

MÉTALLURGIE

ALLIAGES LÉGERS D'ALUMINIUM

(SUITE)

FABRICATION DES TOLES

(A) *Nettoyage des lingots.* — Les lingots martelés sont d'abord décapés dans un bain de soude caustique (solution à 20 %) et ensuite brossés dans l'eau froide. S'il est nécessaire, on soumet les lingots à un deuxième décapage dans une solution d'acide azotique, après quoi, les lingots sont encore rincés à l'eau froide. Les lingots ainsi préparés sont envoyés au laminage pour être transformés en tôles, barres, profilés ou fils.

(B) *Laminage.* — Après laminage, les lingots sont chauffés pendant une heure environ à la température à 400°, dans un four à moufle, chauffé au coke. Pour évaluer cette température de 400°, on se base sur ce que le pétrole ne s'y enflamme pas ou sur ce que la sciure de bois projetée sur les lingots chauffés, doit noircir sans brûler.

On lamine les lingots ainsi chauffés jusqu'à ce qu'on arrive à 6 mm. environ de l'épaisseur finale, après quoi, on procède aux opérations suivantes :

1° Les tôles profilées sont remises dans le four à 350° pendant 1/2 heure environ pour radoucissement, puis refroidies par immersion dans l'eau froide.

2° On continue le laminage jusqu'à 1 mm. 1/2 ou 2 mm. de l'épaisseur finale.

3° On chauffe de nouveau pour radoucissement comme précédemment et après avoir lavé et décapé les tôles comme il a été dit précédemment, on procède au laminage final à froid.

4° Les tôles ou barres ainsi obtenues, sont alors chauffées pendant un temps variable dans un bain de nitrate à 500°. Le chauffage dure 1/4 d'heure pour les tôles minces (moins de 1 mm. d'épaisseur) et une 1/2 heure ou plus pour les pièces plus épaisses.

Les pièces sont alors rapidement sorties du bain de sel au moyen d'un pont roulant et trempées dans de l'eau froide, maintenues à température constante par circulation, ou dans l'eau chaude.

Après ce traitement, on laisse reposer les produits pendant trois ou quatre jours.

Dans le cas où on voudrait obtenir, par exemple, une tôle de 2 mm. d'épaisseur, *particulièrement dure*, les opérations seraient conduites comme ci-dessus, jusqu'à l'épaisseur de 5 mm.

C'est à ce moment que s'effectuerait la trempe, et le laminage à l'épaisseur finale, se ferait à froid, après nettoyages successifs de l'ébauche à 5 mm. dans les bains de solution de soude caustique, d'acide nitrique et d'eau froide.

NOMBRE DE PASSES

Pour passer d'une plaque de 800 × 500 × 50 à une tôle de 10 mm. d'épaisseur ayant 4 m. de long, il faut environ 20 passes : le métal étant réchauffé à 400°.

FABRICATION DES TUBES

La fabrication des tubes comporte un perçage et un étirage.

Le perçage se fait à la presse hydraulique après chauffage à 530-540°, moment où la barre commence à se ramollir légèrement.

Les tubes ébauchés à la presse sont, après refroidissement, adoucis par chauffage à la température de 400° et refroidis dans l'eau froide. L'épaisseur finale des tubes est obtenue alors par étirage à froid. L'étirage à froid est arrêté quand on est arrivé à 5/10 de millimètre de l'épaisseur voulue. A ce moment, les tubes subissent la trempe à 510° suivis d'immersion dans l'eau froide, et après repos de deux ou trois jours, on les étire à leur dimension finale exacte.

FABRICATION DES FILS

Le métal est laminé à chaud jusqu'aux 3/8 du diamètre, après quoi il est adouci par chauffage à 400° et étiré à froid à la filière.

Les passes d'étirage sont précédées de chauffage d'adoucissement. La trempe à 510° a lieu lorsque le fil arrive au calibre exactement supérieur à sa dimension finale. Après un repos de trois jours, on lui donne son étirage final à la dimension voulue.

