

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 62 (1936)  
**Heft:** 26

## **Sonstiges**

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 30.03.2025

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

édifice où notre œil saisira facilement des lignes générales et les gravera sans peine dans notre mémoire, sont des œuvres architecturales dont les auteurs avaient une vision nette avant d'en tracer les plans. Au contraire notre esprit ne saurait garder une image précise d'un ensemble résultant d'éléments disparates, assemblés au hasard; de pareils tous n'ayant jamais été conçus en entier par un esprit créateur.

L'architecture est un art visuel. On parle de formes qui «flattent» l'œil, d'autres qui «l'offensent». Et l'on peut aller jusqu'à dire que les belles formes sont celles qui correspondent au fonctionnement normal de l'œil, provoquant des mouvements oculaires agréables. Ainsi, la contemplation de lignes très brisées fatigue et déplaît; une façade où les zig-zags et les accidents sont multipliés nous semble manquer de tranquillité.

Mais l'unique vue de lignes droites et ininterrompues nous lasse; l'ennui ne naît-il pas bientôt au spectacle de bâtiments uniformes et indéfiniment répétés.

En revanche, certaines alternances de courbes et de droites, de pleins et de vides donnent à notre œil qui en suit le dessin, une sorte d'activité rythmée. Nous en éprouvons un sentiment d'ordre et d'harmonie.

Les sensations reçues étant transmises au corps tout entier, l'architecture procure à ceux qui la comprennent un plaisir comparable à celui que la musique donne aux mélo-

manes. Elle dépasse infiniment cet utilitarisme et ce rationalisme technique où l'on prétend parfois la réduire aujourd'hui. C'est pourquoi l'homme bâtit avec un souci d'esthétique; c'est pourquoi nulle société, nulle race n'a voulu vivre sans ce cadre idéal.

D. BRD.

#### Offre de place.

On cherche ingénieur romand, mécanicien ou électricien, avec connaissances commerciales, anglais, allemand, pour représentation dans le proche Orient.

S'adresser à M. le professeur A. Stucky, ingénieur, président de la S. V. I. A., Languedoc 28, à Lausanne.

M. Marc Marguerat, ingénieur, nous écrit que contrairement à l'insertion parue à la page 302 de notre dernier numéro, il n'est pas l'auteur de la belle nécrologie du professeur B. Mayor, mais qu'il s'associe aux sentiments de respectueuse admiration exprimés par M. Michel Marguerat qui voudra bien nous pardonner de l'avoir confondu avec un de ses homonymes.

Le Conseil fédéral a nommé, dans sa séance du 14 décembre courant, M. Fernand Chenaux, ingénieur, ancien élève de l'Ecole d'ingénieurs de Lausanne, directeur du 1<sup>er</sup> arrondissement des Chemins de fer fédéraux, en remplacement de feu M. Edouard Savary.

## NOUVEAUTÉS — INFORMATIONS DIVERSES — AFFAIRES A L'ÉTUDE

Régie : ANNONCES SUISSES S. A., à Lausanne, 8, Rue Centrale (Pl. Pépinet) qui fournit tous renseignements.

### Définition et interprétation des caractéristiques des aciers spéciaux.

Extrait d'une conférence faite aux membres de l'Association des ingénieurs diplômés de l'Ecole provinciale supérieure de Charleroi<sup>1</sup>, par M. André Lemoine, ingénieur civil des mines.

Le domaine d'application des aciers spéciaux a dépassé, depuis longtemps, le cadre de l'industrie automobile. Bien des constructeurs, des forgerons, des mécaniciens, sont appelés à les employer de façon plus ou moins continue. Comme en dernière analyse, le choix de l'acier sera fixé par la nécessité de réaliser un ensemble de caractéristiques, il importe que l'utilisateur soit exactement fixé sur leur signification.

Les extraits de la conférence faite à l'Association des Ingénieurs diplômés de l'Ecole provinciale supérieure de Charleroi, que nous reproduisons ci-dessous, n'ont d'autre but que d'apporter quelque clarté dans l'emploi d'une terminologie mieux connue de l'aciériste que de l'utilisateur.

