

LES PRINCIPAUX ACIERS DE CONSTRUCTION

LEURS CARACTÉRISTIQUES — LEURS EMPLOIS

Lorsqu'un constructeur veut établir une machine, il est souvent très embarrassé pour choisir l'acier qui conviendra le mieux à chacun des organes qu'il vient d'étudier.

La lecture des catalogues des firmes métallurgiques n'est pas toujours faite pour le guider d'une manière bien nette dans ses recherches. Aussi, en présence de l'incertitude dans laquelle il se trouve après cette consultation, il en revient le plus souvent aux nuances d'acier qu'il a pu expérimenter précédemment, renonçant à se lancer au hasard dans le dédale des aciers spéciaux qu'il ne connaît pas.

Nous avons déjà eu l'occasion d'insister sur ce point (1), mais nous croyons qu'il ne sera pas inutile d'y revenir ici.

Dans le but d'éclairer ses adhérents, la Chambre syndicale des Constructeurs d'automobiles a fait un essai de standardisation des principaux aciers de construction. Elle a réuni, dans un tableau que nous reproduisons ci-après (tableau I), les principales caractéristiques chimiques et mécaniques des aciers ainsi choisis. C'est ce tableau qui va servir de base à la petite étude qui suit.

Cet essai de standardisation, qui peut paraître assez prétentieux pour un profane, était d'autant plus justifié que les aciers spéciaux les plus employés se ramènent à un certain nombre de nuances reproduites d'une manière à peu près identique par toutes les usines métallurgiques. Les marques seules les différencient et en rendent la recherche un peu délicate. Aussi, croyons-nous rendre service aux lecteurs de cette revue en leur donnant un tableau de correspondance des différentes marques d'aciers français pour les nuances dont nous venons de parler. Tel est l'objet de notre tableau II.

Il ne faudrait pas croire pourtant que les quatorze nuances d'acier que nous venons de signaler sont les seules qui sortent de nos aciéries. Un simple coup d'œil sur un catalogue permettra de se rendre compte qu'il existe bien des intermédiaires dont les qualités répondent à tous les desiderata ; mais ce sont les quatorze nuances fondamentales auxquelles un constructeur pourra toujours se reporter et parmi lesquelles il trouvera le plus souvent les caractéristiques dont il a besoin.

Ces caractéristiques, que nous avons données (Tableau I), se rapportent généralement à deux états nettement distincts : l'un recuit, l'autre soit uniquement trempé, soit trempé et revenu, la trempe elle-même étant une trempe à l'eau, à l'huile ou à l'air, suivant la nuance de l'acier. Les chiffres du tableau sont assez éloquentes par eux-mêmes pour montrer l'influence de ces traitements sur les caractéristiques ; mais on peut se demander pourquoi on n'indique que deux traitements et si leur choix a été réellement bien judicieux.

C'est pour répondre à cette préoccupation que nous avons établi les courbes de la figure 1, qui indiquent les variations des caractéristiques des principaux aciers étudiés lorsque,

après trempe, on leur fait subir un revenu à diverses températures.

Quant à la température et au mode de trempé adoptés pour chaque acier, ce sont ceux qui ont été indiqués au tableau I. Tous ces traitements s'entendent sur pièces de petites dimensions : ronds de 14 à 16 millimètres de diamètre. Pour les aciers ayant un peu de tendance à la

