	2 100 à 2 300

La conductibilité thermique étant plus faible que celle des métaux, la chaleur est évacuée avant tout par les copeaux; l'outil s'échauffant beaucoup moins.

A titre comparatif, le diagramme fig. 10-2 représente les variations de dureté des céramiques, des carbures métalliques, de l'acier rapide et de l'acier au carbone en fonction de la température. Ce diagramme met donc en évidence les augmentations de vitesse de coupe possibles, selon les outils utilisés.

10

10. 2. Stellite

Ce sont des alliages dont l'importance a toutefois diminué actuellement. L'avantage sur l'acier rapide est que malgré une dureté plus faible (HV 670), elle se conserve mieux aux hautes températures.

Composition moyenne: 2% C — 5% Fe — 10% Tu — 30% Cr — 53% Co. Les outils sont coulés, et l'usinage ne peut se faire qu'à la meule. Point de fusion 1250—1300° C.

On peut déposer une couche de stellite à l'état liquide sur les surfaces d'outils travaillant fortement à l'usure (matrices, poinçons). Cette opération se fait à l'aide du chalumeau oxy-acétylénique.

Il est à signaler que la haute teneur en chrome et en cobalt rend le stellite insensible aux agents ordinaires de corrosion, d'où son utilisation pour les sièges de soupapes.

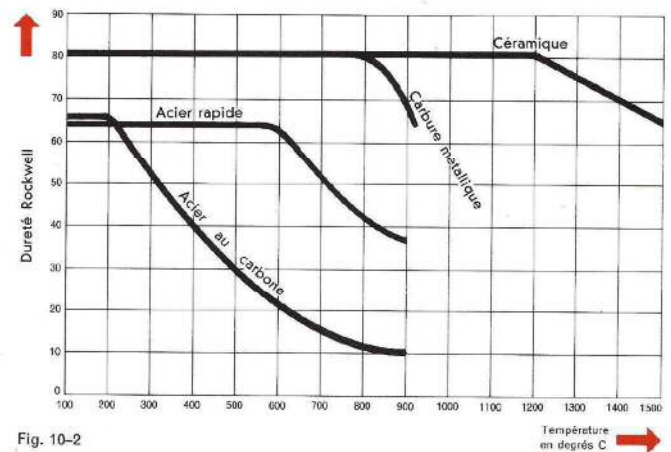


Fig. 10-2



### 10. 3. Abrasifs

Les pierres naturelles, que l'on utilisait autrefois comme abrasifs, sont aujourd'hui presque abandonnées (émeri: oxyde d'aluminium naturel impur). Leur manque d'homogénéité et leur dureté insuffisante sont la cause de cet abandon. Les matières à usiner posent de nouvelles exigences d'ailleurs beaucoup plus sévères.

On emploie actuellement des abrasifs artificiels tels que les carbures de silicium et les oxydes d'aluminium.

**Le carbure de silicium (SiC)** est fabriqué au four électrique avec du carbone (coke), de la silice (quartz) et quelques additifs, à une température de 2300° C environ. Sa dureté est de 9,75 selon l'échelle de Mohs (diamant 10). C'est le plus dur de tous les abrasifs connus; il est cassant et se clive facilement. Il convient particulièrement au travail de matériaux ayant une faible résistance à la traction, comme la fonte, les métaux non ferreux, les matières synthétiques.

On le trouve sous différentes teintes selon sa composition: noir ou vert. Ce dernier, un peu plus cassant, sert au travail des métaux durs.

**L'oxyde d'aluminium (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)** s'obtient par la fusion de bauxite (hydrate d'alumine) au four électrique à une température d'environ 2200° C. Selon l'échelle de Mohs, sa dureté est de 9,25. La teneur en alumine est de 96 à 98%, et bien qu'il soit un peu moins dur que le carbure de silicium, il est plus tenace et s'emploie pour le travail des matériaux ayant une haute résistance à la traction, comme l'acier.

