

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 59 (1933)
Heft: 16

Artikel: Note sur les alliages légers d'aluminium, en particulier sur les alliages ne nécessitant pas de traitement thermique
Autor: Herrmann, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-45668>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 29.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

BULLETIN TECHNIQUE

Rédaction : H. DEMIERRE et
J. PEITREQUIN, ingénieurs.

DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE DE PUBLICATION DE LA COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : Note sur les alliages légers d'aluminium, en particulier sur les alliages ne nécessitant pas de traitement thermique, par M. E. HERRMANN, D^r ès sciences. — L'éclairage artificiel des locaux intérieurs. — CHRONIQUE. — Nouveau procédé d'épuration de l'acier, inventé et mis en œuvre aux Aciéries électriques d'Ugine. — Protection des titres d'« Ingénieur » et d'« Architecte ». — SOCIÉTÉS : Société suisse des ingénieurs et des architectes. — Cours de soudure électrique de l'Association suisse des Electriciens. — BIBLIOGRAPHIE. — CARNET DES CONCOURS.

Note sur les alliages légers d'aluminium,

en particulier sur les alliages ne nécessitant pas
de traitement thermique,

par E. HERRMANN, D^r ès sciences.

Premiers alliages.

La fabrication des alliages d'aluminium remonte à l'invention des premiers procédés industriels pour la production de l'aluminium. Il était, en effet, tout à fait naturel que les pionniers de l'industrie de ce métal léger essayassent de modifier ses propriétés par l'addition d'autres métaux. *Sainte-Claire Deville* et ses contemporains signalaient déjà vers le milieu du siècle dernier les propriétés des alliages légers d'aluminium à 2-3% de cuivre et à 2-5% d'argent ainsi que celles du bronze d'aluminium, alliage de cuivre à 10% d'aluminium.

Par la suite, après avoir constaté que les alliages légers ne peuvent contenir que des quantités relativement petites de métaux étrangers, faute de quoi ils perdent leurs excellentes propriétés mécaniques ou deviennent trop lourds, savants et techniciens essayèrent, non sans succès, d'allier à l'aluminium une série d'autres métaux et des métalloïdes.

On lança également sur le marché des alliages ternaires et d'autres plus complexes encore.

En 1899, apparurent les alliages aluminium-magnésium, contenant de 3 à 30% de ce dernier métal. Ils reçurent le nom de *magnalium* et eurent un succès retentissant grâce surtout à leur malléabilité et à leur résistance mécanique.

Alliages à traitement thermique.

Le progrès le plus important dans le domaine des alliages d'aluminium est dû aux travaux de *Wilm*¹, qui fit breveter, en 1909 et 1910, son procédé d'amélioration des alliages d'aluminium par *traitement thermique*.

Il avait, en effet, découvert que les alliages contenant une petite quantité de magnésium acquièrent des propriétés mécaniques remarquables par un recuit à des températures supérieures à 420°, suivi d'une trempe et d'un durcissement par magasinage à la température ordinaire. Une addition de 0,5% de magnésium à l'aluminium du commerce suffit déjà pour rendre l'aluminium susceptible d'amélioration par ce traitement thermique. La présence de cuivre (3 à 4% par exemple) renforce cette propriété d'une façon notable. Sur la base de ces constatations et faisant preuve d'une intuition remarquable, *Wilm* mit au point son *duralumin* (éléments d'addition : cuivre, magnésium et manganèse), dont la composition est restée jusqu'à nos jours sensiblement la même et dont les propriétés mécaniques n'ont pratiquement pas été surpassées.

On attribue l'amélioration par traitement thermique des alliages d'aluminium à faible teneur en magnésium au composé Mg_2Si , qui se forme aux dépens du silicium toujours présent dans l'aluminium vierge du commerce. Au recuit au-dessus de 420°, ce siliciure de magnésium entre en solution solide. La trempe a pour effet de refroidir l'alliage d'une façon telle que ce composé n'a pas le temps de se reprécipiter. Cette précipitation n'a lieu qu'après, durant le magasinage, et donne des cristaux de Mg_2Si tellement fins et dispersés qu'on ne peut les déceler au microscope; ce sont ces cristaux excessivement fins de Mg_2Si qui donnent aux alliages améliorables leurs remarquables propriétés mécaniques. Dans la *duralumin* et l'*asional*, le phénomène de l'amélioration est encore plus accentué grâce à la présence du composé $CuAl_2$, qui se comporte comme le siliciure de magnésium sous l'effet du traitement thermique. Il existe une série d'autres éléments capables de rendre l'aluminium améliorable. Certains alliages au magnésium, tels que l'*anticorodal*, n'acquièrent leur maximum de résistance que si le magasinage se fait à une température entre 100 et 200°.