PIÈCES ESTAMPÉES

La barre forgée et chauffée à 400° est placée sous le marteau, la forme définitive doit être obtenue après trois ou quatre tombées. Les articles estampés et finis sont alors soumis à la trempe d'amélioration, à moins qu'ils n'aient à subir un usinage important, l'usinage sur métal dur devant toujours être réduit au minimum.

REMARQUE

Le traitement thermique et le travail à froid et même à chaud du duralumin sont des opérations extrêmement délicates et il est bon de se conformer autant que possible aux recommandations indiquées par les fabricants.

Le contrôle de la température a, en particulier, une grande importance.

Après laminage, les plaques sont fortement craquelées sur les bords ; il faut alors les découper pour ne conserver que la partie centrale saine.

Les tombées sont utilisées pour les fusions suivantes :

Par suite de la grande augmentation de rigidité que communique à l'aluminium et à ses alliages, le travail à froid (forgeage ou laminage), il se produit une différence de dureté entre les couches extérieures et intérieures.

Le glissement des cristaux est accompagné d'une énorme résistance de frottement ; il suffit donc de petites impuretés (oxydes, soufflures, etc...) pour provoquer des fentes entre les couches. Ces fentes ne sont pas visibles après le laminage qui en est la cause, mais, sous l'action d'un travail à froid ultérieur ou de l'humidité, elles peuvent s'agrandir et donner lieu à un feuilletage du métal, qui en réduit considérablement la résistance. Il y a donc lieu de ne pas pousser trop loin le travail à froid du métal et au besoin de le comprimer après un revenu à basse température, pour essayer de supprimer les inconvénients ci-dessus.

On s'explique aussi comment certaines tôles d'aluminium ou d'un de ses alliages se trouvent détruites sans raison apparente par suite de l'humidité qui pénètre dans les fentes, les agrandit et provoque des actions galvaniques qui ont pour effet d'amorcer le feuilletage du métal.

SOUDEURE

On peut souder le duralumin comme l'aluminium pur, mais le joint n'est jamais aussi résistant que le métal initial puisque la chaleur nécessaire à l'opération de la soudure, détruit une partie des propriétés qui ont été communiquées au métal par la trempe.

Un refroidissement rapide du joint, après soudure, améliore quelque peu le métal.

En outre, la soudure amène souvent la décomposition des métaux à la jonction par suite de la formation d'un couple électrique.

On a essayé avec succès, depuis quelque temps, de souder le duralumin, en nickelant préalablement par galvanoplastie les extrémités à relier et en soudant ensuite avec une soudure douce.

Il paraît néanmoins préférable d'assembler les pièces qui doivent l'être, par serrage, rivets, ou de faire le joint de tout autre façon mécanique. Le filetage du duralumin peut se faire avec grande précision et dure autant que sur l'acier.

USINAGE DES PIÈCES EN DURALUMIN

Le duralumin, n'étant pas mou comme l'aluminium, s'usine facilement, comme le laiton.

Comparaison, au point de vue du prix de revient, entre l'acier, le laiton, le duralumin et l'aluminium pour la fabrication des pièces décolletées.

Le prix de revient ressort du total de deux facteurs : matière et main-d'œuvre.

Matière. — Les pièces semblables ayant même volume, leur poids sont proportionnels à la densité des métaux employés.

Par conséquent :

Les pièces étant en.....	Acier doux	Al	Duralumin	Laiton
dont la densité est.....	7,8	2,6	2,7	8,3
le prix en francs du kilog.... (octobre 1918)	2,80	11,00	17,00	4,00
le coefficient du prix des matières	22,00	28,6	46,00	34,00

Au point de vue « matière », les pièces en duralumin sont donc 35 % plus chères que celles en laiton.