\* \* \*

Dans la grande majorité des cas, un acier spécial peut se définir, soit par l'analyse chimique, soit par ses caractéristiques mécaniques.

#### L'analyse chimique.

L'analyse chimique exprime en pour cent la teneur des éléments, métalloïdes ou métaux autres que le fer qui constitue l'élément principal de l'acier. L'analyse chimique peut, à elle seule, définir un acier. Bien des spécifications se contentent de préciser les limites imposées pour chaque élément; les Américains, en particulier, en usent à peu près exclusivement. Aux Etats-Unis, la plupart des constructeurs d'automobiles ont souscrit à l'adoption d'un cahier des charges unique: le Standard S. A. E. (*Society of automotive Engineers*), qui définit chaque acier par un nombre dont le chiffre des milliers indique la famille; le second chiffre, la teneur de l'élément spécial, et les deux derniers, la teneur moyenne en carbone exprimée en centièmes pour cent:

les aciers au carbone sont définis par la série des	1000
les aciers au nickel	2000
les aciers au nickel-chrome	3000
les aciers au molybdène	4000
les aciers au chrome	5000
les aciers au chrome-vanadium	6000
etc., etc.	

<sup>1</sup> Communiqué par Davum A. G., Zurich (Représentant des Acieries de la Marine et Homécourt).

Par exemple: l'acier 2350 définira un acier à 3% de nickel et 0,50% de carbone, en moyenne.

Ce mode de définition implique, pour rendre son application pratique, certaines dispositions qui permettent de concilier à la fois une régularité suffisante des résultats à obtenir et un prix de métal qui ne soit pas prohibitif.

La régularité des résultats s'obtient assez facilement en imposant pour la teneur de chaque élément, des limites assez étroites: théoriquement ces limites peuvent se réduire aux tolérances mêmes de l'analyse chimique, qui sont  $\pm 0,02$  pour le carbone, le silicium et le manganèse, pour ne parler que des éléments qui influent le plus sur les caractéristiques, pour une famille d'aciers déterminée. Malheureusement il n'est pas possible d'imposer à l'aciérie des limites très étroites, sans s'exposer à se trouver en face d'un prix prohibitif. Plus les limites imposées seront étroites, plus la probabilité de réaliser l'analyse recherchée sera faible, et plus les risques de l'aciériste de ne pas réussir la coulée du premier coup seront élevés. De l'aléa d'une répétition de l'épreuve s'ensuivra nécessairement un prix de revient plus élevé; sans compter que l'opération sera par elle-même plus coûteuse, en demandant plus de précautions et de soins.

Le choix des limites à imposer pour chaque élément, sera surtout conditionné par l'état d'emploi du métal: recuit, trempé, trempé et revenu.

En dehors des éléments spéciaux, les éléments qui agissent le plus par le rôle qu'ils jouent dans le mécanisme de la trempe, sont le carbone, le manganèse et le silicium.

On s'imposera donc des limites d'autant plus faibles, pour ces trois éléments, que les caractéristiques à réaliser devront être plus élevées et plus constantes. Je vais essayer d'illustrer par un exemple l'influence de l'un de ces éléments: le carbone.

Sur 672 coulées d'acier chrome-nickel pouvant à la fois être utilisé comme acier dit «de traitement», après trempe et revenu élevé, et comme acier «de cémentation», après trempe sans revenu, 167 coulées ont été retenues, qui donnent toutes:

Ni	2.60 à 2.80 %
Cr	0.70 à 0.90 %
Mn et Si	0.70 à 0.90 %

Pour une teneur en carbone variant de 0,10 à 0,19%, toutes ces coulées donnent sur éprouvettes (et dans des conditions d'essais

identiques), après trempe à l'huile à 850°, et revenu à 650°, une résistance comprise entre 67 et 77 kg/mm<sup>2</sup>, cette résistance correspondant à celle qui peut être recherchée normalement.