Selon leur provenance, les abrasifs portent des noms différents. Le carbure

de silicium se trouve souvent dans le commerce sous le nom de **Carborundum**. L'oxyde d'aluminium sous celui de **corindon artificiel**.

**Diamant.** La poudre de diamant est agglomérée par un liant en résine artificielle ou par frittage avec poudre métallique.

#### 10. 3. 1. Granulation

Les matières abrasives sortent du four électrique sous forme de blocs qui sont concassés, broyés et moulus. On les obtient alors sous différentes grosseurs désignées d'après les normes internationales et se fondant sur le nombre de mailles par pouce linéaire d'un tamis:

Très grossier	8	12	16
Grossier . . .	20	24	36
Moyen . . . .	46	60	80
Fin . . . . .	100	120	150 180
Très fin . . .	220	240	280 320
Extra fin . .	400	500	600 800

La granulation du diamant est indiquée en carat/poids.

#### 10. 3. 2. Agglomérants

L'agglomérant lie entre eux les grains abrasifs lors de la fabrication des meules. Il donne le degré de solidité voulu. L'agglomérant détermine la dureté de la meule, de telle façon que les grains émoussés tombent d'eux-mêmes et permettent à de nouveaux grains d'émerger à la surface. On distingue:

- l'agglomérant vitrifié céramique fondu à environ 1100 à 1300° C, il est composé d'un mélange d'alumine, de feldspath et de quartz;
- l'agglomérant à base de résines artificielles thermo-durcissables donne une grande résistance à la traction et à la flexion.

10

### 10. 3. 3. Dureté

Le degré de dureté d'une meule est mesuré par la résistance que son agglomérant oppose à l'élimination des grains abrasifs. Il est désigné de la façon suivante:

	Agglomérants vitrifiés	Agglomér. à résine
Très tendre	E F G H	I
Tendre . . .	J K	II
Moyen . . .	L M N	III
Dur . . . .	O P	IV
Très dur . .	Q R S	V
Extra dur .	T W Z	VI, VII, VIII

En règle générale, plus la matière à meuler est dure, plus la meule doit être tendre, et vice versa.

#### 10. 3. 4. Structure

En examinant une meule, on voit qu'elle présente des pores plus ou moins gros entre les grains noyés dans le liant. La porosité est indiquée par des chiffres croissant avec la grosseur des pores:

Structure normale . . . . .	1 à 9
Structure poreuse . . . . .	11 à 19

#### 10. 3. 5. Toiles abrasives

Elles sont obtenues par encollage de grains abrasifs sur une toile robuste servant de porteur.

#### 10. 3. 6. Potées

Servant au rodage, il s'agit de grains abrasifs employés avec de l'huile.

#### 10. 3. 7. Pierres abrasives

Certaines sont naturelles (Arkansas) à base de quartz; les autres sont artificielles, constituées de carbure de Si ou d'oxyde d'Al.

### 10. 4. Isolants et calorifuges

Ce sont les matières utilisées pour isoler thermiquement des appareils ou conduites. Elles sont d'ordre:

#### 10. 4. 1. Minéral

**Amiante:** silicate hydraté de chaux et de magnésium, qui se présente sous une forme fibreuse, incombustible, indestructible sauf au chalumeau. On en fait des fils qui, tissés, donnent des étoffes protectrices ou isolantes.

Comprimée en pâte, puis séchée, on obtient des cartons.

On l'utilise également, mélangée à du ciment, pour en faire des planches, des toitures (éternit).

**Kieselguhr:** terre très poreuse formée de carapaces d'infusoires fossiles. Elle renferme une grande quantité d'air qui joue le rôle d'isolant.

**Fibre de verre.** C'est un des isolants les plus utilisés aujourd'hui.

Le sable siliceux est d'abord lavé, puis séché.

On lui ajoute d'autres composants comme la chaux, la dolomie, le borax et la soude comme fondant. La masse de verre en fusion est obtenue à 1200° C dans des fours électriques.

Le verre fondu tombe sur une assiette en terre réfractaire tournant horizontalement à grande vitesse. Les fibres qui se forment sont projetées radialement et prennent la forme d'une sorte d'ouate légère.

