

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - https://cnum.cnam.fr](#))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

NOTICE DE LA REVUE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	Laboratoire d'essais mécaniques physiques chimiques et de machines du Conservatoire national des Arts et Métiers
Auteur(s)	Laboratoire d'essais mécaniques physiques chimiques et de machines du Conservatoire national des Arts et Métiers
Titre	Publication : Laboratoire d'essais
Adresse	Paris : Conservatoire national des arts et métiers, 193.-195.
Nombre de volumes	125
Cote	CNAM-BIB P 1329-B et P 1329-C
Sujet(s)	Conservatoire national des arts et métiers (France) Génie industriel -- 20e siècle
Note	La collection comporte des lacunes : n°24; n°58; n°63; n°67; n°76-n°77
Notice complète	https://www.sudoc.abes.fr/cbs//DB=2.1/SET=17/TTL=3/REL?PPN=261820893&RELTYPE=NT
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?P1329-B_P1329-C
LISTE DES VOLUMES	
	N°25 (1936)
	N°26 (1937)
	N°27 (1937)
	N°28 (1937)
	N°29 (1938)
	N°30 (1939)
	N°31 (1936)
	N°32 (1938)
	N°33 (1938)
	N°34 (1938)
	N°35 (1938)
	N°36 (1938)
	N°37 (1938)
	N°38 (1938)
	N°39 (1938)
	N°40 (1939)
	N°41 (1939)
	N°42 (1939)
	N°43 (1939)
	N°44 (1939)
	N°45 (1938)
	N°46 (1940)
	N°47 (1940)
	N°48 (1940)
	N°49 (1940)
	N°50 (1940)
	N°51 (1941)
	N°52 (1941)
	N°53 (1941)
	N°54 (1941)
	N°55 (1942)
	N°56 (1942)
	N°57 (1942)
	N°59 (1942)

	N°60 (1941)
	N°61 (1942)
	N°62 (1943)
	N°64 (1943)
	N°65 (1943)
	N°66 (1943)
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	N°68 (1943)
	N°69 (1943)
	N°70 (1943)
	N°71 (1943)
	N°72 (1944)
	N°73 (1943)
	N°74 (1944)
	N°75 (1944)
	N°78 (1944)
	N°79 (1944)
	N°80 (1944)
	N°81 (1944)
	N°82 (1944)
	N°83 (1944)
	N°84 (1944)
	N°85 (1944)
	N°86 (1945)
	N°87 (1945)
	N°88 (1945)
	N°89 (1945)
	N°90 (1945)
	N°91 (1945)
	N°92 (1945)
	N°93 (1945)
	N°94 (1945)
	N°95 (1946)
	N°96 (1946)
	N°97 (1946)
	N°98 (1944)
	N°99 (1945)
	N°100 (1945)
	N°101 (1946)
	N°102 (1946)
	N°103 (1946)
	N°104 (1946)
	N°105 (1946)
	N°106 (1946)
	N°107 (1947)
	N°108 (1947)
	N°109 (1947)
	N°110 et 111 (1947)
	N° 112 (1947)
	N° 113 (1947)
	N° 114 (1947)
	N° 115 (1947)
	N° 116 (1947)
	N° 117 (1947)
	N° 118 (1948)
	N° 119 (1948)
	N° 120 (1948)
	N° 121 (1948)
	N° 122 (1947)

	N° 123 (1948)
	N° 124 (1948)
	N° 125 (1948)
	N° 126 (1948)
	N° 127 (1948)
	N° 128 (1948)
	N° 129 (1948)
	N° 130 (1949)
	N° 131 (1949)
	N° 132 (1949)
	N° 133 (1948)
	N° 134 (1949)
	N° 135 (1948)
	N° 136 (1949)
	N° 137 (1950)
	N° 138 (1950)
	N° 139 (1950)
	N° 140 (1950)
	N° 141 (1950)
	N° 142 (1948)
	N° 143 (1950)
	N° 144 (1950)
	N° 145 (1951)
	N° 146 (1951)
	N° 147 (1951)
	N° 148 (1951)
	N° 149 (1951)
	N° 150 (1951)
	N° 151 (1951)
	N° 152 (1951)
	N° 153 (1952)
	N° 154 (1952)
	N° 155 (1952)

