

3

LES PARAMÈTRES CONDITIONNANT L'USINABILITÉ DES LAITONS AU PLOMB

3.1 - Les facteurs métallurgiques

3.1.1 - Diagramme d'équilibre et titre fictif

Les structures cristallographiques qui résultent de la solidification du laiton lors de la fabrication de l'alliage sont caractérisées par la combinaison de solutions solides appelées phases. La représentation de cette structure est donnée par le diagramme d'équilibre des laitons. On trouvera le diagramme d'équilibre des laitons binaires (cuivre-zinc) à la figure 5.

Ce diagramme fait ressortir le fait qu'à la température ordinaire, les laitons sont constitués d'une seule phase, la phase α , jusqu'à une teneur en zinc de 33 %, qui correspond à une teneur en cuivre de 67 %.

Au-delà de cette teneur de 33 % de zinc, on trouve un mélange des deux phases $\alpha + \beta'$.

Cette structure $\alpha + \beta'$ est conservée jusqu'à une teneur en zinc d'environ 46 %.

Pour transposer ce diagramme d'équilibre aux laitons au plomb ou, d'une façon plus générale, à des laitons comprenant d'autres éléments d'addition, il faut appliquer la notion de titre fictif établie par Léon GUILLET.

Cette théorie consiste à donner à toutes les additions faites dans le laiton cuivre-zinc une équivalence en zinc.

On passera ainsi du titre réel en cuivre Cu % au titre fictif en cuivre Cu' % par la formule :

$$\text{Cu}' \% = \text{Cu} \% \frac{100}{100 + \chi(k - 1)}$$

formule dans laquelle :

- χ est la teneur de l'élément d'addition considéré,
- k le coefficient d'équivalence de l'élément d'addition considéré.

Les coefficients d'équivalence des principaux éléments d'addition sont les suivants :

- Ni : -1,2
- Co : -1
- Pb : 0
- Mn : 0,5
- Cd : 0,7
- Fe : 0,9
- Sn : 2
- Al : 6
- Si : 10

Dans le cas d'un laiton CuZn40Pb3 par exemple, le titre fictif en cuivre de ce laiton s'établira de la façon suivante :

$$\text{Cu}' \% = 57 \times \frac{100}{97} = 58,76$$

3.1.2 - L'influence de la teneur en cuivre

La phase α , solution solide de zinc dans le cuivre, cristallise dans le système cubique à faces centrées. Elle est caractérisée, à la température ordinaire, par une grande malléabilité à froid. Ses propriétés sont influencées par sa teneur en zinc : la résistance à la traction, la limite élastique et la dureté augmentent avec la teneur en zinc.