Par contre, si on désire utiliser cet acier pour la cémentation, et que la résistance sous couche, après trempe à l'huile à 850° sans revenu, reste comprise dans des limites industriellement acceptables, par exemple : 110 à 130 kg/mm<sup>2</sup>, les limites imposées pour la teneur en carbone, doivent être réduites.

En effet, pour une teneur en carbone comprise entre 0,10 % et 0,19 %, la proportion sur 132 coulées est la suivante :

- 60 % pour  $110 < R < 130$
- 27 % pour  $100 < R < 110$  ou  $130 < R < 140$
- 13 % pour  $R < 100$  ou  $R > 140$ .

Pour une teneur en carbone comprise entre 0,12 et 0,16 %, cette proportion sur 110 coulées devient :

- 75 % pour  $110 < R < 130$
- 21 % pour  $100 < R < 110$  ou  $130 < R < 140$
- 4 % pour  $R > 140$ .

Enfin, en ne choisissant théoriquement que les coulées dont la teneur en carbone est comprise entre 0,13 et 0,15 %, cette proportion sur 80 coulées devient :

- 80 % pour  $110 < R < 130$
- 18 % pour  $100 < R < 110$  ou  $130 < R < 140$
- 2 % pour  $R > 140$  kg.

L'analyse chimique peut également figurer dans un cahier des charges qui impose, par ailleurs, des caractéristiques mécaniques. La réalisation simultanée des deux conditions imposées, se traduit généralement par la nécessité de réduire encore les limites d'analyse accordées par le cahier des charges. Il faut éviter, dans l'élaboration d'un cahier des charges, d'y introduire des prescriptions difficilement compatibles, qui peuvent influencer sur le prix de l'acier, et le plus simple, dans ce cas, est de le rédiger en collaboration avec l'acière.

Nous venons de voir, très rapidement, comment on peut juger d'un acier sur ses caractéristiques chimiques, et j'en arrive à ce qui nous intéresse le plus :

#### Les caractéristiques mécaniques.

Je dis « le plus », parce que c'est surtout sous cette forme, que les aciers spéciaux sont définis le plus couramment. Je vous rappelle que les principales caractéristiques mécaniques sont :

- la résistance à la rupture,
- la limite élastique,
- l'allongement,
- la résilience,
- la striction.

La résistance à la rupture est la charge par mm<sup>2</sup> qu'il faut appliquer à une éprouvette soumise à un effort de traction pour la rompre.

La limite élastique est la charge par mm<sup>2</sup> qui limite le domaine des déformations élastiques ; tant qu'on ne dépasse pas cette charge, l'éprouvette qui s'est allongée reprend sa longueur initiale lorsque l'effort a cessé ; au contraire, si cette charge limite est dépassée on constate après cessation de l'effort, que l'éprouvette a subi une déformation permanente ; la longueur initiale de l'éprouvette s'est augmentée d'une certaine valeur, qui correspond à un allongement permanent. La limite élastique vraie est assez difficile à déterminer ; on admet qu'elle représente la valeur de la charge par mm<sup>2</sup> qui, appliquée à l'éprouvette ne laisse pas, après suppression de l'effort, d'allongement permanent supérieur à 1/100 % ; dans la pratique, on se contente de la limite élastique apparente, qui ne se traduit que par un allongement permanent de 0,2 %.

L'allongement est l'allongement permanent en % de la longueur initiale de l'éprouvette qu'a subi cette éprouvette sous la charge de rupture.

La striction est la diminution proportionnelle de la section droite de l'éprouvette, à l'endroit de la rupture ; elle s'exprime en % de la section droite initiale.

Ces quatre caractéristiques : résistance à la rupture, limite élastique, allongement et striction, se mesurent sur la même éprouvette. Leur connaissance est utilement complétée par la valeur de la résilience.