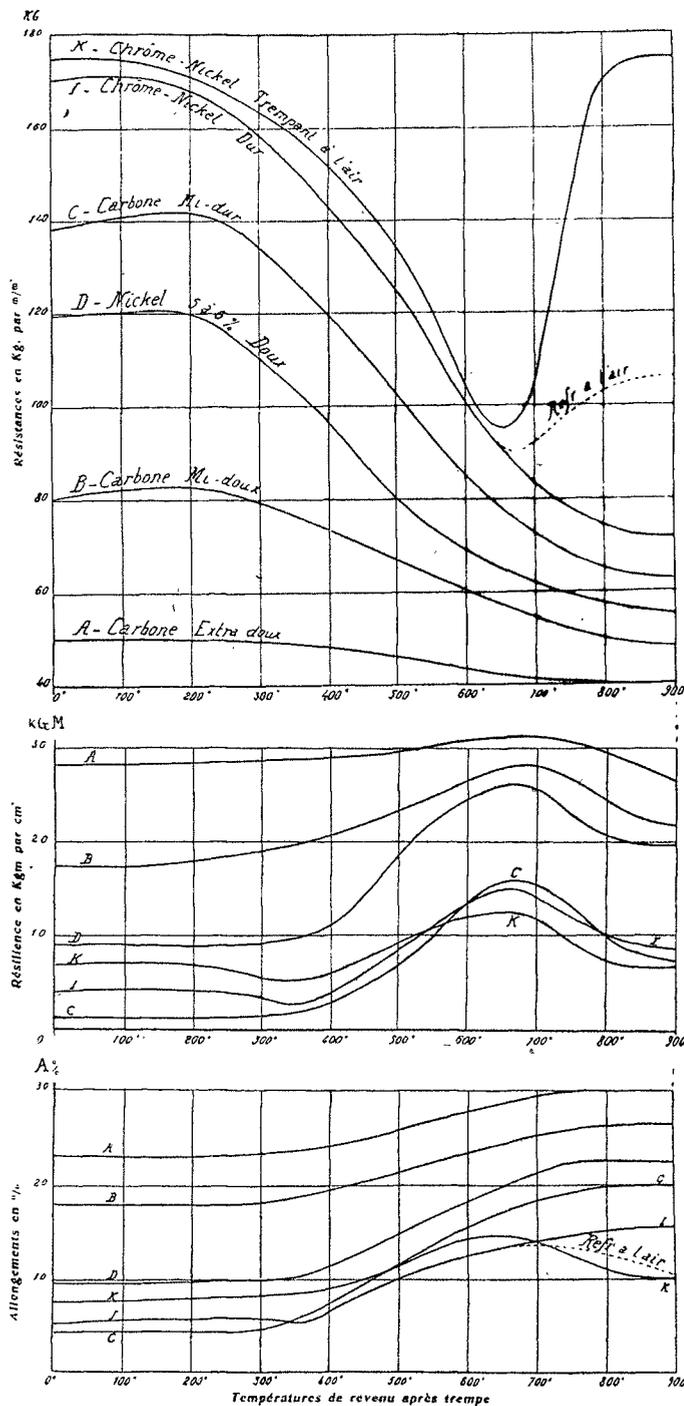


Fig. 1. — Variation des caractéristiques mécaniques des principaux aciers de construction en fonction de la température de revenu.

trempe, le refroidissement après revenu a toujours été relativement lent (refroidissement dans la chaux à 30°), sauf pour l'acier K (auto-trempant), et pour les courbes pointillées de l'acier I (Chrome-Nickel dur), qui correspondent à un refroidissement à l'air après revenu.

Outre leur intérêt documentaire, nous allons tirer de ces courbes, les bases d'une classification pour les aciers envisagés.

(1) Les Alpes Economiques, mars 1920.