Diagramme d'équilibre des laitons binaires

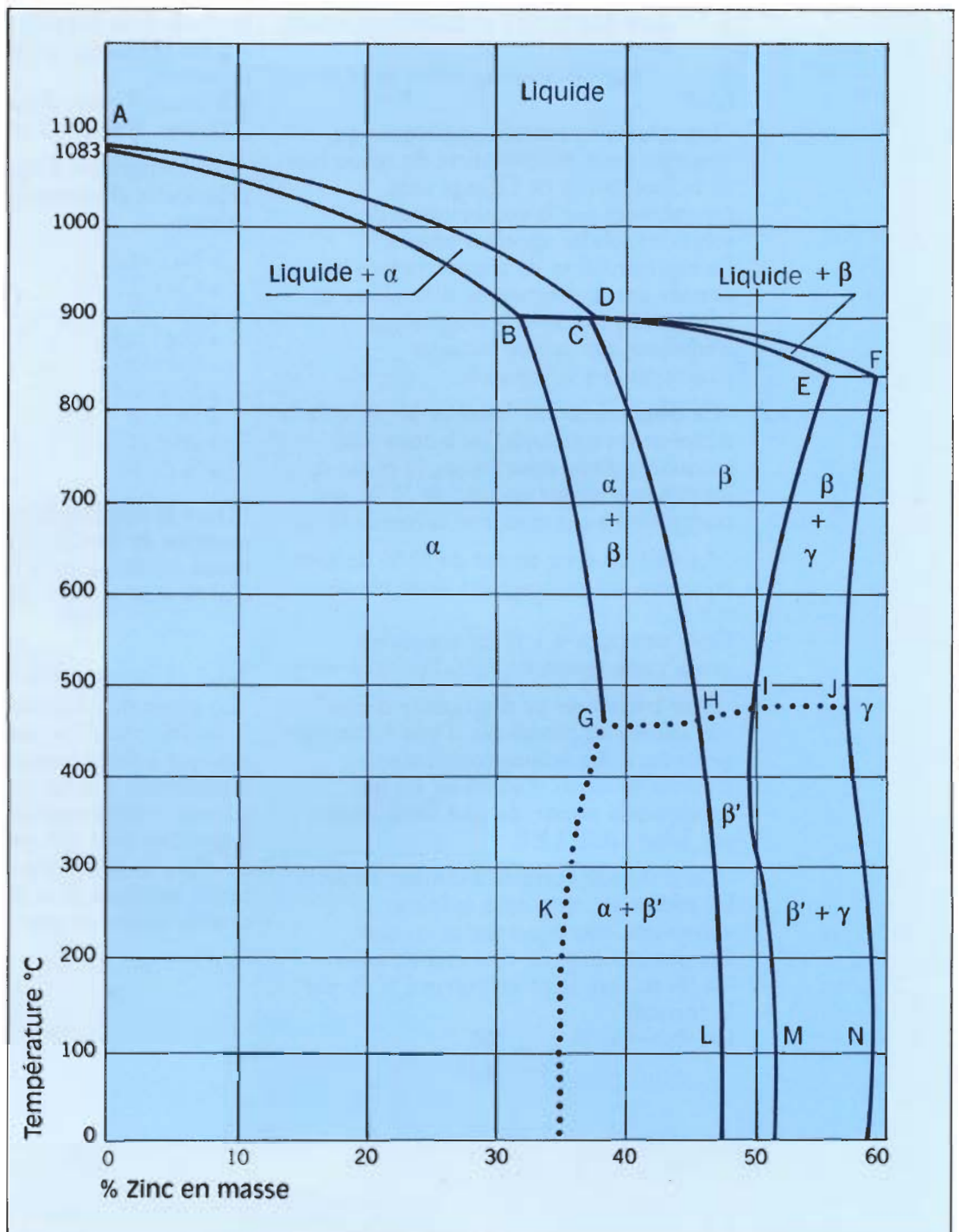


Figure 5

Le module d'élasticité diminue lentement avec l'augmentation de la teneur en zinc, lorsqu'on se trouve en phase α . La phase β' est stable à la température ambiante et cristallise dans le système cubique simple, avec enchevêtrement de

deux réseaux, l'un de cuivre, l'autre de zinc. Cette phase β' est dure et fragile. En ce sens, elle ne permet pas de déformation à froid, et favorise donc le fractionnement des copeaux et, par conséquent, l'usinabilité du métal.



Sous ensemble de 2 pièces pour raccord régulateur de débit pour industrie pneumatique.

Laiton :
Corps **CuZn37Pb3**
Vis **CuZn40Pb3**

Usinage : décolletage, perçage, ébavurage, filetage, lavage (LEGRIS).

Il faut noter que la phase β' est issue de la phase β qui est stable à haute température par une transformation qui se produit aux environs de 450°C. La phase β malléable à chaud est ainsi la phase qui caractérise les laitons de matricage.

A la température ambiante, les propriétés des laitons biphasés varient avec les quantités relatives des deux phases α et β' . C'est dans cette structure biphasée que la résistance à la traction est maximum.

3.1.3 - L'influence de la teneur en plomb

La teneur en plomb est un autre facteur d'usinabilité très important. Pratiquement insoluble dans le laiton à la température ordinaire, cet élément est réparti dans le métal sous la forme de très petites particules sensiblement sphériques, qui réduisent très fortement la résistance aux chocs du métal.

Cette caractéristique facilite le processus de coupe en diminuant l'effort nécessaire et rend les copeaux cassants.