Tous les alliages d'aluminium traités thermiquement perdent rapidement leurs propriétés mécaniques lorsqu'on les chauffe à des températures supérieures à 250°

¹ « Metallurgie », VIII, 225. (1911).

environ ; les particules finement dispersées de Mg_2Si , de $CuAl_2$, etc, s'agglomèrent et cessent sous cette forme nouvelle d'exercer leur influence durcissante. A des températures inférieures à 250° , ce phénomène est plus lent et peut durer plusieurs mois lorsque la température est voisine de 150° ; il est même parfois précédé d'un durcissement. Lorsqu'un alliage a perdu, de cette façon, ses propriétés mécaniques, il faut répéter le traitement thermique pour lui redonner toute sa solidité.

Développement récent des alliages non améliorables.

La nécessité du traitement thermique entraîne certains inconvénients.

Le recuit a lieu dans des fours spéciaux dont l'installation est trop onéreuse pour de petits ateliers et dont le coût influence assez sensiblement le prix des produits. Un seul four suffit pour le traitement thermique des alliages à durcissement spontané (duralumin, avional), c'est-à-dire dont le durcissement après trempe se fait par magasinage à la température ordinaire. Les alliages dont le durcissement se fait à chaud (anticorodal par exemple) nécessitent, par contre, l'installation d'un second four, car, pour des raisons pratiques, il n'est pas recommandable d'utiliser un seul et unique four pour le recuit à $420-560^\circ$ et le durcissement à $120^\circ-180^\circ$.

Il faut noter que le traitement thermique exige un personnel spécialisé.

Les artisans qui ne peuvent pas songer à installer des fours spéciaux dans leur atelier sont fréquemment obligés d'expédier leurs produits à des maisons spécialisées pour leur faire subir le traitement thermique, car, à part l'usinage, le travail des alliages améliorables d'aluminium se fait souvent avant le traitement thermique ; en effet, d'une part le métal traité ne se prête pas bien à des déformations plastiques et d'autre part certaines opérations telles que le soudage impliquent un échauffement supérieur à 250° et par conséquent la perte des excellentes propriétés mécaniques. Les alliages dont le durcissement se fait à chaud (anticorodal), peuvent être travaillés après avoir subi le recuit et la trempe (anticorodal A), le durcissement à chaud pouvant se faire plus tard.

Un autre inconvénient du traitement thermique réside dans le fait qu'il est souvent nécessaire de redresser les pièces déformées lors de la trempe.

L'avantage essentiel des alliages améliorables par rapport aux alliages non améliorables (alliages ne nécessitant pas de traitement thermique) réside dans le fait qu'on peut les travailler à l'état doux et leur donner d'excellentes qualités mécaniques par un traitement thermique subséquent, alors que les alliages non améliorables n'acquiescent une bonne résistance à la traction et une dureté satisfaisante que par écrouissage, c'est-à-dire par déformation plastique à froid. Il en résulte, notamment, que les propriétés mécaniques d'objets en alliages non améliorables ne sont pas égales sur toutes leurs parties ; les parties qui n'ont subi qu'une faible déformation offrent à la rupture une résistance

moindre que les parties fortement écrouies. Il est vrai que certains alliages non améliorables ont des propriétés mécaniques intéressantes même après le recuit adoucissant.

Un autre avantage des alliages améliorables est leur allongement élevé à l'état traité (20 à 25% chez l'avional D), alors que l'allongement des alliages non améliorables, à l'état écroui, est sensiblement inférieur.

Pour éviter les inconvénients du traitement thermique, les inventeurs se sont efforcés depuis deux ou trois ans à mettre au point des alliages non améliorables à caractéristiques mécaniques suffisantes ; plusieurs alliages, à base d'aluminium, de magnésium et de manganèse, ont apparu ces derniers mois sur le marché. Quelques-uns, tels que l'*hydronalium* et l'*alliage anglais MG 7* correspondent, par leur composition, aux anciens alliages magnalium ; cependant, grâce à la pureté des matériaux utilisés et aux progrès généraux de la technique des alliages (emploi de fondants par exemple) certaines de leurs qualités sont meilleures. D'autres, à teneur inférieure en magnésium, tels que le *peraluman 2/1* et le *birmabright*, n'étaient pas connus auparavant.