TABEAU I

Compositions et Caractéristiques des principaux Aciers de Construction

Etabli par la Chambre syndicale des Constructeurs d'Automobiles

| DÉSIGNATION DE L'ACIER | | C | Si | Mn | S | P | Ni | Cr | Tu | Ya | ÉTAT DU MÉTAL | R | E. | A% | Σ | ρ | Δ | |
|------------------------|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|---|------|-------|-------|------|------|----------|--------------|
| A | CARBONE EXTRA-DOUX | 0,10 | 0,10 0,30 | 0,40 0,50 | 0,035 | 0,035 | — | — | — | — | Recuit à 900° | < 42 | > 25 | > 28 | > 70 | > 25 | > 55 | |
| | | | | | | | | | | | Trempe à l'eau à 900° .. | < 55 | > 40 | > 22 | > 65 | > 20 | > 46 | |
| B | CARBONE MI-DOUX | 0,15 0,25 | 0,10 0,60 | 0,40 0,50 | 0,035 | 0,035 | — | — | — | — | Recuit à 850° | 45 | > 28 | > 24 | > 65 | > 14 | — | |
| | | | | | | | | | | | Trempe à l'eau à 825° et revenu à 600° | 52 | > 50 | > 16 | > 60 | > 12 | — | |
| C | CARBONE MI-DUR | 0,28 0,34 | 0,10 0,60 | 0,40 0,50 | 0,035 | 0,035 | — | — | — | — | Recuit à 800° | 55 | > 35 | > 20 | > 50 | > 10 | — | |
| | | | | | | | | | | | Trempe à l'eau à 800° et revenu à 650° | 65 | > 65 | > 15 | > 55 | > 10 | — | |
| F | MANGANO SILICEUX | 0,40 0,45 | 1,60 2,00 | 0,30 0,50 | 0,035 | 0,035 | — | — | — | — | Recuit à 800° | < 80 | > 60 | > 14 | > 50 | > 6 | — | |
| | | | | | | | | | | | Trempe à l'huile à 900° et revenu à 400° | 140 | > 125 | > 6 | > 35 | > 3 | — | |
| | | | | | | | | | | | Trempe à l'huile à 900° et revenu à 550° | 150 | > 85 | > 10 | > 40 | > 5 | — | |
| | | | | | | | | | | | | 100 | > 115 | | | | | |
| X | NICKEL 2 % EXTRA-DOUX | 0,10 | 0,10 0,30 | 0,40 0,60 | 0,035 | 0,035 | 2,00 2,25 | — | — | — | Recuit à 900° | < 45 | > 30 | > 28 | > 70 | > 25 | > 53 | |
| | | | | | | | | | | | Trempe à l'eau à 900° et revenu à 600° | 60 | > 65 | > 45 | > 14 | > 60 | > 15 | — |
| D | NICKEL 5 à 6 % DOUX | 0,15 0,20 | — | 0,40 0,50 | — | — | 5 à 6 % | — | — | — | Recuit à 850° | 55 | 42 | 22 | — | — | — | |
| | | | | | | | | | | | Trempe à l'eau à 800° et revenu à 650° | 60 | 48 | 28 | — | — | — | |
| M | NICKEL 12 % | 0,18 0,22 | 0,15 0,35 | 0,25 0,45 | 0,02 | 0,02 | 12 à 13 % | 0,40 0,60 | — | — | Recuit à 500° | 95 | > 85 | > 13 | > 55 | > 10 | — | |
| O | NICKEL 33 % | 0,55 0,60 | 0,20 0,40 | 0,20 0,40 | 0,02 | 0,02 | 32,5 33,5 | 2 à 3 % | — | — | Trempe à l'eau à 900° .. | 85 | > 90 | > 50 | > 35 | > 55 | > 19 | 45,5 43,5 |
| | | | | | | | | | | | | 90 | | | | | | |
| E | CHROME-NICKEL DE CÉMENTATION | 0,15 | — | 0,20 0,40 | — | — | 2,5 à 3 % | 0,2 0,5 | — | — | Recuit à 850° | 55 | 40 | 22 | 75 | 36 | — | |
| | | | | | | | | | | | Trempe à l'huile à 925° et revenu à 500° | 95 | 90 | 12 | 65 | 25 | — | |
| H | CHROME-NICKEL MI-DUR | 0,30 0,35 | 0,15 0,30 | 0,25 0,45 | 0,02 | 0,02 | 2,60 2,80 | 0,65 0,85 | — | — | Recuit à 800° | < 65 | > 45 | > 20 | > 55 | > 10 | > 43 | |
| | | | | | | | | | | | Trempe à l'huile à 820° et revenu à 625° | 85 | > 95 | > 75 | > 14 | > 60 | > 15 | 37 39 |
| I | CHROME-NICKEL DUR | 0,40 0,45 | 0,15 0,30 | 0,25 0,45 | 0,02 | 0,02 | 2,60 2,80 | 0,65 0,85 | — | — | Recuit à 780° | < 80 | > 60 | > 12 | > 45 | > 6 | 42 | |
| | | | | | | | | | | | Trempe à l'huile à 780° et revenu à 250° | 165 | > 180 | > 155 | > 5 | > 35 | > 5 | 27 28 |
| K | CHROME-NICKEL TREPANT A L'AIR | 0,35 0,40 | 0,15 0,30 | 0,25 0,45 | 0,02 | 0,02 | 4,00 4,25 | 1,00 1,25 | — | — | Recuit à 650° (pendant plusieurs heures) | 85 | > 160 | > 60 | > 12 | > 45 | > 8 | 40 28 |
| | | | | | | | | | | | Trempe à l'air à 800-825° .. | 180 | > 180 | > 150 | > 6 | > 40 | < 6 | 29 |
| P | TUNGSTÈNE 14 % | 0,55 0,65 | 0,20 0,40 | 0,20 0,40 | — | — | — | 1,25 1,50 | 13,5 14,5 | 0,30 0,50 | Recuit à 800° | < 80 | > 80 | > 50 | > 15 | > 45 | > 5 | > 38 |
| L | ROULEMENTS A BILLES | 0,90 1,00 | 0,15 0,35 | 0,20 0,40 | 0,015 | 0,015 | — | 1,25 1,50 | — | — | | — | — | — | — | — | 23 25 | |

Les caractéristiques sont obtenues avec l'éprouvette 13.8 x 100.

La striction Σ par la formule $\frac{S - S'}{S} \times 100$.

La résilience ρ au petit pendule Charpy avec barreau Mesnager 60 x 10 x 10 entaille de 2 x 2 à rayon de 1 millim.

Δ Diamètre de l'empreinte d'une bille de 10, sous 3.000 kilogs.

Le carbone est dosé par combustion sèche et absorption par de la chaux sodée contenue dans un tube taré.

Les compositions chimiques sont données à titre d'indication et correspondent approximativement aux principales marques d'acier.