En raison de sa température de fusion très basse, il se constitue un film continu de plomb au point de contact entre l'outil et la barre, qui a pour effet d'améliorer le frottement et de diminuer l'abrasion de l'outil.

Le plomb intervient ainsi comme lubrifiant et facilite considérablement les opérations d'usinage. Cette double action du plomb, fragmentation des copeaux et amélioration du frottement, a pour effet de favoriser le dégagement des copeaux formés et de réduire l'usure et l'échauffement des outils.

En revanche, la quantité de plomb introduite a des limites, dans la mesure où l'augmentation de la teneur en plomb diminue les caractéristiques mécaniques. Il faut donc rechercher la teneur optimale de laquelle découle la meilleure usinabilité, sans diminution excessive des caractéristiques mécaniques.

3.1.4 - L'influence des impuretés dissoutes

Il est nécessaire de garder sous un contrôle étroit la quantité des impuretés métalliques dissoutes dans le métal.

Différents éléments (Si-Fe-Al) sont en effet susceptibles, isolément ou plus encore lorsqu'ils constituent certaines combinaisons, d'agir défavorablement sur la tenue des outils de coupe.

La norme française AFNOR NF A 51.105 limite à 0,8 % au maximum le total des impuretés.

3.1.5 - Les effets de la structure

Ils découlent directement des répartitions de la phase β' d'une part et de celle des globules de plomb d'autre part. Elles résultent elle-même des traitements thermiques et mécaniques subis par les barres.

On admet généralement que la meilleure usinabilité est obtenue avec les structures qui présentent :

- une dispersion fine du plomb,
- une distribution de phase β' sous la forme d'un réseau régulier et continu.

Par ailleurs, la santé métallographique du laiton est un facteur important d'usinabilité et à ce titre, la présence accidentelle d'inclusions métalliques ou d'autres corps étrangers risque d'entraîner une dégradation brutale du tranchant des outils.

Enfin, l'application d'un écrouissage lors des opérations d'étirage favorise le fractionnement des copeaux, puisque le métal devient plus fragile. Mais le champ d'intervention offert par ce facteur est généralement faible, car la capacité de déformation à froid de ces alliages est réduite par la présence de la phase β' et par celle des globules de plomb.

3.2 - Les facteurs géométriques d'usinabilité

Les qualités géométriques des barres de laiton de décolletage constituent un facteur d'usinabilité, dont l'importance s'est accrue considérablement au fur et à mesure que la précision exigée sur les pièces finies augmentait et que les cadences de fabrication s'amélioraient.

Ainsi, les tours à embarreur automatique, dont la maintenance et la surveillance sont réduites au minimum, exigent des barres d'une définition géométrique parfaite.

Les trois facteurs de base concernant la géométrie des produits sont la tolérance sur diamètre, la rectitude des barres et la préparation des extrémités.

3.2.1 - Tolérance sur diamètre ou dimension sur plats

Cette tolérance est caractérisée par la dispersion des dimensions admises sur une barre dans un lot donné.

Bien entendu, la tolérance des parties non usinées de la pièce fabriquée est la même que celle de la barre.

De plus, lorsque le diamètre est faible, il peut en résulter un décentrage dans le canon des tours à poupée mobile, qui réduit la précision dimensionnelle des pièces usinées.

Au contraire, si le diamètre est supérieur au réglage initial, la barre risque de gripper dans le canon, avec la possibilité d'un blocage qui a généralement pour conséquence la rupture de l'outil.

3.2.2 - Rectitude des barres

De la même façon, une mauvaise rectitude des barres peut créer des difficultés à respecter les dimensions des pièces et présente également un risque de grippage dans le canon. En outre, le défaut de rectitude peut engendrer des vibrations gênantes pour le respect des

cotes, génératrices de bruit, et néfastes à la maintenance de la machine.

3.2.3 - Préparation des extrémités

Suivant les besoins considérés, les barres peuvent être selon les cas chanfreinées, appointées ou usinées en bout.

Ces opérations de préparation des extrémités visent à faciliter l'introduction de la barre dans la pince ou le canon pour le bon fonctionnement du tour. Elles permettent également d'obtenir une première pièce bonne.