

# LES ALLIAGES DE CUIVRE

## Présentation

Le cuivre a des propriétés remarquables extrêmement nombreuses. Celles-ci ne sont pas forcément exigées par l'utilisateur systématiquement en même temps. La grande majorité des applications du cuivre se réfère à l'une des 2 propriétés dominantes : sa conductibilité électrique et thermique d'une part et sa résistance à la corrosion d'autre part.

Mais à ces deux propriétés de base, il faut souvent ajouter des propriétés de résistance mécanique, d'aptitude à la mise en œuvre ou à l'usinage, que le cuivre ne possède pas ou insuffisamment. On fait appel alors aux alliages de cuivre.

Partant des deux propriétés dominantes qui demeurent souvent les préoccupations principales, le prescripteur doit chercher ensuite dans le large éventail des additions possibles celle qui lui permettra, avec des caractéristiques mécaniques renforcées et une bonne aptitude à l'usinage, d'obtenir le meilleur compromis entre toutes les autres exigences.

## Les cuivres faiblement alliés

Les alliages cuivreux regroupés sous cette désignation contiennent des éléments d'addition en faible quantité, c'est-à-dire aux environs de 2 % maximum.

Ces éléments d'addition permettent d'améliorer les caractéristiques mécaniques du cuivre pur, sans pour autant altérer trop fortement ses propriétés fondamentales de conductibilité électrique et thermique, et de résistance à la corrosion.

Ainsi, l'addition d'un faible pourcentage d'argent améliore la tenue à chaud du cuivre pur. Le cuivre à l'argent trouve ainsi des applications pour des pièces qui doivent être utilisées dans des ambiances à température élevée (moteurs électriques, contacteurs par exemple).

L'aptitude à l'usinage, comparable à celle du laiton de décolletage, caractérise en premier lieu le cuivre au tellure.

Cet alliage est utilisé pour la fabrication par usinage ou découpage rapides et précis de pièces qui nécessitent une bonne conductibilité électrique et thermique.

Une faible addition de chrome dans le cuivre est pratiquée lorsqu'une conductibilité électrique ou thermique élevée doit être associée à une résistance

aux déformations, en particulier à chaud : électrodes de soudure par résistance, éléments de frein, panneaux de lingotières pour la coulée continue de l'acier.

Le cuivre au béryllium est l'alliage le plus performant, qui peut atteindre des caractéristiques mécaniques analogues à celles de certains aciers, sur lesquels il présente en outre de nombreux avantages : limite d'élasticité élevée, meilleure résistance à la corrosion, excellente aptitude au moulage... Les applications de cet alliage remarquable sont très nombreuses : contacts, ressorts, pièces complexes, diaphragmes...

Il existe de nombreux autres alliages cuivreux dans cette catégorie des cuivres faiblement alliés : cuivre à l'étain, cuivre au zirconium, cuivre au fer, cuivre au soufre, cuivre au plomb, cuivre au cadmium, cuivre au manganèse, etc...

Les technologies de pointe et en particulier l'électronique connaissent un foisonnement de découvertes dans ce domaine, et on peut dire que c'est presque quotidiennement que sont déposés dans le monde des brevets pour des nouveaux alliages de ce type.

## Les laitons

Ce sont des alliages à base de cuivre et de zinc, contenant entre 5 et 45 % de ce dernier.

On peut trouver d'autres éléments d'addition qui visent à lui conférer certaines propriétés particulières. L'élément d'addition le plus courant est le plomb.

Le laiton est l'alliage de cuivre le plus fabriqué. Ses nombreuses qualités de base sont à l'origine de la grande étendue de ses applications.

De tous les alliages de cuivre, les laitons sont ceux qui présentent la plus grande facilité d'emploi.

Ils peuvent être utilisés sous toutes les formes de demi-produits, et leur mise en œuvre peut être opérée par tous les procédés : moulage, matriçage, décolletage, emboutissage, usinage, etc...

Le laiton est par excellence l'alliage du décolletage, c'est-à-dire de l'usinage de pièces sur tour automatique, et du matriçage, qui consiste en une déformation à chaud d'un lopin de métal par pression instantanée dans une matrice.

De plus, il peut recevoir tous les traitements de surface et offre l'avantage de laisser des déchets de fabrication de valeur intrinsèque élevée.

On peut classer les laitons en 3 grandes catégories :

- **Les laitons simples**

On appelle laitons simples -ou binaires-, ceux qui ne renferment que du cuivre et du zinc. Au fur et à mesure que la teneur en zinc augmente, la température de fusion et la conductibilité électrique du métal diminuent, tandis que ses qualités de résistance mécanique et de dureté s'améliorent.