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Auteur(s) volume	Laboratoire d'essais mécaniques physiques chimiques et de machines du Conservatoire national des Arts et Métiers
Titre	Publication : Laboratoire d'essais
Volume	N°68 (1943)
Adresse	Paris : Conservatoire national des arts et métiers, 1943
Collation	1 vol. (3 p.) ; 25 cm
Nombre de vues	8
Cote	CNAM-BIB P 1329-B (41)
Sujet(s)	Conservatoire national des arts et métiers (France) Génie industriel -- 20e siècle
Thématique(s)	Histoire du Cnam
Typologie	Revue
Langue	Anglais Français
Date de mise en ligne	10/04/2025
Date de génération du PDF	07/02/2026
Recherche plein texte	Disponible
Notice complète	https://www.sudoc.fr/039014541
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?P1329-B.41

...

8. Ku. 107. (44)

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
LABORATOIRE D'ESSAIS



213205-8

SUR LE DURCISSEMENT PAR REVENU
DE L'ALLIAGE CUIVRE-GLUCINIUM

par A. Guinier et P. Jacquet

PUBLICATION N° 68

(Extrait des Comptes rendus
de l'Académie des Sciences
T. 217 - P. 22-24 - 5 juillet 1943)





MÉTALLOGRAPHIE. — *Sur le durcissement par revenu de l'alliage cuivre-glucinium.* Note ⁽¹⁾ de MM. **ANDRÉ GUINIER** et **PIERRE JACQUET**.

Masing et Dahl ⁽²⁾, puis, dans une étude plus précise, Tanimura et Wassermann ⁽³⁾ ont montré que la solubilité du glucinium dans le cuivre augmente avec la température. Pour une concentration en glucinium voisine de 2 %, la solution solide α existe seule après trempe à partir de 850°. Par revenu, cet alliage durcit considérablement et le glucinium en excès précipite sous forme d'une phase γ de composition Cu Be. Nous avons étudié la formation progressive de la nouvelle phase au cours du durcissement, à l'aide des mesures de dureté sur spécimens polycristallins, d'examen micrographique après polissage électrolytique et de diagrammes de diffusion de rayons X sur monocristaux.

Nous avons étudié des alliages de bonne pureté à 1,9 % et 2,3 % de Be : celui-ci contient à 850°, outre la solution solide α , une certaine proportion d'un constituant β riche en Be, dont la présence n'a pas d'influence sensible sur la décomposition de la phase α . Pour préparer de gros cristaux de solution solide, le métal était fondu dans le vide et refroidi lentement.

À l'état trempé, comme d'ailleurs après des revenus à des températures inférieures à 100°, aucun durcissement ne se produit (dureté Rockwell initiale $\Delta = 50$). Les cristaux de solution solide ont un aspect parfaitement homogène à la micrographie et donnent des diagrammes de diffusion analogues à ceux d'un cristal pur; les atomes Be sont donc répartis au hasard aux nœuds du réseau cristallin de la solution solide. La dureté commence à croître ($\Delta = 65$) après 20 heures à 150°, mais aucun changement n'est perceptible, ni sur les micrographies, ni sur les diagrammes. Pour un traitement de 14 heures à 190°, la dureté a beaucoup augmenté ($\Delta = 82$). Sur les diagrammes X apparaissent des *trainées* révélant l'existence de zones de diffusion le long des axes [100] du réseau réciproque; les zones de diffusion d'intensité maximum partent du centre de ce réseau et s'étendent jusqu'aux nœuds voisins de façon

⁽¹⁾ Séance du 17 mai 1943.

⁽²⁾ *Wiss. Veröff. Siemens-Konzern*, 8, 1929, pp. 94 et 150.