Mais il faut tenir compte de la valeur des déchets, dont on peut admettre que la fabrication produit un poids moitié du poids brut du métal-employé.

Or, les déchets de laiton (à l'époque considérée) valaient 1.67 le k°, les déchets d'Al, 2 fr. 20 le k°. Les déchets de duralumin étant toujours susceptibles d'être refondus, peuvent être évalués à 3 fr. 40 le k°.

On a alors :

	Acier doux	Al	Duralumin	Laiton
Le prix des matières étant ..	22	28,6	46,00	34
Après déduction de 50 % du métal employé, un poids de déchets de.....	3,9	1,3	1,35	4,20
Le déchet valant au kilog....	»	2,20	3,40	1,67
Le prix de déchets serait....	»	2,86	4,60	7,10
Le prix net du métal serait donc	22	25,74	41,40	26,90

On voit donc que le prix de matière, pour l'acier, l'alumi-

nium et le duralumin, aurait augmenté par rapport au laiton quand on tient compte des déchets et que cette augmentation grandit avec l'importance des déchets d'usinage.

Dans le cas envisagé, le prix matière pour le duralumin serait 1,53 celle du laiton.

Main-d'œuvre. — Forme des outils pour le travail des différents métaux (acier à coupe rapide).

	Acier doux	Al	Duralumin	Laiton
Angle de coupe.....	55°	48°	48°	75°
Angle d'incidence.....	8°	15°	15°	15°

Le lubrifiant qui paraît le mieux convenir pour le refroidissement de l'outil et des pièces en duralumin est l'huile soluble.

Vitesses de coupe optima (en mètres par minute).

	Acier	Al	Duralumin	Laiton
Pour le décolletage.....	20 à 25	40 à 50	40 à 50	40 à 50
Pour filetage ou taraudage...	6 à 8	10 à 15	20 à 25	20 à 25

L'avance par tour (épaisseur du copeau) serait, au tour ordinaire :

	Acier	Al	Duralumin	Laiton
En m/m.....	0,06	0,03	0,08	0,10

Au tour automatique, le dégrossissage peut être fait au moyen de fraises creuses, ce qui permet de multiplier l'avance, le finissage, au contraire, étant obtenu au moyen d'un autre outil enlevant peu de métal.

Quoiqu'il en soit, le poids de copeaux enlevés dans l'unité de temps résulte du produit de l'avance par la vitesse.

On trouve ainsi qu'à volume égal, l'acier et l'aluminium sont trois fois plus chers à travailler que le laiton, mais pour le duralumin, la différence avec le laiton est insignifiante.

Le prix de la main-d'œuvre d'usinage étant 1 pour le laiton, il est de 1.20 pour le duralumin et 3,3 ou 2,8 pour l'aluminium et l'acier suivant qu'il s'agit de travail au tour ordinaire ou au tour à décolleter automatique.

Il serait illogique de totaliser les résultats ci-dessus — matière et main d'œuvre — pour évaluer le prix de revient relatif d'une pièce, suivant le métal employé. Il y a des pièces nécessitant beaucoup de matière et peu de main-d'œuvre et réciproquement.

Ainsi, par exemple, une petite vis exigeant peu de matière demandera un prix de main-d'œuvre relativement élevé.

Néanmoins, des considérations ci-dessus, on peut retenir :

1° Que l'aluminium nécessite une main-d'œuvre élevée à cause de la lenteur du travail et que l'usinage d'une pièce en aluminium demande trois fois plus de temps que celle de la même pièce en laiton.

2° Que, pour le duralumin, la main-d'œuvre est sensiblement la même que celle qui convient au laiton.

La question de l'opportunité de l'adoption du duralumin

pour la fabrication de certaines pièces jusqu'ici faites en laiton, est donc subordonnée à celle du prix de l'alliage qui dépend du prix de l'aluminium et qui est environ 50% plus élevé (1).

(Renseignements extraits du Rapport de M. Zetter à l'Union des Syndicats de l'Electricité (octobre 1918).