TABLEAU II

Correspondance approximative des différentes marques d'aciers de construction

| | | Compagnie des Forges de Châtillon Commentry et Neuves Maisons (Monlluçon) | Compagnie des Forges et Aciéries électriques Paul GIROD (Ugine) | Compagnie des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt (St-Chamond) | Jacob HOLTZER et Cie (Unieux) | SCHNEIDER et Cie (Le Creusot) | Société Anonyme de Commentry- Fourchambaud et Decazeville (Imphy) | Société Anonyme des Hauts Fourneaux Forges et Aciéries du Saut-du-Tarn | Société Anonyme des Forges et Aciéries de Firminy |
|---|--------------------------------|---|--|--|-------------------------------------|-------------------------------------|---|---|---|
| A | CARBONE EXTRA-DOUX | Soldat n° 8 et B F M | C U | N° 9 extra-doux et C A D | | AM 11 et AMC | N° 10 FF B C M et C M | Extra-doux et « Perméa » | N° 7 extra- doux et C T |
| B | CARBONE MI-DOUX | Soldat n° 7 | C 2 - C 3 | N° 6 doux | | A M 8, A M 9 | N° 8 D D | Demi-doux | N° 6 doux N° 5 mi-doux |
| C | CARBONE MI-DUR | Soldat n° 6 | C 4 | N° 3 dur N° 4 dur | | A M 6 | N° 5 D T | Dur-tenace Dur | N° 4 demi-dur |
| F | MANGANO SILICEUX | S E | MS et MSK | S S | R S | M L | NOS et MWS | M N S | GRN |
| X | NICKEL 2 % EXTRA-DOUX | « Incassable » | N 2 C | 2 % de Ni doux | | D M C | N C M | « Perméa n° 2 » | C T N 2 |
| D | NICKEL 5 à 6 % DOUX | SP n° 3 | N 5 C | 5 à 6 % Ni doux | N 6 | 5 DC et 5 D 6 | N 5 C M et ND | « Perméa n° 5 » et AN 5 | C T N 6 |
| M | NICKEL 12 % | | | 10 à 12 % de Ni | N 27 | 12 D | | | |
| Q | NICKEL 33 % | | | 30 % de Ni | N 32 | 33 D D F | N A S Chromé | | N 30 |
| E | CHROME-NICKEL DE CÉMENTATION | | G 1. | | N 2 + | D F C | N C R | | C T N V |
| H | CHROME-NICKEL MI-DUR | CR-NI n° 2 | K N | C N 4 | C N 5 | D F 5 S | N C 3 H 1 | E A M | N C 3 |
| I | CHROME-NICKEL DUR | CR-NI n° 1 | K N H | | C N 5 D | D F 3 S | N C 3 H 2 | E A D | N C 2 |
| K | CHROME-NICKEL TREMPANT A L'AIR | S P + | K N A | V I R | C N 6 | 4 D F 2 | B Y | F R n° 2 | V D L et V D L D |
| P | TUNGSTÈNE 14 % | Rapide S J n° 2 | Mars | Phénix D 2 | Express E | S 2 | Extra-rapide | Le Précieux | Eclair |
| L | ROULEMENTS A BILLES | R B | K S | Acier pour roulements | Spécial R | FR | T C 1 et T C 2 | R B | ROB |

I. — Série des Aciers
au Carbone.

- (A — Carbone (extra-doux).
B — Carbone (mi-doux).
C — Carbone (mi-dur).

Les aciéries fabriquent jusqu'à dix ou douze nuances d'aciers au carbone, allant depuis une résistance de 30 à 35 kilos jusqu'à 100 kilos ; mais les trois nuances envisagées dans le tableau, A, B et C, sont bien effectivement les plus employées pour la construction. Vu leur importance, nous avons donné (figure 1), les courbes complètes correspondant à ces trois aciers. Un simple examen de ces courbes permettra de se rendre compte des propriétés respectives de ces trois nuances. Elles sont, du reste, trop connues pour qu'il y ait lieu d'insister.

II. — Série des Aciers
spéciaux.

- (X — Nickel 2 % (extra-doux).
D — Nickel 5 à 6 % (doux).
H — Chrome-Nickel (mi-dur).
I — Chrome-Nickel (dur).

Nous trouvons, dans cette série, une gamme complète à

dureté croissante des aciers spéciaux pouvant être employés à la place des aciers au carbone toutes les fois où l'on a besoin de caractéristiques (limite élastique, allongements, résilience, aptitude à la trempe en profondeur) supérieures à celles que l'on obtient avec les aciers au carbone de même dureté, et que l'on n'est pas arrêté par le prix de revient plus élevé. En outre, la nuance dure des aciers au carbone ne peut guère, à cause de sa fragilité, être utilisée comme acier de construction ; elle est presque exclusivement réservée aux pièces d'outillage et ne figure pas parmi les aciers de construction. Il n'en est pas de même des aciers spéciaux.