La soie ou les fils sont obtenus par le passage dans des filières chauffées. Les fils tombent sur des tambours enrouleurs.

On fait des matelas isolants en cousant

la laine entre une bande de papier fort et de carton bitumé.

Les fils tissés donnent des rubans ou des tissus. Les rubans sont souvent encore enduits de vernis isolants qui leur confèrent une excellente rigidité diélectrique.

#### 10. 4. 2. Végétal

**Liège aggloméré.** Le liège est la partie extérieure de l'écorce du chêne-liège, masse volumique 0,140 kg/dm<sup>3</sup>.

Sous forme d'aggloméré (obtenu sous pression avec un liant qui peut être soit du brai, goudron, plâtre, ciment), on en fait des feuilles, des coquilles, pour l'isolement des conduites, ou encore des briques. Mélangé à des matières colorantes et à un ciment d'huile de lin cuite, le liège ainsi préparé forme une pâte qui, étendue sur une toile de soutien, donne le linoléum.

#### 10. 4. 3. Animal

**La soie** est un très bon isolant; on la trouve dans le commerce sous forme de gros cordons dont on entoure les conduites à isoler.

10

### 10. 5. Matières pour joints

Les joints sont des pièces de constitution et de formes particulières, suivant leur utilisation, destinées à parfaire l'étanchéité de deux organes mécaniques en contact. C'est par compression et par écrasement que le joint remplit parfaitement ce rôle.

#### 10. 5. 1. Classification

Ci-après, les principaux joints utilisés en mécanique générale:

**1. Joints à brides et boulons** pour eau froide: cuir gras; caoutchouc en feuille; carton huilé, suifé ou paraffiné.

**2. Joints pour eau chaude et vapeur:** caoutchouc entoilé; carton d'amiante huilé; klingerit (amiante agglomérée par un mastic à base de céruse ou de minium).

**3. Joints pour l'échappement** (moteurs à explosion): carton d'amiante; klingerit.

**4. Joints pour culasses de moteurs:** joints métalloplastiques; papier d'amiante enduit de graisse belleville (poudre de graphite agglomérée par une graisse); joints en plomb; klingerit.

**5. Joints pour l'essence et le pétrole:** fabriqués en plomb ou en carton plombagine.

**6. Joints pour bougies d'allumage:** semblables à ceux des culasses de moteurs.

**7. Joints pour tubes de porcelaine de brûleurs:** fils ou rondelles d'amiante.

**8. Joints pour vapeur sous pression:** filasse et pâte de minium.

**9. Joints pour pièces en mouvement:** le graissage des mécanismes par les divers moyens: barbotage, huile sous pression, brouillards d'huile, nécessite des moyens spéciaux d'étanchéité. Il ne faut pas oublier que la température joue un rôle important dans la viscosité des lubrifiants, et que ceux-ci deviennent plus fluides lorsqu'elle augmente.

**Feutre.** Obtenu par agglomération et foulage de fils de laine. S'emploie pour des joints à faible pression d'huile.

**Caoutchouc synthétique élastomère** (voir chapitre 9, page 306). Il en existe un grand nombre de compositions différentes dont le choix est déterminé par le fluide à étancher, et les conditions d'emploi dont en particulier les vitesses et les températures. On les trouve dans le commerce sous différentes exécutions.

**a) Joints d'arbres sous forme de manchettes** (fig. 10-3) possédant une lèvre d'étanchéité. Sous la pression d'un ressort à boudin, un mince film d'huile se forme entre la lèvre et l'arbre. Par suite de la tension de surface, ce film ne peut plus s'écouler, fournissant ainsi l'étanchéité désirée. La vitesse périphérique peut atteindre 18 m/s.