RÉSISTANCE A LA CORROSION PAR LES AGENTS ATMOSPHÉRIQUES ET L'EAU DE MER

Le duralumin trempé résiste remarquablement à la corrosion surtout si l'on considère qu'il contient une proportion relativement élevée de cuivre, qui est considéré comme un constituant nuisible de l'alliage d'aluminium, au point de vue corrosion.

Des essais ont été poursuivis pendant 6 mois aux Chantiers de Wickers L.T.D., à Barrow in Furnes, pour étudier l'action de l'eau de mer et de l'air marin sur les plaques d'aluminium.

Ces essais ont porté sur 4 tôles de 1 pied carré (305 mm. de côté) soigneusement pesées. Ces tôles étaient fixées sur des pieux, de manière à être complètement immergées, à la marée montante, et exposées à l'air marin, pendant la marée descendante. Ces tôles sont restées en place pendant 6 mois ; deux d'entre elles, étaient brossées et nettoyées chaque mois ; les deux autres n'ont pas été touchées.

Pour les deux tôles qui sont restées en place pendant 6 mois, la perte moyenne a été de 0 gr. 535 par m² et la perte en épaisseur a été d'environ 2/1000 de mm.

La perte de poids et d'épaisseur a été plus forte sur les plaques nettoyées chaque mois.

Des essais analogues ont été faits par les Allemands, dans la mer du Nord, sur des profils destinés à la construction des Zeppelins. Le métal n'a présenté aucune trace d'oxydation.

Il a été reconnu également que les qualités de résistance mécanique du métal n'étaient pas diminuées après ces essais à la corrosion.

Néanmoins, le duralumin fabriqué sans toutes les précautions voulues ne présenterait pas toujours de telles aptitudes à résister à la corrosion.

Dans une étude de l'ingénieur WILM, sur l'emploi du duralumin dans la Technique de Guerre, il est question, à propos du maintien des qualités de résistance aux influences atmosphériques, d'un certain procédé qui serait protégé par un brevet allemand D. R. P. 244.554.

RÉSISTANCE DU DURALUMIN AUX VARIATIONS DE TEMPÉRATURE

Pour se rendre compte de la résistance du duralumin, en présence de variations de température, des essais de traction, sur des barreaux de cet alliage ont été faits systématiquement par la Société Durener Metallwerke, entre 80° C. et 70° C.

Le barreau étant plongé dans des liquides différents, les deux tableaux ci-dessous rendent compte des variations de la résistance à la rupture et de l'allongement.

Le tableau A. pour du duralumin de qualité normale.

$$(R=44,20 \text{ par mm}^2, \Delta=118)$$

Le tableau B. pour du duralumin laminé dur (2° degré de dureté).

$$(R=53,4 \text{ par mm}^2, \Delta=154)$$

(1) La différence de prix pour les produits ou pièces finis est encore plus grande à cause des rebuts de fabrication.

TABLEAU A.

Essais de traction de duralumin à diverses températures et dans les liquides différents.

Températures des essais	Barreaux cassés dans :	Résistance moyenne Kg. par mm ²	Allongement % moyen
- 80°	Neige carbonique	47,3	22,5
- 20°	Mélange de glace et de sel naturel	45,4	21,7
- 0°	Mélange d'eau et de morceaux de glace	45,3	20,0
- 20°	Air	43,9	20,0
- 70°	Eau	42,2	20,0

TABLEAU B.

Essais de traction de duralumin à diverses températures et dans les liquides différents.

(Métal laminé dur (dureté 2)).

