

LA TRANSFORMATION DU CUIVRE ET DE SES ALLIAGES LES MARCHÉS D'UTILISATION

A l'issue des opérations de traitement du minerai et de l'opération d'affinage, le cycle de production du cuivre est terminé.

Celui-ci est sous sa forme de métal brut. Les opérations de transformation du cuivre commencent, pour déboucher sur la fabrication de produits semi-ouvrés ou demi-produits dans une première étape, et de produits finis dans la dernière phase du processus industriel.

Après affinage, le cuivre est obtenu ou coulé sous différentes formes suivant les opérations de transformation qui vont suivre :

- Cathodes obtenues directement par le processus de raffinage électrolytique pour la fabrication des fils et câbles électriques et de tous les alliages.
- Plateaux ayant la forme de gros parallélépipèdes de plusieurs tonnes destinés à la fabrication des produits laminés.
- Billettes qui sont des cylindres de quelques centaines de kilos, destinées à la fabrication des tubes et des barres.

Enfin, la première transformation du cuivre utilise des déchets sous toutes leurs formes, plus spécialement réservés à la fabrication des alliages.

Six grands domaines caractérisent la première transformation du cuivre et de ses alliages :

- La fabrication des fils et câbles en cuivre destinés à la distribution de l'électricité
- La fabrication des barres et fils en laiton destinés principalement à l'industrie du décolletage et du matriçage
- La fabrication des tubes destinés aux canalisations industrielles et domestiques
- La fabrication des produits laminés destinés au découpage et à l'emboutissage
- La fabrication des barres et profilés en cuivre
- La fabrication des pièces moulées.

Les fils et câbles en cuivre

(consommation française : 200 000 tonnes)

Les fils et câbles cuivre sont ébauchés sur une ligne de coulée continue ; cette opération consiste à couler le cuivre en fusion sur une roue à gorge dans laquelle il se solidifie sous la forme d'une ébauche ininterrompue, qui est ensuite laminée.

Le laminage à chaud de cette ébauche la transforme par passes successives en fil rond de gros diamètre de 8 à 20 mm.

Le produit obtenu, désigné sous le nom de fil machine, est le produit qui alimente en aval les opérations de tréfilage des fils de cuivre, puis de câblage.

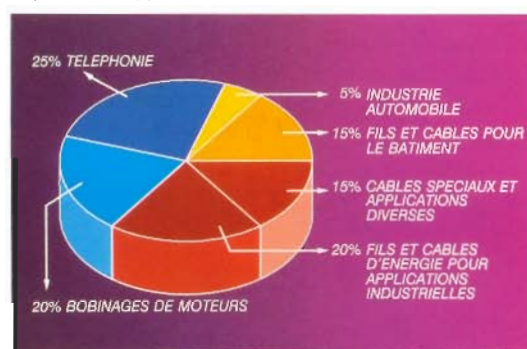
Le fil machine est ainsi tréfilé sur des tréfileuses, ce qui consiste à faire passer le fil dans des filières de diamètre de plus en plus faible pour aboutir au diamètre final choisi.

On obtient par réductions de diamètres successives des fils qui peuvent atteindre des dimensions inférieures à celles d'un cheveu, c'est-à-dire quelques centièmes de millimètre.

Les fils peuvent être ensuite assemblés soit de façon ordonnée, pour donner des câbles, soit de façon désordonnée, pour donner des torons ou tordons.

L'industrie des fils et câbles représente environ la moitié de la consommation française de cuivre, soit environ 200 000 tonnes.

Ces fils et câbles trouvent leurs utilisations dans tous les domaines de l'industrie et dans les applications domestiques et les transports, avec la répartition approximative suivante :



Principaux marchés d'utilisation en France des fils et câbles en cuivre.

Les barres laiton

(consommation française : 100 000 tonnes)

(cuivre contenu : 60 000 tonnes)

Les barres sont obtenues par filage à la presse d'une billette cylindrique portée au rouge. Sous l'action de la pression, le métal est forcé à travers une filière qui lui donne la forme voulue : ronde, hexagonale, carrée ou profilée. Le métal chaud est plastique et sort de la filière sous la forme d'une ébauche de grande dimension, en longueur droite ou enroulée.

