

7.1 PRÉSENTATION

Les maillechorts sont des alliages ternaires Cu-Ni-Zn. Leur teneur en chacun de ces trois composants varie généralement dans les limites suivantes :

- Cu45 à 65 %
- Ni10 à 25 %
- Zn20 à 45 %.

Il existe des nuances contenant des additions de plomb destinées à améliorer leur usinabilité. L'appellation "maillechort" provient du nom de deux ouvriers lyonnais, Maillet et Chorier, qui mirent ces alliages au point. Les maillechorts sont connus en Grande-Bretagne et aux Etats-Unis sous le nom de "Nickel-Silver" et en Allemagne sous le nom de "Neu-silber".

Comme les laitons, les maillechorts se divisent en deux grandes catégories selon leur constitution physico-chimique : d'une part les alliages monophasés α , très malléables à froid et, d'autre part, les alliages biphasés $\alpha + \beta'$ plus pauvres en cuivre qui se prêtent bien au travail à chaud et présentent une bonne usinabilité. La figure 23, montre les positions respectives des principales nuances normalisées de maillechorts ternaires et de maillechorts au plomb dans le diagramme d'équilibre.

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

Leur résistance à la corrosion, plus faible que celle des cupro-nickels, est néanmoins satisfaisante dans de nombreux milieux. Elle est d'autant plus grande que la teneur en nickel est importante. En pratique les maillechorts résistent bien à la corrosion atmosphérique, à l'air marin et à l'action de la plupart des produits alimentaires.

Cette bonne résistance à la corrosion des maillechorts alliée à une bonne aptitude aux traitements de surface, a fait de ces alliages un support particulièrement bien adapté aux revêtements d'argenture pour des applications en orfèvrerie.

Les maillechorts, grâce à leur module d'élasticité élevé et leur bonne résistance à la fatigue sont employés pour la fabrication de ressorts et contacts en connectique.

Ils sont utilisés en décoration, en bijouterie, lunetterie et dans la fabrication de pièces pour instruments de musique.

Enfin les maillechorts se prêtent bien à la fabrication de certaines pièces complexes par métallurgie des poudres.

Les normes NF A 51-107 (laminés) et NF A 51-117 (barres) et NF A 53-715 (produits moulés) définissent les alliages les plus courants.

7.2 LES DIFFÉRENTES NUANCES DE MAILLECHORTS

7.2.1 Les maillechorts monophasés

Ils représentent la grande majorité des nuances. Les maillechorts monophasés sont constitués d'une seule phase α , solution solide à trois constituants, analogue quant à ses caractéristiques à la phase α des laitons, c'est-à-dire malléable à froid et facile à transformer par laminage, emboutissage, repoussage.