⁽³⁾ *Z. Metallkunde*, 25, 1933, p. 179.

continue; pour des traitements plus poussés, ces zones se renforcent en certains points, et quand la dureté atteint sa valeur maximum ($\Delta = 92,5, 24$ heures à 300°), on ne voit plus sur les axes $[100]$ que des taches floues et isolées. Des phénomènes analogues ont été signalés par l'un de nous pour les alliages Al-Cu⁽⁴⁾. A ce stade, les taches de diffraction de la solution solide sont accompagnées d'une zone de diffusion intense et étendue.

Pendant cette période de durcissement, il apparaît à la micrographie, sur les cristaux α , des stries d'abord visibles seulement à la suite d'une attaque convenable, puis après polissage électrolytique seul. De plus, si un échantillon en gros cristaux, trempé et poli, est chauffé dans le vide, 4 heures à 300° , par exemple, ces stries sont même visibles à l'œil nu; la surface de l'échantillon est très déformée, les cristaux semblent avoir joué les uns par rapport aux autres et leurs joints sont très apparents. Nous avons déterminé que ces stries étaient parallèles aux intersections, par la face polie, des plans $[110]$ du cristal α .

Pour des revenus à des températures plus élevées, 14 heures à 420° , la dureté décroît ($\Delta = 82$); sur les diagrammes, apparaissent les taches de diffraction dues au précipité γ qui prennent la place des taches floues observées précédemment. Ces cristaux γ (maille cubique d'arête $2,70 \text{ \AA}$) forment trois systèmes orientés par rapport au cristal α , l'axe $[001] \gamma$ coïncide avec $[001] \alpha$ et $[100] \gamma$ avec $[110] \alpha$; mais cette orientation n'est qu'approximative, l'écart entre les axes pouvant atteindre une dizaine de degrés. Sur les micrographies on peut mettre en évidence le précipité, aux plus forts grossissements, sous forme de particules extrêmement fines dans des bandes ayant la direction des stries primitives.

Si l'on porte à 850° un monocrystal ayant subi les traitements durcissants pour redissoudre le glucinium, on constate que celui-ci s'est transformé en plusieurs cristaux maclés.

Le mécanisme de la précipitation serait le suivant : les atomes Be se rassemblent d'abord sur des plans $[100]$ s'intercalant entre des plans riches en atomes de cuivre, tout en restant aux nœuds du réseau α . Pour passer du cristal α au cristal γ , tel qu'il est orienté, il suffit que les plans $[100]$ se rapprochent les uns des autres d'environ 25 % tandis que la maille dans le plan ne subit qu'une dilatation de 5 %. Par suite de ces effondrements des décrochages se produiraient au sein du cristal le long de plans $[110] \alpha$, c'est-à-dire aussi $[100] \gamma$, d'où l'apparition de stries et la déformation de la surface. Ces stries ne doivent donc pas être interprétées comme la conséquence directe d'une hétérogénéité chimique (précipité non résoluble au microscope), mais sont dues à des déformations mécaniques, glissements le long de plans $[110]$

(⁴) A. GUINIER, *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 1641; *J. de Phys.*, 8^e série, 3, 1942, p. 124.

provoqués par le changement de volume du cristal α tendant vers la forme γ . Le durcissement maximum est atteint à un stade où le précipité γ n'a pas encore de structure cristallographique bien individualisée, alors qu'on considèrait jusqu'ici que les stries visibles dès le début de ce durcissement étaient la preuve de l'apparition d'un précipité très fin orienté; or nous avons montré que, d'une part, le précipité se forme sur des plans $[100]$, alors que les stries sont parallèles aux plans $[110]$ et que, d'autre part, une phase nouvelle donnant une figure de diffraction nette n'apparaît que quand la dureté commence à décroître.

Au stade de dureté maximum, le réseau cristallin de l'alliage est très perturbé, étant donné que les glissements le long des plans $[110]$ peuvent être révélés dans toute la masse du métal et qu'une recristallisation se produit à haute température. La précipitation de la solution solide sursaturée produit un écrouissage bien plus intense que les déformations mécaniques les plus sévères, ce qui expliquerait la grande dureté atteinte.

(Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*,
t. 217, p. 22-24, séance du 5 juillet 1943.)