Températures des essais	Barreaux cassés dans :	R (1) moyenne	A % moyen	OBSERVATIONS
- 80°	Neige carbonique	54,9	6,8	—
- 20°	Mélange de glace et de sel naturel	53,3	7,0	Soufflure laminée s'étendant à toute la largeur de l'éprouvette à l'endroit de la cassure. — Dédoubleure à la cassure.
- 0°	Mélange d'eau et de morceaux de glace	52,9	6,9	do
- 20°	Air	53,4	6,4	
	Eau	—		
- 70°	Eau	51,2	5,5	—

On peut se rendre compte, par l'examen de ces tableaux, que les variations de résistance et de ductibilité pouvant provenir de variations de température, sont pratiquement négligeables.

EFFET DES HAUTES TEMPÉRATURES

La résistance du duralumin comme, d'ailleurs, celle de tous les alliages légers d'aluminium étudiés, diminue très rapidement avec l'accroissement de température.

Il ne faut donc pas employer ces alliages, là où ils pourraient être exposés à une chaleur même modérée ; une température de 200° est suffisante, pour déterminer des réductions très sensibles de la résistance.

Il est donc nécessaire de prendre des précautions dans l'emploi du duralumin pour les pièces ou accessoires de moteurs à explosion.

RÉSISTANCE AUX AGENTS CHIMIQUES

La *Durener Metallwerke* a entrepris des essais, dont quelques-uns ont duré 14 mois, en vue de déterminer l'action des acides et d'autres agents chimiques sur le duralumin. Les résultats sont les suivants :

Electrotechnik Und Maschinenbau N° 39-40 1912.

1° *L'acide chlorhydrique* concentré ou en solution, attaque fortement le duralumin. L'attaque croît avec la concentration de la solution.

2° *L'acide sulfurique* attaque assez fortement le duralumin, d'autant plus qu'il est plus concentré.

3° *L'acide nitrique* attaque le duralumin, mais l'attaque est d'autant moins forte que l'acide est plus concentré.

4° En revanche, un mélange de NO^3 et $\text{SO}^4 \text{H}^2$ concentré attaque peu le duralumin ; ce qui permet d'utiliser cet alliage dans les Poudreries.

L'ammoniaque en solution dans l'eau ou concentré attaque le duralumin.

Néanmoins, il se forme sur la surface du métal un dépôt gris d'alumine qui arrive à le protéger.

5° Le duralumin est peu attaqué par les *vapeurs acides*. Il se forme à la surface une couche qui empêche l'attaque de progresser.

6° Le *bichlorure de mercure* attaque le duralumin.

7° Le *mercure métallique* n'attaque par le duralumin. Ce qui permet d'employer cet alliage, pour les contacts à mercure en Electro-Technique ou en T. S. F.

8° Le *bichromate de potasse* en solution dans $\text{SO}^4 \text{H}^2$ concentré n'attaque pas le duralumin, on s'en sert au contraire pour nettoyer les objets en duralumin.

V

Emplois du Duralumin.

1° AÉRONAUTIQUE

Le duralumin est particulièrement apprécié dans la construction des dirigeables et des avions, à cause de sa légèreté, de sa résistance mécanique, de sa résistance à l'oxydation et de ce que ses qualités mécaniques se maintiennent, malgré des variations importantes de température.

2° EQUIPEMENTS MILITAIRES

Il est employé également pour la fabrication des bidons, ustensiles de campement, fourreaux de sabres, etc..., de préférence à l'aluminium.

En effet, pour obtenir la rigidité nécessaire à ces objets, il faut employer des tôles d'aluminium travaillées à froid, donc peu malléables, et dans lesquelles des criques se forment au changement de courbure pendant l'estampage. Sous l'action de l'humidité, ces criques deviennent des trous qui rendent les objets inutilisables. Ces inconvénients ne se présentent pas avec le duralumin.

3° CARROSSERIE AUTOMOBILE

4° APPAREILS CHIRURGICAUX ET ORTHOPÉDIQUES. — MEUBLES ET APPAREILS D'HOPITAL.

Le duralumin étant transparent aux rayons X, l'examen radiographique des blessés, porteurs d'appareils en duralumin, peut se faire sans enlever ces appareils.