A part leurs propriétés mécaniques assez élevées et suffisantes pour une foule d'usages où le maximum de solidité n'est pas exigé, les alliages de ce type offrent, pour la plupart, une résistance tout à fait remarquable à la corrosion, en particulier à celle de l'eau de mer.

L'effet durcissant d'une addition de magnésium à l'aluminium est connu depuis fort longtemps, en particulier depuis l'apparition du magnalium, en 1899. On sait également depuis longtemps que les alliages aluminium-magnésium (jusqu'à environ 10% de Mg) peuvent être préparés de telle façon qu'ils présentent une bonne résistance à la corrosion. *Sterner-Rainer*¹ a relevé, en 1925, l'action favorable d'un chauffage prolongé à une température d'environ 420° (homogénéisation), qui permet d'obtenir une répartition uniforme du magnésium dans l'aluminium. En effet, après la coulée de l'alliage, le composé Al_3Mg_2 tend, grâce à sa rapidité de cristallisation, à former des ségrégations de zones riches en magnésium. Il en résulte que les premiers cristaux qui se forment lors de la solidification renferment plus de magnésium que les suivants. Ce phénomène a pour conséquence des différences de potentiel à l'intérieur de la masse, qui peuvent causer des corrosions inter-cristallines. L'homogénéisation, en assurant une diffusion uniforme du magnésium, supprime ces différences de potentiel et rend l'alliage remarquablement résistant à l'action des agents corrosifs. Comme le laminage des tôles en alliages d'aluminium se fait d'abord à chaud et qu'un recuit adoucissant a lieu après un nombre déterminé de passes, on conçoit que des tôles en alliages *Al-Mg* à faible teneur en Mg n'ont plus besoin d'une homogénéisation spéciale après le laminage, celle-ci ayant lieu automatiquement pendant le laminage à chaud et les recuits adoucissants.

Les alliages binaires aluminium-manganèse présentent,

¹ Brevet suisse N° 125.526 (K. Schmidt).

eux aussi, un grand intérêt, car le manganèse est un des rares métaux lourds dont l'addition à l'aluminium en quantités jusqu'à quelques pourcents ne diminue pas d'une façon sensible la résistance chimique du métal léger; elle l'augmente même dans certains cas. Le manganèse peut, d'autre part, améliorer sensiblement les propriétés mécaniques de l'aluminium.

Ainsi que l'a montré *Bosshard*¹, la résistance à la traction augmente rapidement jusqu'à une teneur de 1,4% en manganèse (dans l'aluminium vierge du commerce). Une élévation de la teneur au-dessus de 1,4% n'a plus qu'une influence assez faible. Cette constatation a été confirmée par des essais de *Bohner*².

Par un dosage bien étudié du *Mg* et du *Mn* dans l'aluminium, on obtient les alliages non améliorables qui sont actuellement à l'ordre du jour. La production de mi-fabriqués dans ces alliages (tôles, profilés, tubes, etc.) exige une technique exacte. Une grande attention doit être accordée tout particulièrement au coefficient d'érouissage et aux recuits adoucissants.

Par addition de 0,3% de magnésium à l'aluman (alliage binaire d'aluminium à environ 1,5% de manganèse), on obtient un alliage du type en question, qui, naturellement, vu la faible teneur en magnésium, n'a pas encore des propriétés mécaniques très élevées. Par contre la finesse du grain est remarquable.

L'alliage américain 4 S, à 1% de *Mn* et 1% de *Mg*, a des propriétés assez semblables à l'alliage précédent.