Nous citerons, à titre d'exemple, quelques-uns des emplois de ces différents aciers :

Acier X. — A l'état recuit : spécial pour les emboutis à froid ; à l'état trempé : diverses pièces d'autos et de machines ; arbres, engrenages, bielles, crochets et tendeurs d'attelage.

Acier D. — La dureté de cet acier pouvant être déjà fortement augmentée par trempe et recuit, sans qu'il

devienne fragile, son emploi est recommandé pour les pièces devant résister à de grands efforts, notamment à des vibrations ou à des chocs : arbres à cames, bielles de moteurs rotatifs, essieux et trains d'atterrissage, tiges de marteaux-pilons, etc.

Cet acier, qui n'est pas très différent comme dureté de l'acier C au carbone, a des allongements et une résilience qui lui sont de beaucoup supérieurs comme on peut s'en rendre compte par l'examen des figures.

Acier H. — Cet acier, qui acquiert une très grande dureté par trempe et recuit, sans fragilité, convient spécialement pour toutes les applications exigeant des garanties particulières de sécurité; tels les vilebrequins de moteurs d'automobiles et d'aviation.

Pour ne pas embrouiller la figure 1, nous n'avons pas fait figurer les courbes correspondant à cet acier; mais, bien qu'ayant une dureté notablement supérieure à celle de C, ses allongements et sa résilience sont très supérieurs.

Acier I. — Cet acier, intermédiaire entre les aciers à trempe normale et les aciers auto-trempants (ou trempants à l'air), comme on peut s'en rendre compte par l'examen des courbes pleines et pointillées, correspondant respectivement au refroidissement lent et au refroidissement à l'air après revenu, a une très grande aptitude à prendre la trempe en profondeur. Par suite de sa grande dureté, il résiste fort bien à l'usure et convient particulièrement bien pour les engrenages non cémentés à grande résistance.

Notablement plus dur que l'acier C au carbone, cet acier n'en est pas moins, dans la plupart des cas, sensiblement moins fragile.

III. — Aciers de Cémentation

| | |
|---|-------------------------------------|
| } | A — Carbone (extra-doux). |
| | X — Nickel 2 % (extra doux). |
| | D — Nickel 5 à 6 % (doux). |
| | E — Chrome-Nickel (de cémentation). |

Les aciers A, X et D s'emploient suivant les cas, cémentés ou non cémentés; toutefois, la plupart des aciéries ont créé deux nuances très voisines, mais cependant différentes pour l'un et l'autre cas. L'acier de cémentation doit être, en effet, à teneur en carbone aussi faible que possible; c'est ainsi que l'acier D de cémentation ne devra pas contenir plus de 0,150 de carbone au grand maximum. Dans le tableau II, nous avons souligné les marques spéciales de cémentation.

L'obligation d'avoir une teneur en carbone très faible ne permet d'obtenir des nuances diverses parmi ces aciers de cémentation qu'en agissant sur les constituants spéciaux. L'acier de cémentation au carbone est donc unique (A). Les aciers X, D et E nous représentant la gamme des aciers extra-doux (X), mi-doux (D) et mi-durs (E) de cémentation sont donc forcément, pour les deux derniers au moins, des aciers spéciaux. Ceux dont nous parlons sont au nickel ou au nickel-chrome.

L'emploi des pièces cémentées est trop connu pour qu'il soit nécessaire d'insister. Les considérations sur la dureté respective et la composition de ces quatre aciers différents suffit pour fixer le choix dans chaque cas particulier.

IV. — Aciers trempant à l'air (auto-trempants).

| | |
|---|-------------------|
| } | M — Nickel 12 %. |
| | K — Chrome-Nickel |
| | trempant à l'air. |

Une des caractéristiques les plus intéressantes de ce genre d'acier est que sa dureté, à l'état trempé, est la même dans toute la profondeur d'une pièce, quelle que soit l'épaisseur. La trempe de ces aciers ne les déforme nullement.

L'acier M et l'acier K s'emploient pour toutes les pièces

qui, en raison de leur travail exceptionnel, exigent une rigidité spéciale telle que clavettes, boulons et écrous spéciaux, arbres, tiges de freins, etc.

On doit signaler, en outre, bien que cela sorte un peu de notre sujet, la très grande résistance de l'acier K aux projectiles d'où son emploi comme plaque de blindage, soit à l'état naturel pour les blindages relativement minces contre les petits projectiles, soit à l'état cémenté et traité pour les blindages épais contre la grosse artillerie.