**b) Joints toriques** (O-Ring, fig. 10-4). C'est un anneau moulé en caoutchouc synthétique, placé dans une rainure de forme rectangulaire avec une légère compression diamétrale. Sous l'effet des pressions, il se déforme par son élasticité naturelle, en roulant tout d'abord autour de son axe longitudinal, et en glissant ensuite vers la paroi opposée (étanchéité d'un piston hydraulique). Les caoutchoucs utilisés sont des Bunas, néoprène, Butyl, silicone ou polyacrylates.







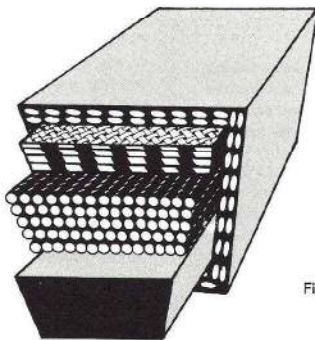


Fig. 10-5

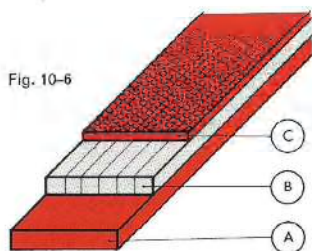


Fig. 10-6

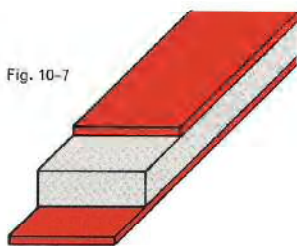


Fig. 10-7



Fig. 10-8

10

## 10. 8. Peintures industrielles

La protection, en même temps que la présentation agréable de la surface d'un matériau, peut être réalisée par le dépôt d'une pellicule de peinture réunissant ces deux conditions. Toutes les causes de dégradation: air, humidité, eau, lubrifiants, carburants, etc., demandent de celle-ci une bonne résistance chimique, en même temps qu'un aspect extérieur durable, qui doit être maintenu sans altération. La couche déposée doit encore avoir les propriétés suivantes: bonne adhérence, dureté, imperméabilité, tout en conservant une certaine plasticité lui permettant de supporter des efforts passagers (dilatation du support).

### 10. B. 1. Vernis et peintures grasses

Un bon vernis se compose essentiellement d'une huile siccatrice, d'une gomme et d'un solvant.

Parmi les huiles, l'huile de lin est la plus employée. Sous l'influence de l'oxygène de l'air, elle se transforme en une substance jaunâtre, flexible, transparente. La dureté et le brillant sont obtenus par l'addition de gommes (sécrétions d'arbres comme l'acacia, par exemple). Le rôle du solvant est de rendre le vernis plus fluide pour en favoriser l'application, et aussi pour activer l'action siccatrice de l'air. On utilise souvent comme solvant l'essence de térébenthine. A cette base est ajoutée la couleur, sous forme de poudre très fine ou pigment (sels métalliques ou oxydes) qui lui donne sa coloration et son brillant.

### 10. 8. 2. Vernis cellulósiques

La pellicule plastique de base est un éther cellulósique (nitrocellulose ou acétate de cellulose).

Une laque cellulósique comprend en plus des gommes, des plastifiants et des solvants.

Les gommes confèrent à la pellicule leurs qualités de brillant, dureté, adhérence. Les plastifiants employés sont nombreux, ce sont souvent des éthers phthaliques, des éthers phosphoriques, du crésol et du phénol.

Quant aux solvants, qui s'évaporent dès l'application de la laque, ils sont destinés à faciliter la formation de la pellicule. On peut citer le mélange alcool-éther.

Les laques nitrocellulosiques sont très employées, à cause de leur grande facilité d'application, et d'autre part grâce aux remarquables qualités de leur pellicule.

### 10. 8. 3. Vernis aux résines synthétiques

La peinture industrielle utilise de plus en plus les résines synthétiques qui possèdent au plus haut degré les qualités exigées. Le véhicule de base est formé de résines diverses telles que: polystyrène, époxy, polyuréthane, polyacrylique. On y retrouve également les plastifiants et les solvants.

Leur application se fait très aisément; le séchage, selon les compositions, a lieu à l'air ou au four. Ce dernier, plus rapide, dure en moyenne quarante minutes à environ 130° C.