5° INSTRUMENTS SCIENTIFIQUES

Le duralumin peut être employé dans la fabrication des instruments de précision. Il se travaille aussi bien que le laiton et n'encrasse pas les outils comme l'aluminium ou ses autres alliages. Il ne donne pas d'étincelles par le frottement.

Il est susceptible de prendre un brillant égal à celui que l'on obtient par le nickelage et reste brillant sans nettoyage plus longtemps que tout article nické ou argenté. Cette propriété le fait employer dans la fabrication des miroirs.

6° EMPLOI DU DURALUMIN COMME CONDUCTEUR ÉLECTRIQUE

La résistivité électrique du duralumin, avant trempe, est de $3,43,10^{-6}$ ohms- $\frac{\text{cm}}{\text{m}}$. Après trempe, cette résistivité électrique s'élève à $4,75,10^{-6}$, c'est-à-dire que la conductibilité électrique du duralumin est d'environ le 1/3 de celle du cuivre.

Comme d'autre part, le duralumin a une densité 3,1 fois moins que celle du cuivre, la question de prix seule interviendra pour décider du choix, de l'un ou l'autre métal pour les conducteurs à basse tension.

Dans les lignes de transport à haute tension, l'emploi du duralumin comme conducteur paraît plus avantageux que celui du cuivre.

On sait, en effet, que dans les lignes à très haut voltage, (supérieur à 100.000 volts), les pertes par effet Corona, imposent une limite à la section des conducteurs. Cette dernière est donc supérieure à celle qui résulterait des calculs en tenant compte des chûtes de tension généralement admises.

Des essais entrepris sur 8 métaux ou alliages différents (acier, cuivre, bronze, aluminium pur, duralumin) ainsi que du résultat du calcul de la flèche et de la tension des câbles par les formules usuelles et, en tenant compte des conditions imposées par les électriciens, il résulte, pour des portées de 100 m., que ce sont les conducteurs en duralumin qui se comportent le mieux.

En tenant compte du poids propre du câble et des surcharges dues au vent, à la neige, etc..., le calcul donne, pour la flèche avec différents conducteurs, les résultats portés sur la courbe n° 6 (1).

La figure n° 7 montre la supériorité du duralumin sur les autres métaux, au point de vue de la tension relative, c'est-à-dire du rapport de la tension maxima dans le câble (au point le plus bas) à la tension permise (égale en général au 1/3 de la charge de rupture). Les courbes de cette figure montrent que c'est avec le duralumin qu'on a le plus grand coefficient de sécurité (1).

Ainsi dans l'intervalle de température entre - 20° et + 30°,

(1) D'après un article de Michaël Coxn, ingénieur en chef à Charlottenburg (*Electrotechnik und Maschinenbau*, N° 39-40 1912).

c'est le duralumin qui se comporte le mieux au point de vue mécanique comme conducteur aérien.

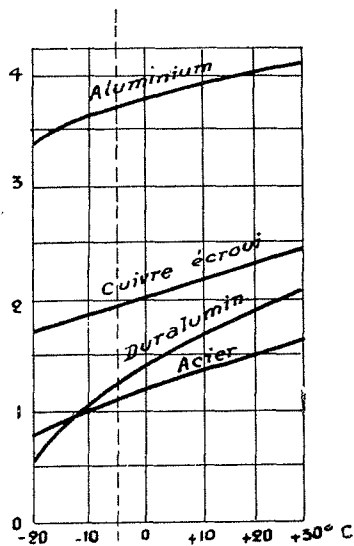
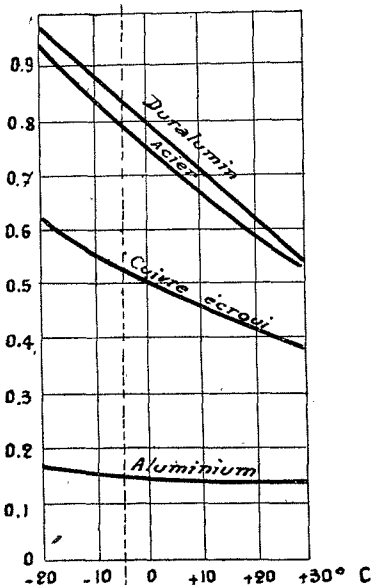


FIG. 6.