En ajoutant à l'aluminium 1,5% de *Mn* et 2-2,5% de *Mg*, on arrive au *peraluman 2/1* (connu aussi sous le nom d'*anticorodal spécial*), un des alliages les plus typiques de la série, dont les caractéristiques mécaniques principales sont les suivantes :

| | Profilés filés à la presse | Tôles | | |
|--|----------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| | | qualité recuite | qualité mi-dure | qualité dure |
| Résistance à la traction kg/mm ² | 22-27 | 22-25 | 30-33 | 36-42 |
| Limite apparente d'élasticité kg/mm ² | 11-16 | 10-15 | 27-30 | 33-40 |
| Allongement % | 11-16 | 16-20 | 4-7 | 2-5 |
| Dureté Brinell kg/mm ² | 50-65 | 50-65 | 70-90 | 85-105 |
| Pliages r = 2,5 d | | 4-7 | 0,25-1 | max. 0,25 |
| Pliages r = 5 d | | 15-22 | 3-6 | max. 0,5 |

On voit qu'après avoir subi un recuit adoucissant, cet alliage présente encore une résistance à la traction de 22 à 25 kg/mm², alors que celle des alliages améliorables à haute résistance n'est que de 18 à 20 kg/mm² dans les mêmes conditions. Les circonstances sont semblables en ce qui concerne la limite apparente d'élasticité. Il en résulte, par exemple, que les lignes de soudure faites sur des pièces en *peraluman 2/1* et que des tubes courbés à chaud offrent une résistance satisfaisante pour bien des besoins.

¹ « Alluminio », 1, 361 (1932).

² « Metallwirtschaft », 12, 251 (1933).

Une petite addition de *titane* permet d'améliorer encore les qualités mécaniques de cet alliage.

Le *peraluman 2/1* présente une excellente résistance à la corrosion, par exemple à l'attaque par l'eau de mer et les solutions de chlorures.

Le *birmabright*, alliage anglais à 0,5% de *Mn* et 3,5-4% de *Mg*, présente des caractéristiques mécaniques et chimiques comparables à celles du *peraluman 2/1*.

Les alliages à 5-15% de *Mg* et à faible teneur en *Mn*, tels que l'*hydronalium*, le *duranalium 7* et l'alliage *MG7* (type *magnalium*), dont la résistance à la corrosion est également excellente, ont une résistance à la traction qui peut facilement atteindre 40-50 kg/mm². Nous croyons cependant que l'avenir — du moins en ce qui concerne les mi-fabriqués : tôles, tubes, etc. — n'est pas à ces alliages à haute teneur en *Mg*, qui sont difficiles à travailler et d'un prix élevé, mais aux alliages du genre *peraluman 2/1* et *birmabright*, dont la solidité est suffisante pour la plupart des besoins et dont le travail n'offre pas de difficultés spéciales.

L'éclairage artificiel des locaux intérieurs

Principes techniques.

Note de la Rédaction. — « Par l'éclairage architectural, nous entendons, dit M. M. Cohu, ingénieur chef de service à la Société pour le perfectionnement de l'éclairage¹, celui pour lequel l'installation d'éclairage a été conçue par l'architecte en même temps que la construction, et non, comme le cas se produit malheureusement trop fréquemment, une fois que l'immeuble est entièrement terminé.

» Lorsqu'on parle d'éclairage incorporé à l'architecture, il vient immédiatement à l'esprit de beaucoup de gens une évocation de luxe et d'installation particulièrement artistique. Il en fut de même lors de l'apparition du chauffage central. On concevait difficilement, alors, qu'il fallût prévoir d'avance, et masquer autant que possible toutes les tuyauteries d'alimentation des immeubles. Aujourd'hui, il semble tout naturel aux architectes de ménager d'avance les passages de canalisations de chauffage, d'eau et d'électricité.

» Dans le sens le plus général, on peut presque dire que toute installation dans laquelle la lumière est envoyée dans un local par une large surface diffusante constitue un éclairage architectural. Cette réalisation peut être obtenue de façon économique et cela d'autant plus qu'on aura recours à des dispositifs normalisés. »

Les installations d'éclairage étant donc de la compétence des architectes travaillant de concert avec les maîtres de l'œuvre, nous présumons que quelques lecteurs nous sauront gré de leur offrir de brèves considérations destinées à les guider dans l'étude d'un éclairage rationnel et esthétique des intérieurs.

Toute installation d'éclairage artificiel doit être : appropriée au but visé, économique, hygiénique et esthétique. Or, pour réaliser une installation remplissant ces conditions, il faut qu'elle dispense un éclairage suffisamment abondant et uniforme dans le temps et dans l'espace, que la répartition

¹ 134, Boulevard Haussmann, Paris. — Bulletin (« B. I. P. ») de ladite société N° 56, mai 1933.