
CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le diagramme de solidification des alliages cuivre-étain*. Note (1) de MM. **W. BRONIEWSKI**, **J. T. JABLONSKI** et **St. MAJ**.

L'étude des équilibres à la solidification des alliages cuivre-étain, entreprise pour la première fois par M. Henry Le Chatelier (1895), avait été reprise bien des fois, particulièrement par MM. Heycock et Neville (1897), Giolitti et Tavanti (1908), Hoyt (1913), Haughton (1921), Bauer et Vollenbruck (1922), Isihara (1924) et Raper (1927). Ces recherches diffèrent entre elles très sensiblement dans l'interprétation de la partie la plus importante du diagramme, correspondant à l'équilibre des phases β et γ , ce qui pouvait être dû à la lenteur extrême dans l'établissement des équilibres qui ne parvenaient pas à se stabiliser pendant l'analyse thermique au refroidissement. Nous avons donc cru utile d'entreprendre l'analyse thermique à l'échauffement, après homogénéisation de ces alliages par un recuit approprié.

Les échantillons, contenant moins de 38 pour 100 d'étain, étaient recuits pendant 500 heures à 400°, les autres pendant 2000 heures à 200°. L'échauffement se faisait au four à résistance électrique à une vitesse de 5 à 10° par minute. Les courbes température-temps furent enregistrées par l'appareil Le Chatelier-Broniewski (1912), qu'on montait en galvanomètre double pour l'étude des points critiques par la méthode Roberts-Austen.

Les résultats de notre étude sont reproduits sur les figures ci-après.

La présence des combinaisons Cu^4Sn , Cu^3Sn et Cu^3Sn^2 peut être constatée sur le diagramme.

Le composé Cu^4Sn se solidifie à 752°, en formant, au solidus des solutions solides étendues avec le cuivre (phase β) et avec l'étain (phase γ); il subit vers 585° une transformation allotropique, qui le rend beaucoup moins apte à dissoudre les constituants voisins (phase δ). Cette transformation, analogue à celle des aciers en A^3 , a pour effet la formation d'un eutectoïde, comparable à la perlite, à 28,5 pour 100 d'étain.

(1) Séance du 20 janvier 1936.