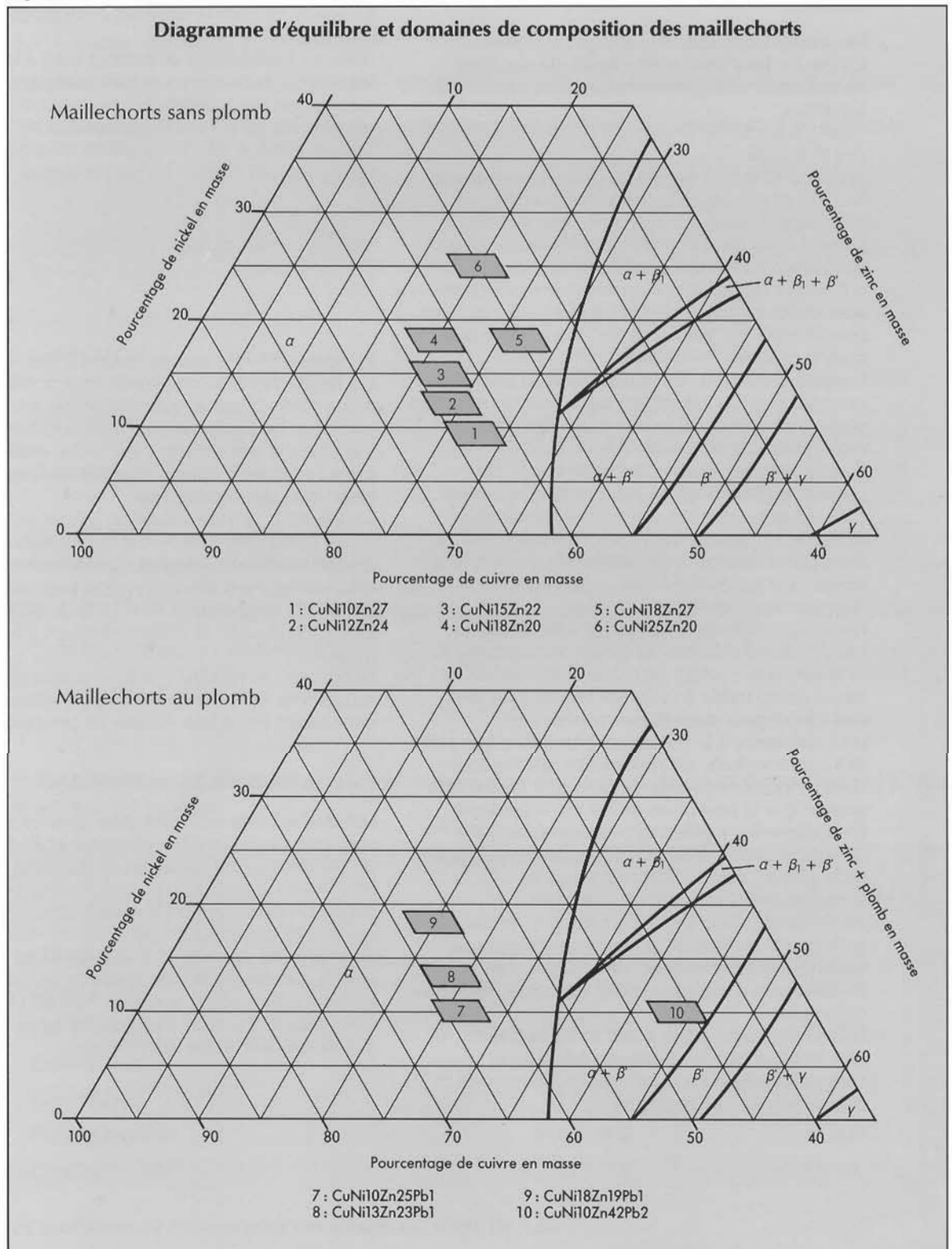
Du fait de la grande solubilité à l'état solide du nickel et du zinc dans le cuivre, il existe une grande variété de nuances de maillechorts dans cette catégorie d'alliage avec ou sans addition de plomb. Ils contiennent 10 à 25 % de nickel, 20 à 27 % de zinc et éventuellement 1 à 2 % de plomb.

La nuance CuNi10Zn27 utilisée principalement sous forme de laminés a des applications dans une composition très voisine en produits moulés.

7.2.2 Les maillechorts biphasés

Les maillechorts biphasés, plus pauvres en cuivre, sont constitués de deux phases α et β' dont les proportions varient avec les teneurs respectives en zinc et en nickel. La présence de la phase β' confère à cette catégorie d'alliages une meilleure usinabilité que pour les maillechorts monophasés. Ils se prêtent également mieux au filage à chaud et présentent une bonne aptitude au matriçage. L'alliage principal est le maillechort au plomb CuNi10Zn42Pb2 dont l'usinabilité est comparable à celle des laitons de décolletage.

Figure 23



7.3 PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES MAILLECHORTS

D'une façon générale pour une teneur en cuivre donnée, la présence de nickel augmente la masse volumique, la résistivité électrique, la résistance

à la corrosion et diminue la conductivité thermique. On trouvera les propriétés physiques des maillechorts au tableau suivant :

Propriétés physiques des maillechorts				
	CuNi10 Zn27	CuNi12 Zn24	CuNi15 Zn22	CuNi18 Zn20
Température du liquidus (°C)	1 035	1 060	1 090	1 110
Température du solidus (°C)	980	1 000	1 040	1 060
Intervalle de solidification (°C)	55	60	50	50
Masse volumique à 20 °C (kg/dm ³)	8,6	8,6	8,7	8,7
Coefficient de dilatation linéaire (10 ⁻⁶ /°C)	16	16	16	16
Capacité thermique massique à 20 °C (J/(kg.K))	376	376	376	376
Conductivité thermique à 20 °C (W/(m.K))	38	38	34	29
Conductivité électrique à 20 °C (% IACS)	8,5	8	7	6
Résistivité électrique à 20 °C (10 ⁻⁸ Ω.m)	20	22	25	29
Coefficient de température de la résistivité de 0 à 100 °C (10 ⁻³ /°C)	0,4	0,4	0,3	0,3
	CuNi18Zn27	CuNi18Zn19Pb1	CuNi10Zn42Pb2	
Température du liquidus (°C)	1 070	1 100	940	
Température du solidus (°C)	1 000	1 050	925	
Intervalle de solidification (°C)	70	50	15	
Masse volumique à 20 °C (kg/dm ³)	8,7	8,8	8,5	
Coefficient de dilatation linéaire (10 ⁻⁶ /°C)	17	16	19	
Capacité thermique massique en J/(kg.K)	376	376	376	
Conductivité thermique en W/(m.K)	25	25	33	
Conductivité électrique à 20 °C (% IACS)	6	6	7	
Résistivité électrique à 20 °C (10 ⁻⁸ Ω.m)	31	29	25	
Coefficient de température de la résistivité de 0 à 100 °C (10 ⁻³ /°C)	0,3	0,3	0,4	