10

## 10. 7. Colles

Les colles les plus anciennes sont les gélatines. Ce sont des substances albuminoïdes, que l'on extrait par ébullition prolongée à l'eau, de certains tissus animaux ou végétaux. Il se forme une gelée par refroidissement. La dessiccation de cette gelée fournit la colle. Ces colles sont obtenues par traitement de matières animales, telles que: peaux, os, cartilages.

Les colles végétales contiennent de l'amidon extrait de céréales.

Aujourd'hui, l'on s'oriente de plus en plus vers le collage industriel des métaux, grâce à des adhésifs nouveaux, obtenus sur la base de résines synthétiques. Après de longues recherches, la Société CIBA S. A. lançait sur le marché, en 1946, une série d'adhésifs, sous le nom d'Araldite®. Il est alors devenu possible de réaliser des assemblages collés très résistants. Les adhésifs pour métaux les plus utilisés sont:

- 1° les résines phénoliques
- 2° les résines époxydes
- 3° les résines époxy polyesters
- 4° les résines polyesters non saturées

Il s'agit de matières organiques de synthèse dont les molécules, sous l'action de la chaleur et de la pression, de la chaleur seule ou de l'addition de produits durcisseurs, se forment en réseaux, et donnent naissance à des corps durs, infusibles et insolubles. Les fibres ainsi obtenues possèdent une grande adhérence sur les métaux et sur d'autres matériaux.

De par les forces qui agissent, on a constaté que ce sont les films minces qui donnent les meilleurs résultats.

Dans la pratique, l'épaisseur des joints recommandée est de 0,1 à 0,2 mm.

Il est essentiel que les surfaces à encoller soient parfaitement propres et surtout sans traces de graisses.

L'adhésif et le durcisseur sont généralement livrés dans des emballages séparés, le mélange ne se faisant qu'au moment de l'emploi, ceci dans des proportions bien déterminées.

Résistance au cisaillement 50 à 70 [N/mm<sup>2</sup>]

Résistance à la compression 120 à 160 [N/mm<sup>2</sup>]

Résistance à la traction 60 à 80 [N/mm<sup>2</sup>]

Dans la conception des pièces qui doivent être collées, il est indispensable de prendre certaines dispositions. Les parties collées doivent absolument être à l'abri de flexions pouvant provoquer un arrachement par soulèvement des couches assemblées. On utilise souvent, dans ce but, des profilés spéciaux. Les parties mises bout à bout seront tenues par un couvre-joint placé de chaque côté.

Les adhésifs durcissant à froid demandent plusieurs heures (vingt-quatre à trente), alors que ce temps peut être réduit, si l'on utilise des adhésifs durcissant à chaud, dans des étuves dont la température peut aller jusqu'à 150° C, suivant les types choisis.

### 10. 8. 4. Procédés modernes de vernissage

Pour le vernissage de pièces en grandes séries, on a développé des principes permettant d'obtenir rapidement le dépôt régulier d'une couche de peinture.

#### a) Vernissage électrostatique

(fig. 10-9)

Sous l'effet d'un champ électrostatique, on précipite un brouillard de vernis sur un objet plus ou moins conducteur d'électricité. La dispersion du vernis s'effectue sous forme d'un brouillard dans le plan vertical.

Cette dispersion (atomisation) est obtenue par la rotation (force centrifuge) d'un disque tournant à 900 [min<sup>-1</sup>] et l'effet coronaire d'une tension continue élevée. L'apport de vernis se fait par le centre du disque. Les pièces à vernir défilent à la hauteur de l'axe du disque (environ 35 cm). Une tension continue de 90 000 à 100 000 V est établie entre la pièce à vernir et le disque de dispersion. Un champ électrique est ainsi créé dans le plan horizontal. Les particules de vernis sont alors arrachées du disque et précipitées sur la pièce. Les disques sont alimentés en vernis par des pompes.