L'ébauche ainsi obtenue, dite brute de filage, est reprise après refroidissement et décapage, sur des machines à étirer qui lui donnent exactement les

1. Câble téléphonique de 2400 paires, rempli (Treficable Pirelli).

2. Barres chanfreinées en laiton au plomb destinées à l'industrie du décolletage (Tréfimétaux).

3. Chaudière murale à gaz à haut rendement hydro TGP Frisquet.

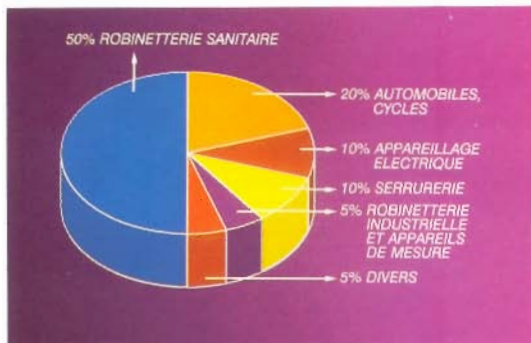


cotes voulues. Cette déformation à froid présente, en outre, l'avantage de durcir le métal en l'écroutissant.

Ces fabrications de barres laiton alimentent en aval une très grande industrie de la deuxième transformation et en particulier du décolletage. En France, cette industrie du décolletage est très concentrée dans des zones à potentiel industriel élevé comme la région de la Vallée de l'Arve en Haute-Savoie, et la région du Vimeu (triangle Saint Valéry sur Somme - Abbeville - Le Tréport), qui est le centre français de la robinetterie et de la serrurerie.

Les marchés de consommation des barres laiton de décolletage et de matriçage sont relativement variables d'un pays à un autre, suivant l'importance de telle ou telle industrie de deuxième transformation.

Pour l'Europe, on peut établir globalement la répartition approximative des marchés de consommation suivante :



Principaux marchés d'utilisation de la barre laiton en Europe.

Les tubes en cuivre

(consommation française : 60 000 tonnes)

Plusieurs procédés d'ébauchage à chaud, consistant à obtenir un corps cylindrique creux à partir d'un corps cylindrique plein, peuvent être utilisés dans la fabrication des tubes sans soudure.

On peut en effet utiliser soit la technique du filage à l'aide d'une presse équipée d'un piston perceur, soit également un laminoir perceur dont le principe consiste à laminier les couches périphériques du métal entre des cylindres et un mandrin.

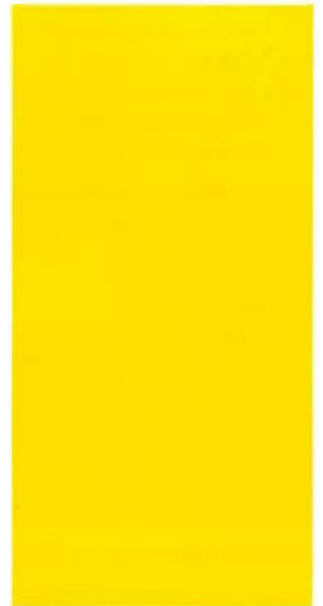
Après ébauchage à chaud et avant l'étrépage en continu, la section des tubes obtenus précédemment est réduite à froid tant en épaisseur qu'en diamètre par écrasement entre des cylindres en forme de demi-cônes et un mandrin conique.

Pour les amener à leurs dimensions finales, les tubes subissent ensuite un certain nombre de passes d'étrépage.

Leurs dimensions finales une fois obtenues, les tubes sont contrôlés en continu, éventuellement recuits, mis à longueur et conditionnés. Les tubes sont livrés généralement en longueurs droites à l'état écroui ou en couronnes à l'état recuit.