7.4 CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DES MAILLECHORTS

7.4.1 Caractéristiques de traction et de dureté

L'introduction du nickel dans les laitons augmente sensiblement la résistance mécanique, la limite élastique et réduit l'allongement.

Les caractéristiques mécaniques moyennes des principaux maillechorts corroyés sont les suivantes :

Caractéristiques mécaniques des maillechorts					
	Etat	Charge de rupture (MPa)	Limite élastique à 0,2% (MPa)	Allongement (A%)	Dureté Vickers
CuNi10Zn27	Recuit H 12	390	150	52	85
		500	430	20	150
CuNi12Zn24	Recuit H 12	390	160	48	90
		500	430	20	150
CuNi15Zn22	Recuit H 12	410	160	45	90
		520	460	20	160
CuNi18Zn20	Recuit H 12	420	190	45	95
		540	470	20	160
CuNi18Zn27	Recuit H 12	440	210	45	105
		570	500	20	175
CuNi18Zn19Pb1	Recuit H 12	440	-	40	-
		530	400	15	170
CuNi10Zn42Pb2	Recuit H 12	420	-	20	-
		540	400	15	155

7.4.2 Constantes d'élasticité

Le module d'Young E (élasticité de traction) et le module de torsion G (élasticité de cisaillement) à l'état recuit sont les suivants :

Constantes d'élasticité des maillechorts		
	Module d'Young (MPa)	Module de torsion (MPa)
CuNi10Zn27	118 000	44 000
CuNi12Zn24	121 000	45 000
CuNi15Zn22	125 000	46 000
CuNi18Zn20	130 000	48 000
CuNi18Zn27	131 000	49 000
CuNi18Zn19Pb1	127 000	47 000
CuNi10Zn42Pb2	127 000	47 000

Le coefficient de Poisson pour ces alliages est voisin de 0,35.

7.5 MISE EN ŒUVRE DES MAILLECHORTS

7.5.1 Le décapage

Le décapage des maillechorts s'effectue en bain d'acide sulfurique à 10 % en volume à 50 °C. Dans ces conditions la surface reste mate. Si l'on veut un aspect brillant on utilise un bain sulfurique de bichromate de sodium ou potassium à froid, précédé et suivi de rinçage et séchage.

7.5.2 Les traitements thermiques

Les traitements thermiques des maillechorts consistent en des recuits, effectués entre 600 et 750 °C, en apportant une attention particulière aux risques de dézincification pour les alliages contenant un taux de zinc élevé.

Les recuits de détente consistent en un maintien de quelques heures à 300 °C. Ils ont pour but d'éliminer les tensions internes qui sont notamment à l'origine de la "fragilité au feu" des maillechorts, qui consiste en l'apparition de fissuration spontanée en cas de brusque élévation de température.

7.5.3 L'usinage

Les maillechorts contenant une addition de plomb tels que CuNi18Zn19Pb1, CuNi10Zn25Pb1 ou CuNi10Zn42Pb2 peuvent être décolletés facilement. L'alliage CuNi10Zn42Pb2 a des performances voisines de celles du laiton CuZn39Pb2.

7.5.4 Les méthodes d'assemblage

Comme les cupro-nickels, les maillechorts acceptent tous les procédés de brasage tendre ou fort.

En revanche, le soudage des maillechorts est plus délicat. En soudage au chalumeau, on opère comme pour les laitons avec une flamme légèrement oxydante. Les procédés de soudage à l'arc avec électrode de tungstène ne sont pas recommandés. Les soudures par résistance sont facilement réalisables car la présence de nickel dans les maillechorts augmente la résistivité électrique.