264-856-542

BZOGPK/012-16

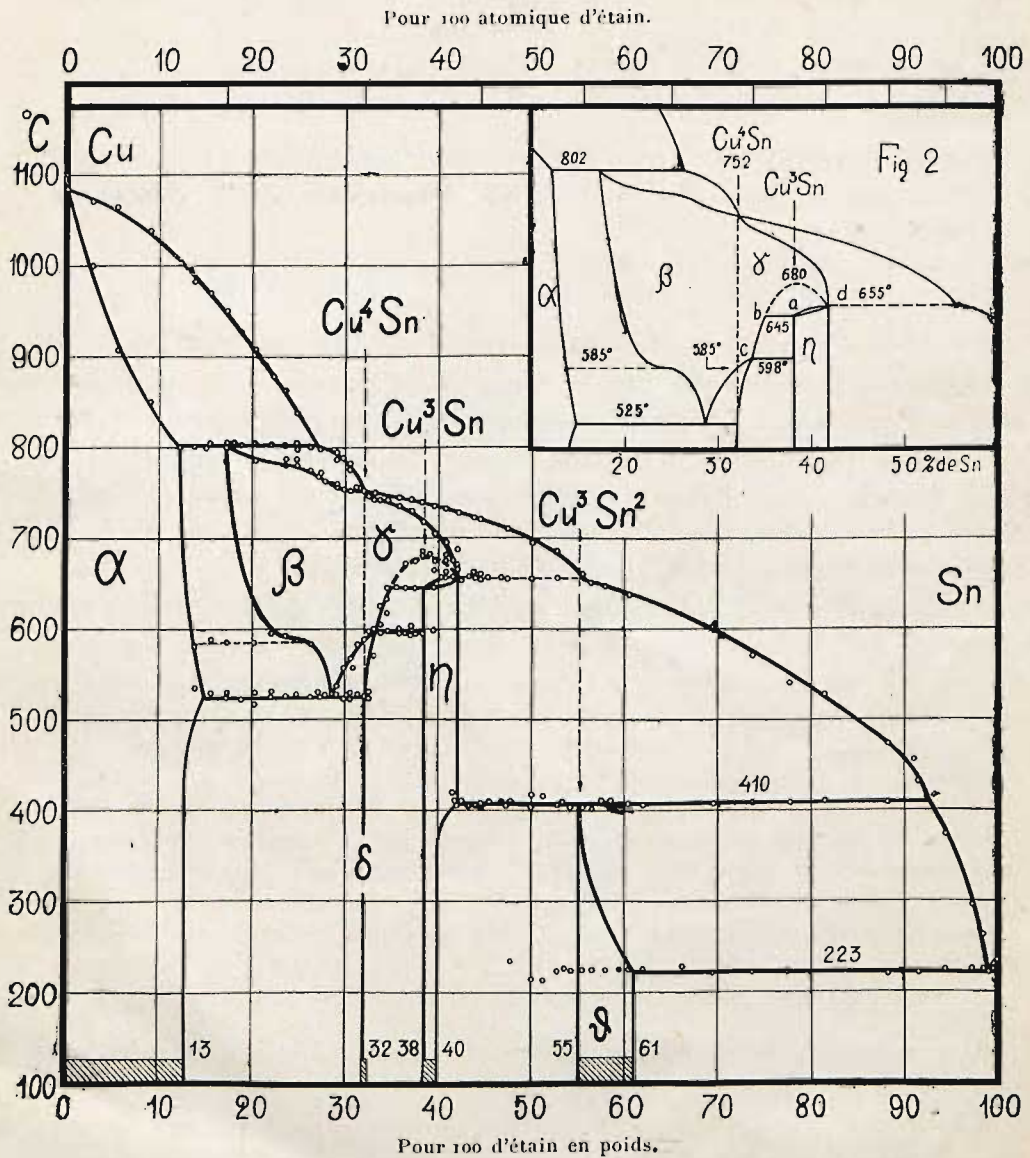


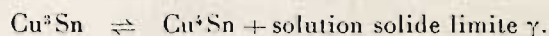
Fig. 1.
Diagramme de fusion des alliages cuivre-étain.

Points singuliers :

Tempér...	802°.	752°.	680°.	655°.	645°.	598°.	585°.	525°.	410°.	223°.
Pour 100 de Sn	12	Cu ⁴ Sn	Cu ³ Sn	42	35	34	14	15	42	61
en poids.	17	—	—	56	Cu ³ Sn	Cu ³ Sn	26	28,5	Cu ³ Sn ²	99
	26	—	—	—	—	—	Cu ⁴ Sn	Cu ⁴ Sn	93	—

Le composé Cu^3Sn se forme à partir de l'alliage solide, en devenant stable au-dessous de 645° . Pour les alliages de composition intermédiaire entre les points a et b (*fig. 2*), le dépôt du composé Cu^3Sn produit un changement de concentration de la solution solide primitive suivant la ligne abc . Le point c correspond à la solution solide limite de l'étain dans le composé Cu^4Sn et subit vers 598° la transformation allotropique de ce composé. Les alliages entre les points a et d correspondent à des solutions solides de l'étain dans le composé Cu^3Sn et se forment entre 645 et 655° (phase η).

À cette formation de Cu^3Sn en état d'équilibre stable paraît se superposer sa précipitation à l'état d'équilibre labile, due à une dissociation partielle dans la phase γ



De cet alliage pseudo-binaire (Rooseboom et Aten, 1905) peut se déposer celui des trois constituants dont la limite de solubilité se trouve dépassée et se dépose effectivement la combinaison Cu^3Sn , à l'état d'équilibre labile, à des températures limitées par la ligne pointillée bd , pourvue d'un maximum vers 680° (*fig. 2*).

Les alliages entre 55 et 61 pour 100 d'étain (phase ξ) apparaissent hétérogènes après solidification en quelques heures et ne sont rendus homogènes que par un recuit à 200° dépassant neuf mois.

Ce diagramme s'accorde sensiblement avec les résultats de l'étude des propriétés physiques de ces alliages à la température ordinaire (1).

(1) BRONIEWSKI et HACKIEWICZ, *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 651; *Revue de Métallurgie*, 25, 1928, p. 671; 26, 1929, p. 20.

(Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*,
t. 202, p. 305, séance du 27 janvier 1936.)