Le marché des tubes de cuivre trouve ses applications principalement dans 3 grands domaines :

- Canalisations sanitaires pour environ 40 % de la consommation. Il s'agit de la distribution d'eau chaude et d'eau froide dans les appartements et les maisons et pour une part moindre des conduites d'évacuation.
- Canalisations de chauffage et de gaz pour environ 30 % de la consommation. Cette application très développée en France l'est particulièrement pour les

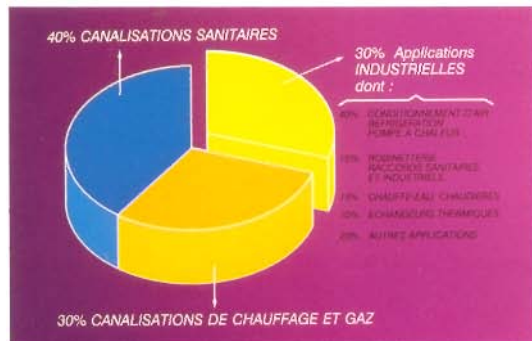


installations de chauffage traditionnelles et dans une moindre mesure pour les installations de chauffage par le sol.

- Applications industrielles pour environ 30 % de la consommation. Ces marchés industriels intéressent encore une fois pour près des 3/4 l'industrie du bâtiment avec le conditionnement d'air, les pompes à chaleur, la réfrigération, les raccords sanitaires et industriels, chauffe-eau, chaudières...

Le 1/4 restant se répartit à travers des marchés extrêmement diversifiés, concernant les canalisations industrielles ou automobile sous toutes leurs formes, ainsi que l'industrie des échangeurs thermiques.

En marge du tube de cuivre proprement dit, il existe parallèlement un petit marché de quelques milliers de tonnes pour la France de tubes en alliages de cuivre, et en particulier en laiton. Ces tubes en laiton trouvent leurs applications dans l'industrie du luminaire, dans la construction électrique, la décoration et la robinetterie. Les tubes en cupro-nickel intéressent essentiellement le marché des échangeurs thermiques.



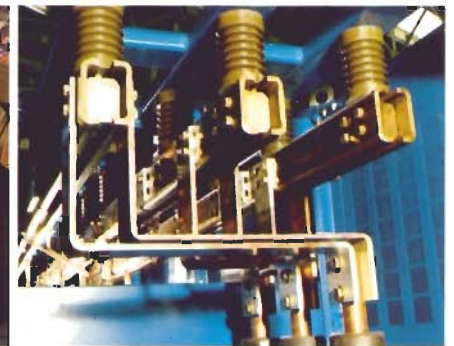
Marchés d'utilisation du tube cuivre en Europe.

Les laminés

(Consommation française : 55 000 tonnes)
(cuivre contenu : 35 000 tonnes)

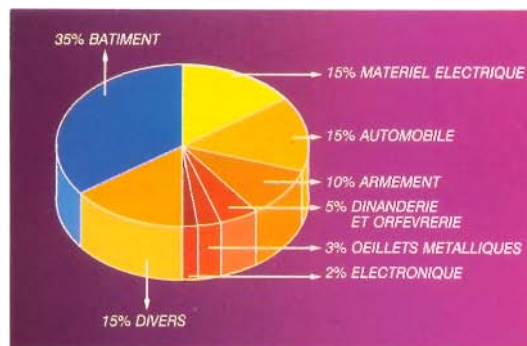
Les produits de départ sont les plateaux de fonderie qui sont laminés à chaud, dans une première étape, pour donner des ébauches de grande longueur et d'épaisseur réduite à quelques centimètres.

Toutes les opérations suivantes de laminage sont ensuite exécutées à froid et sont éventuellement entrecoupées de recuits intermédiaires, qui ont pour but de ramollir le métal et de lui donner une structure métallurgique qui lui permette de subir les déformations ultérieures dans de bonnes conditions.



Les produits laminés minces obtenus à la fin du cycle du laminage sont ensuite éventuellement cisailés pour l'obtention des produits finis sous forme de tôles, rubans, bandes minces, etc.

Les débouchés des laminés en cuivre et alliages de cuivre se répartissent de la façon suivante en Europe :



Principaux marchés d'utilisation des laminés cuivre, laiton et bronze, en Europe.

Une analyse plus fine de ces grands marchés d'utilisation montre que la toiture à elle seule représente 20 % de l'ensemble de la consommation des laminés en Europe et 45 % de la consommation des seuls laminés en cuivre.