*Pièce matricée brute en laiton pour la fabrication de corps de valve de chauffe-eau (Eurofac).*

- **Les laitons au plomb**

Ils contiennent environ 40 % de zinc et 1 à 3 % de plomb.

Les laitons au plomb présentent une aptitude à l'usinage supérieure à celle de tous les autres alliages industriels.

Le plomb, pratiquement insoluble dans les laitons, est disséminé en fins globules qui provoquent une bonne fragmentation des copeaux dans les opérations de décolletage ; il intervient également comme lubrifiant, en raison de son bas point de fusion.

Dans les opérations de matriçage, le laiton au plomb subit des déformations plastiques parfois très complexes, qui s'opèrent facilement grâce à son excellente malléabilité à chaud.

- **Les laitons spéciaux**

Ils sont obtenus par l'incorporation d'un ou de plusieurs éléments d'addition comme l'étain, l'aluminium, le manganèse, le nickel, le fer, le silicium ou même l'arsenic, à l'effet d'améliorer certaines propriétés, en particulier leurs caractéristiques mécaniques. Ils contribuent en même temps, dans la plupart des cas, à l'augmentation de leur résistance à la corrosion.

Les laitons spéciaux sont donc très nombreux. Les nuances les plus chargées en éléments spéciaux sont généralement utilisées sous forme de pièces moulées ou forgées.

Certains laitons spéciaux, désignés sous le nom de "laitons haute résistance", ajoutent à leurs qualités concernant la résistance à la corrosion et leurs caractéristiques mécaniques élevées une excellente résistance à l'usure et au frottement.

## Les bronzes

Les bronzes sont essentiellement des alliages de cuivre et d'étain, bien que le terme bronze soit appliqué parfois, mais improprement, à d'autres alliages cuivreux.

La teneur en étain des alliages industriels est comprise entre 3 et 20 %.

Aux teneurs plus élevées, les bronzes deviennent de plus en plus fragiles et sont alors réservés à des emplois très particuliers, comme la fabrication des cloches par exemple, qui contiennent 20 à 25 % d'étain.

En raison de leur excellente aptitude au moulage, les bronzes sont beaucoup utilisés comme alliages de fonderie.

Ils possèdent d'autre part une excellente résistance à la corrosion et un bon coefficient de frottement, leur assurant une grande résistance à l'usure et des caractéristiques mécaniques élevées.

Toutes ces propriétés qui s'ajoutent à une bonne conductibilité électrique, les désignent naturellement pour la fabrication de tous les ressorts, bagues, rondelles et contacts pour les industries mécaniques, électriques ou électroniques.

## Les cupro-aluminiums, cupro-nickels, maillechorts.

- Les cupro-aluminiums contiennent de 4 à 15 % environ d'aluminium avec addition simultanée ou non de fer, nickel ou manganèse, à des teneurs maximales pour chacun de ces éléments de l'ordre de 5 %.

Ils sont caractérisés par une bonne résistance aux différentes formes de corrosion chimique, et en particulier à la corrosion marine, alliée à des caractéristiques mécaniques élevées.

Leurs utilisations les plus fréquentes concernent des pièces ou ensembles destinés à évoluer en milieu marin (hélices de navire, gouvernails, pompes...).

- Le cuivre et le nickel sont mutuellement solubles en toutes proportions, de sorte que tous les alliages composés de ces deux éléments sont utilisables.

Les propriétés dominantes des cupro-nickels résident dans leur excellente résistance à la corrosion par l'eau de mer, leurs propriétés anti-fouling ainsi que dans leurs bonnes caractéristiques mécaniques. L'ensemble de ces propriétés destinent les cupro-nickels à des utilisations en milieu marin, comme la protection des coques de navires, les unités de dessalement, les canalisations offshore, les parcs à huîtres et cages à poissons pour l'aquaculture.

- Les maillechorts sont des alliages de cuivre, de nickel et de zinc.

Leurs propriétés générales sont intermédiaires entre celles des laitons et celles des cupro-nickels. Ils allient à une couleur agréable une facilité de travail comparable à celle des laitons, avec, cependant, des caractéristiques mécaniques légèrement supérieures.

Leur résistance à la corrosion, plus faible que celle des cupro-nickels, est néanmoins satisfaisante dans de nombreux milieux.

Les maillechorts sont très utilisés en orfèvrerie et décoration (plats, couverts, boîtiers de montre...)



Pièces d'orfèvrerie en maillechort argenté.