V. — Acier à grand allongement et très résistant à la corrosion. } O — Nickel 33 %.

Le tableau I ne renferme qu'un seul acier de ce genre, l'acier O. Son inoxydabilité le désigne tout particulièrement pour les pièces devant travailler à l'humidité et à la vapeur. Il résiste également bien aux chocs répétés et à la corrosion par les gaz portés à haute température, c'est ce qui le fait employer pour certaines pièces de moteurs à explosion.

VI. — Aciers à emplois spéciaux.

| | |
|---|--------------------------|
| } | F — Manganosiliceux. |
| | P — Tungstène 14 %. |
| | L — Roulements à billes. |

Acier F. — Nous attirons l'attention sur la dénomination un peu défectueuse de cet acier, appelé silico-manganéux par les uns, il est désigné par esprit d'imitation et de contradiction, également par d'autres, sous le nom de manganosiliceux. Or, c'est tout simplement un acier au silicium qui est spécialement utilisé pour la fabrication des ressorts, en raison de la limite élastique élevée qu'il peut atteindre à l'état trempé et recuit, sans que sa fragilité soit trop exagérée. Cet acier est également utilisé pour les engrenages et pour les pièces travaillant à la flexion et à la torsion comme les vilebrequins.

Loin de favoriser la trempe, le silicium a plutôt tendance à le rendre plus difficile. On ne doit donc pas craindre de tremper énergiquement cet acier. On préconise même souvent une trempe beaucoup plus énergique que celle indiquée au tableau I, c'est-à-dire trempe à l'eau à des températures pouvant aller jusqu'à 1000°. Le recuit est ensuite proportionné à la dureté finale que l'on désire: 200 à 300° pour les ressorts; 400° pour les engrenages, 650° pour les vilebrequins.

Il n'est pas sans intérêt de signaler que cet acier, utilisé cependant depuis fort longtemps, a reçu, pendant la guerre, une application nouvelle qui lui a donné un regain d'actualité. Il s'agit de son emploi pour les cylindres de moteurs d'aviation. On a reconnu, en effet, à l'usage, que les cylindres ainsi constitués résistaient mieux aux températures élevées auxquelles ils travaillent, que les aciers au carbone de dureté correspondante.

Acier P. — Comme acier de construction, on utilise la propriété de cet acier (qui n'est autre qu'un acier à outil rapide) de conserver à température élevée des caractéristiques mécaniques beaucoup plus élevées que les autres aciers. Or, dans les moteurs à explosion, très poussés, comme c'est le cas des moteurs d'aviation, les soupapes d'échappement peuvent atteindre jusqu'à 800°. Cet acier est donc tout indiqué.

Acier L. — Le roulement à billes constitue une fabrication bien spéciale nécessitant un acier trempant fortement. Cet acier au chrome est universellement adopté pour cet usage.

Nous allons maintenant comme conclusion résumer dans le tableau III les principaux emplois des différents aciers, que nous venons d'envisager.