Ce marché particulier de la toiture est pour le moment un marché étroit en France par rapport aux autres pays.

Grâce à la grande résistance à la corrosion du cuivre, qui lui confère une longévité remarquable, les couvertures en cuivre sont l'objet d'un développement de plus en plus grand, chaque fois qu'un matériau de qualité et résistant au temps est recherché, ou que l'on apprécie l'esthétique des évacuations d'eaux pluviales, en cuivre.

Dans le domaine électrique, les laminés trouvent leurs débouchés dans la fabrication des cosses et des connecteurs, dans celle de douilles de lampe et des transformateurs.

Toiture en cuivre : le Palais Bourbon à Paris.

Ébauches de bandes laminées cuivre et laiton destinées au relaminage et au parachèvement.

Jeux de barres cuivre 4000 ampères pour armoire moyenne tension de 7,2 kilovolts destiné aux centrales nucléaires (Alsthom).

Dans l'industrie automobile, les laminés sont utilisés de façon traditionnelle dans la fabrication des radiateurs et des joints, mais on les utilise surtout dans les cosses et les connexions pour l'équipement automobile.

Enfin, les laminés en cuivre ou alliages de cuivre trouvent des débouchés extrêmement variés dans tous les domaines allant de l'équipement de la maison ou de l'habillement jusqu'à l'industrie lourde pour la fabrication d'échangeurs thermiques par exemple. On peut même citer le débouché particulier que constitue la fabrication des cercueils en cuivre aux Etats-Unis.

Les barres et profilés cuivre

(consommation française : 20 000 tonnes)

Les barres et profilés en cuivre sont mis en œuvre suivant la technologie du filage et de l'étirage qui s'apparente à celle des barres de laiton.

On a l'habitude d'associer à ces produits les méplats de petite section destinés à être émaillés ou guipés, c'est-à-dire enrobés de matière textile, qui sont obtenus par écrasage de fils ronds sur des petits laminoirs.

L'ensemble de ces produits alimente le marché de la construction électrique.

Le gros équipement électrique lié à la production et au transport d'électricité représente **30 %** des débouchés. Ce sont essentiellement les fabrications d'alternateurs, ainsi que les transformateurs et disjoncteurs destinés à la haute tension.

La distribution terminale et les équipements industriels absorbent près de **60 %** des demi-produits concernés.

Ces fabrications intéressent notamment :

- Les colonnes montantes d'immeubles
- Les canalisations électriques industrielles
- L'appareillage électrique : contacteurs, disjoncteurs basse tension, interrupteurs, coupe-circuits
- Les transformateurs moyenne tension
- Les moteurs industriels.

Enfin, l'industrie automobile et l'électroménager se partagent les **10 %** restants. Il s'agit principalement des petits méplats de bobinage et profilés pour collecteurs de moteurs.

Les pièces moulées

(consommation française : 20 000 tonnes)
(cuivre contenu : 15 000 tonnes)

Les technologies de moulage (moulage au sable, moule métallique, coulée continue, coulée centrifuge...) sont généralement utilisées pour obtenir directement des formes complexes. Pour compenser la réduction des caractéristiques mécaniques due aux hétérogénéités des structures de solidification, les formules d'alliages de fonderie contiennent souvent des additions en assez grand nombre.

Aux propriétés traditionnelles des alliages de cuivre, notamment conductibilité électrique, thermique et résistance à la corrosion, ces alliages présentent de bonnes caractéristiques mécaniques ainsi qu'une bonne résistance au frottement et à l'usure.

On rencontre principalement trois grandes familles d'alliages :

- Les laitons
- Les bronzes
- Les cupro-aluminiums

La grande diversité de ces alliages et l'étendue de leurs propriétés leur confèrent des domaines d'utilisation extrêmement variés dans tous les secteurs du monde industriel, du bâtiment, de la construction électrique, de l'automobile et de l'aéronautique.

Corps de pompe en cupro-aluminium destiné à l'industrie pétrochimique. Poids total : 11 tonnes (F.F.A.H.R.).