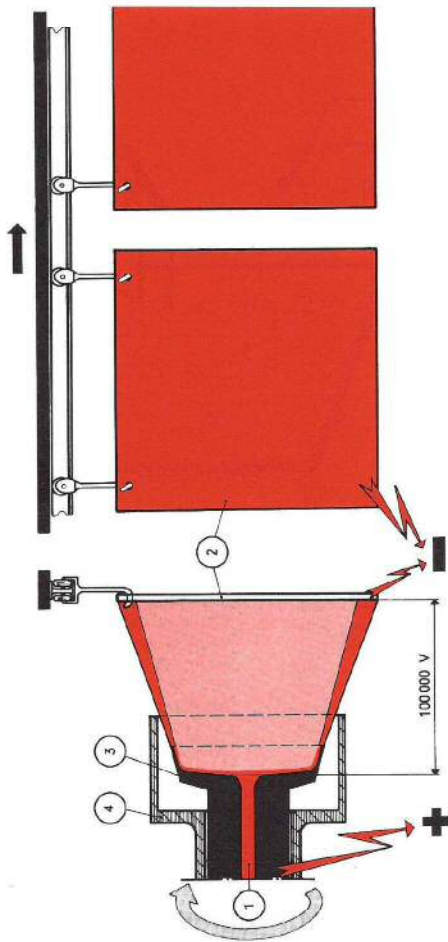


Fig. 10-9

## Légende

1. Entrée du vernis
2. Pièces à vernir
3. Disque en rotation
4. Protection en polystyrène

10

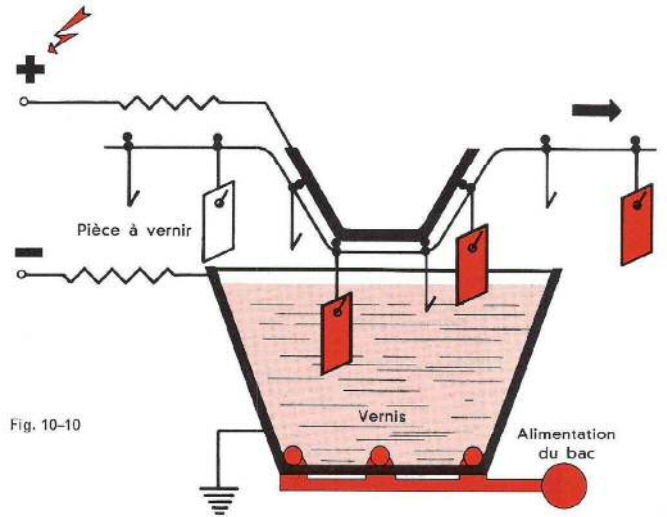


Fig. 10-10

## b) Vernissage par électrophorèse (fig. 10-10)

Cette méthode utilise un vernis diluable dans l'eau. Les pièces à vernir traversent un bac où se trouve cette dissolution et dans lequel elles sont complètement immergées. Le courant continu qui sert au transport des particules de vernis a son pôle négatif relié au bac, alors que les pièces sont reliées au pôle positif.

Sous l'effet du courant circulant dans un liquide bon conducteur, les particules de vernis qui, elles, sont mauvaises conductrices, s'entourent d'une zone chargée qui les fait circuler et se déplacer jusqu'à ce qu'elles arrivent sur l'objet où elles s'amassent. Comme elles ne peuvent plus se déplacer dans le liquide, c'est ce dernier qui s'éloigne

alors des particules qu'il a véhiculées. On obtient ainsi une couche plus compacte que si l'objet avait simplement été trempé dans un bain, et surtout, le vernis se trouve placé jusque dans les endroits les moins accessibles. Du fait de l'isolation relative due au dépôt de vernis, la couche est très régulière.

La durée de passage dans le bain est d'environ deux minutes, la densité de courant de 1 à 3 mA par centimètre carré et l'épaisseur de la couche de 20 à 80 microns. La tension est de 100 V.

Pour les deux méthodes précitées, les pièces, suspendues à leur chaîne de transport, traversent un four de séchage où la température varie de 130 à 150° C, selon le vernis utilisé.