TABLEAU III

Emplois des principaux Aciers de construction

| Désignation de l'acier | Désignation de l'acier |
|--|---|
| <p>A <i>Etat non cémenté.</i> — Acier pour tréfilage et étirage. — Conduite d'eau rivée (les conduites soudées nécessitent une nuance particulière ayant sensiblement la même composition chimique, mais élaborée spécialement). — Jantes d'automobiles. — Maillon pour chaînes de Galle. — Rivets. — Tôles et pièces embouties à froid, ou repoussées au marteau.</p> | <p>— Tôles pour châssis rigides. — Tubes spéciaux, pour trains d'atterrissage par exemple.</p> <p><i>Etat cémenté et traité.</i> — Possède une plus haute résistance après trempe que les aciers A et X. — S'emploie donc dans les mêmes cas où on a des pièces fatiguant beaucoup et devant résister à l'usure par frottement. — Arbres de vilebrequins. — Axes de pistons. — Bielles diverses. — Champignons de soupapes. — Engrenages. — Essieux AV et AR d'automobile. — Fusées d'essieux. — Pignons.</p> |
| <p><i>Etat cémenté et traité.</i> — Cet acier est spécialement fabriqué en vue de la cémentation pour toutes les pièces destinées à travailler au frottement. — Arbre de trains baladeurs. — Arbres, bielles et axes divers. — Axes de pistons. — Cames. — Cônes. — Couronnes de différentiels. — Cuvettes. — Engrenages. — Mouvements de pédaliers. — Pignons. — Poussoirs. — Pièces diverses pour automobiles et bicyclettes.</p> | <p>M Clavettes, boulons et écrous spéciaux. — Arbres. — Profilés pour construction très résistante. — Tiges de freins de canons.</p> |
| <p>B Arbres de transmission. — Arbres divers. — Barres d'excentriques. — Bielles diverses. — Boulons ordinaires. — Cadres de tiroirs. — Colliers d'excentriques. — Crosses de pistons. — Essieux droits de locomotive. — Essieux de wagons et de tramways. — Ferrures diverses. — Longérons. — Pistons. — Plaques de garde. — Poinçons à chaud. — Profilés et tôles pour châssis d'automobile, pour ponts et charpentes. — Tiges de pistons. — Tôles pour coques. — Vis. — Pièces diverses pour machines.</p> | <p>O Acier inoxydable spécialement désigné pour pièces devant travailler à l'humidité et à la vapeur et la corrosion par les gaz chauds. — Clapets, soupapes de moteurs. — Tiges de pompes.</p> |
| <p>C Cet acier est très employé pour la construction mécanique générale et pour la construction automobile. — Arbres. — Axes. — Moyeux. — Essieux. — Bielles. — Pièces de châssis. — Carters. — Clavettes. — Crochets d'attelage. — Cylindres de moteurs. — Disques de turbines. — Etampes à chaud. — Ferrures diverses. — Fusées d'essieux. — Glissières. — Outils agricoles : pelles, bêches, socs et versoirs de charrues, etc. — Ressorts. — Tendeurs d'attelage. — Pièces d'armes. — Boulons, vis, écrous.</p> | <p>E <i>Etat cémenté et traité.</i> — Présente après cémentation et traitement (trempe et revenu) non seulement une très grande dureté superficielle ; mais la partie intérieure elle-même a une très grande résistance et une limite élastique élevée. — Axes de pistons. — Boulons spéciaux. — Champignons de soupapes. — Engrenages. — Tubes spéciaux pour trains d'atterrissage, etc.</p> |
| <p>F Acier supérieur pour lames de ressorts et ressorts de toutes sortes. — Engrenages. — Pièces travaillant à la flexion ou à la torsion comme les arbres-vilebrequins. — Cylindres de moteurs d'aviation.</p> | <p>H C'est le plus employé des aciers pour pièces de machines délicates. Il joue un grand rôle dans la construction automobile, l'aviation, les organes les plus essentiels des torpilleurs à grande vitesse, etc. — Arbres de dynamos, de turbines. — Arbre vilebrequins. — Boulons spéciaux. — Disques de turbines. — Essieux droits pour locomotive, wagons, tramways. — Manivelles. — Tiges de pistons. — Tôles pour usages spéciaux, etc., etc.</p> |
| <p>X <i>Etat non cémenté.</i> — Pièces d'attelage de chemin de fer. — Essieux d'automobile. — Fusées, boulons, écrous. — Rivets pour construction supérieure. — Tiges de pilons. — Leviers de direction.</p> | <p>I Acier extrêmement dur après traitement (trempe à l'huile avec revenu à 250° ou même sans revenu), résiste particulièrement bien à l'usure par frottement. Il est donc l'acier idéal pour les engrenages non cémentés à haute résistance.</p> |
| <p><i>Etat cémenté et traité.</i> — L'emploi dans les mêmes conditions que l'acier A cémenté, mais pour des fabrications plus soignées, car il donne une sécurité plus grande que ce dernier.</p> | <p>K Cet acier donné par simple trempe à l'air des résultats analogues à ceux du précédent trempé à l'huile. Il convient donc à des emplois du même genre et n'a pas à craindre les déformations de trempe. — Engrenages. — Arbres à cône. — Matrices. — Tôles de masque.</p> |
| <p>D <i>Etat non cémenté.</i> — Ailettes de turbines à vapeur. — Soupapes de moteurs. — Profilés pour châssis rigides. — Tiges de pilons.</p> | <p>P Acier spécial pour pièces devant travailler à des températures élevées comme soupapes d'échappement des moteurs d'aviation.</p> |
| | <p>L Acier ayant une très grande résistance à l'usure et à l'écrasement. — S'emploie spécialement pour tubes, barres, galets pour roulements à billes. — Billes. — Grains de butée. — Crapaudines, etc.</p> |

NOTA. — Les chiffres de résilience indiqués dans le tableau de la Chambre syndicale des Constructeurs d'automobiles et ceux que nous donnons en courbes dans notre figure, ont été obtenus en cassant au mouton pendule Charpy de 30 kilogrammètres des barreaux du type Mesnager de 60 × 10 × 10, entaille de 2 × 2 à rayon de 1 m/m (voir fig. 2).