La résilience est, non seulement un critérium intrinsèque de qualité, mais une indication précieuse pour des pièces qui subissent des efforts brusques ou des chocs. Le chiffre de résilience, donne la valeur de l'énergie absorbée par la rupture au choc d'un barreau entaillé, ramenée à l'unité de surface. Le choc est déterminé par la chute d'un pendule de grosse masse tombant d'une hauteur donnée. On mesure l'énergie absorbée par l'angle de remontée du pendule.

L'ensemble de ces caractéristiques suffit, dans la plupart des cas, à définir un acier ; cependant il ne faut pas se hâter de conclure qu'on peut se faire une idée précise des propriétés d'un acier si, en énonçant l'ensemble de ces caractéristiques, on ne définit pas de façon extrêmement précise les conditions dans lesquelles les essais ont été effectués. Il ne suffit pas à un constructeur de fixer son choix sur un ensemble des valeurs des caractéristiques indiquées par un document commercial, pour réaliser une pièce déterminée sans s'exposer à certains mécomptes. C'est qu'en effet, pour un même acier, la valeur de l'une quelconque des cinq caractéristiques, dont nous venons de rappeler très succinctement la définition, dépend d'un grand nombre de facteurs. Je ne parle pas des erreurs systématiques d'ordre mécanique (précision de la machine, vitesse de l'essai) et des erreurs accidentelles inhérentes au processus même du mode opératoire. Les commissions de normalisation et de standardisation des essais mécaniques en ont fixé la grandeur en définissant les conditions de l'essai. Ce n'est pas tout à fait de cela qu'il s'agit ; le résultat de la mesure faite dans des conditions normales — ce qui est l'immense majorité des cas — n'est pas discutable. C'est un résultat brutal. C'est un chiffre qu'a donné l'éprouvette, mais ce chiffre n'aura de sens pour vous que si vous connaissez en même temps l'histoire de cette éprouvette. C'est la connaissance de son origine, de ses transformations mécaniques, de ses vicissitudes thermiques qui vous en donnera la véritable signification.

Si vous dites : j'ai fait aujourd'hui 20 km, personne ne pensera que ce soit en avion ; en auto c'est un petit déplacement, à bicyclette une promenade, à pied une grande randonnée ; si vous dites que c'est sur les mains, personne ne vous croira ; de la même façon si je vous annonce : je viens de casser une éprouvette de résilience en acier au carbone mi-dur de 55/65 kg/mm<sup>2</sup> recuite, et j'ai trouvé 6 mkg/cm<sup>2</sup>, ce résultat n'a pas grande signification ; il faut d'abord que je vous précise le type d'éprouvette que j'ai utilisé. Quand je l'aurai fait, vous serez un peu plus avancé, mais pas beaucoup ; si je précise que ce barreau de résilience est du type *Mesnager* et qu'il a été prélevé dans une éprouvette forgée à 15 mm, recuite à 900° et refroidie à l'air calme, vous trouverez que ce chiffre de 6 mkg/cm<sup>2</sup> est modeste. Si je vous dis, qu'en chauffant l'éprouvette à 900°, je l'ai oubliée pendant une demi-journée dans le four, vous trouverez que ce résultat n'est pas si mauvais, et si je vous dis que j'ai pris cette éprouvette dans un lingot de 10 tonnes, brut de coulée, qu'elle a été recuite dans des conditions normales, vous trouverez que c'est très bien. *C'est qu'en effet l'acier qui offre tous les caractères de l'amorphisme par sa plasticité sous l'effort extérieur, n'est en réalité qu'un agrégat pseudoisotrope d'éléments cristallins.* Pris individuellement ces cristaux, ces grains présentent toutes les propriétés de la matière cristalline (propriétés vectorielles, discontinues, figures de corrosion, bandes de glissement, clivage, etc.). Ce ne sont pas des cristaux entiers, car leur développement a été entravé par leur limitation mutuelle : les conditions de leur formation dépendent de la température de coulée, de l'importance des éléments hétérogènes en suspension dans l'acier liquide et de la vitesse de passage de l'état liquide à l'état solide.

(A suivre.)