Flèches (en mètres) pour portée de 100 m., en tenant compte du poids propre du câble et des surcharges (neige, vent, etc.).

Il a, en outre, l'avantage sur l'aluminium d'avoir une dureté superficielle qui lui permet de résister aux coups qu'il pourrait recevoir. Ce qui évite pendant le déroulement et la pose du câble, les nombreuses précautions qu'on est obligé de prendre avec l'aluminium.

Fig. 7



Tensions relatives
(Rapport de la tension maxima possible dans le câble à la charge de sécurité)

Il est également moins sensible que l'aluminium à l'action de l'humidité et ne risque pas de se briser spontanément, comme cela arrive quelquefois avec les câbles d'aluminium pur.

Les câbles en duralumin peuvent être constitués de façon homogène, sans être obligé d'avoir, à l'intérieur, une âme en acier toujours sujette à la rouille, ou des fils de sections différentes, ne travaillant pas dans les mêmes

conditions que les autres et, par conséquent, plus sujets aux déformations ou ruptures.

On peut employer des conducteurs en duralumin sur des lignes normalement constituées en câbles d'aluminium, en employant, exceptionnellement, le duralumin pour les grandes portées.

Le duralumin convient également pour les parties supérieures des pylônes et pour les supports d'isolateurs. Lorsque ces parties sont en acier, il y a lieu de les repeindre ou de les galvaniser assez fréquemment pour éviter les effets de l'oxydation et on ne peut procéder à ces opérations qu'en coupant le courant, ce qui n'est pas sans sérieux inconvénients pour l'exploitation du réseau. Ces inconvénients n'existent pas avec le duralumin qui est inoxydable.

7° EMPLOI DANS L'APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE

Le prix de revient est influencé par la question d'échauffement.

Les sections des pièces doivent être dans le rapport des puissances 2/3 des résistivités, pour obtenir un même échauffement.

Cette considération serait à l'avantage de l'aluminium et surtout de duralumin, par rapport au laiton.

ALLIAGE LÉGER SCHNEIDER

Les Usines Schneider, du Creusot ont mis au point, en 1918, la fabrication d'un alliage léger d'aluminium ayant des propriétés analogues à celles du duralumin :

La composition moyenne de cet alliage est la suivante :

- Cu = 2,5 à 3 % ;
- Zn = 1,5 à 3 % ;
- Mg = 0,50 % ;
- Mn = {
- Fe = { 0.5 env.
- Si = {
- Al = complément à 100.

Cet alliage dont la fabrication est analogue à celle du duralumin, se lamine, après chauffage, à une température comprise entre 450 à 500°. Le nombre des passes varie suivant l'épaisseur des tôles à obtenir.

Traitement. — Après laminage, les tôles sont recuites à une température à 400°, pour détruire les effets de l'érouissage.

Enfin, comme pour le duralumin, les tôles sont trempées par refroidissement brusque après chauffage à une température déterminée, voisine de 500°. Le chauffage, avant trempe, se fait au bain de sel.

Dans le cas où les tôles devraient avoir une nuance plus douce, il suffit de les recuire à 350°.

Les propriétés mécaniques, après trempe ou après recuit sont, en tous points, analogues à celles du duralumin.

Comme pour le duralumin, la dureté maxima après trempe n'est pas atteinte immédiatement, mais seulement au bout d'un laps de temps d'environ 4 jours.

(A suivre.)

Commandant J. DURYON,
Ancien élève de l'École Polytechnique.