On sait combien les essais dits essais de fragilité sont quelque chose d'artificiel. Le chiffre de résilience (nombre de kilogrammètres nécessaires pour obtenir par choc la rupture de la section non entaillée d'un barreau ; section rapportée à 1 cm²), ne dépend pas seulement, comme les autres constantes d'essais, de la nature du métal ; il dépend aussi, dans de fortes proportions, de l'appareil d'essai et surtout des dimensions du barreau et de la forme de son

entaille. En outre, la force vive absorbée par la rupture du barreau caractérise non seulement son aptitude à la rupture par fragilité, mais encore bien souvent, son aptitude à la déformation, car les barreaux entaillés d'acier doux se déforment notablement pendant l'essai de choc. Les ruptures accidentelles dites ruptures par fragilité, auxquelles ces mêmes aciers sont parfois sujets lorsqu'ils sont utilisés dans la pratique, accusent, au contraire, des déformations très faibles.

Cet essai, tel qu'il est actuellement pratiqué, est donc très imparfait, tout le monde est d'accord sur ce point ; mais il donne cependant des renseignements intéressants qui, faute de mieux, ne doivent pas être négligés. Il faut seulement se bien persuader que les résultats de l'essai ne signi-

fient rien en valeur absolue, et qu'ils ne peuvent donner des indications susceptibles de guider, même à titre comparatif, que s'ils sont obtenus dans des conditions en tous points identiques.

Ces considérations et d'autres d'un ordre peut-être un peu moins élevé, avaient rendu les industriels très circonspects relativement à ce genre d'essai. Toutefois, à la suite d'une sorte d'entente tacite, les métallurgistes avaient fini par accepter l'essai de fragilité tel qu'il est défini dans le tableau I : barreau Mesnager (fig. 2) cassé au pendule Charpy.

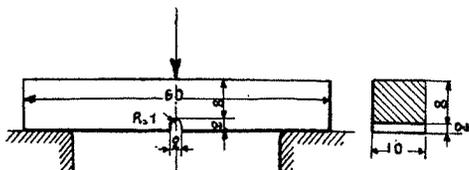


Fig. 2. — Barreau Mesnager.

C'est ainsi que nos courbes (fig. 1) ont été obtenues. L'obtention de telles courbes, on le comprendra facilement, nécessitent un nombre considérable d'essais très coûteux. Or, la documentation très péniblement établie jusqu'ici va devenir, à peu près inutilisable, car la Commission Permanente de Standardisation a rendu officiel, pour cet essai, un type de barreau différent de celui qui avait été accepté officieusement jusqu'ici.

Ce nouveau type dont on trouvera le croquis (figure 3) est un compromis entre le barreau Mesnager et le barreau Charpy.

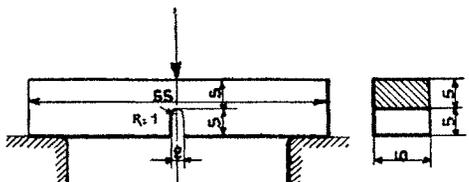


Fig. 3. — Barreau de la Commission Permanente de standardisation.

Nous n'avons pas l'intention de critiquer, ici, la décision de la Commission Permanente de Standardisation qui a adopté ce nouveau barreau sur la proposition des savants les plus compétents et les mieux qualifiés, qui avaient été spécialement chargés d'étudier cette question ; mais nous tenons à souligner la répercussion assez considérable que va avoir cette décision et les travaux importants qui devront être faits pour mettre la documentation sur la fragilité en concordance avec le nouveau type d'épreuve. On ne peut espérer, en effet, passer des essais anciens aux nouveaux, en appliquant un simple coefficient. Des études récentes de M. Guillet (1) d'une part et de M. Legrand (2) d'autre part, montrent que, pour les *aciers doux*, la résilience observée avec le nouveau barreau est égale environ aux 2/3 de celle que donnait le barreau Mesnager ; quant aux *aciers durs*, il y a à peu près identité.

Ces quelques réflexions suffisent à montrer la complexité du problème de la fragilité des métaux et l'intérêt que présentent les études qui tendent à éclaircir un peu cette question fort délicate.

P. DEJEAN,

Directeur du Laboratoire des Essais Mécaniques et Métallurgiques de l'Institut Polytechnique de l'Université de Grenoble.

(1) Revue de Métallurgie, avril 1921.

LÉGISLATION

LE RACHAT DES CONCESSIONS DE CHUTES D'EAU

On nous a demandé à plusieurs reprises de préciser les conditions dans lesquelles doit, ou peut être opéré le rachat d'une concession hydraulique, donnée d'après la loi du 16 octobre 1919 et en conformité du cahier type approuvé par décret du 5 septembre 1920 (voir le texte à mon Manuel sur la Législation Nouvelle des Chutes d'Eau, page 219).

Nous reconnaissons qu'il y a sur ce point certaines obscurités à éclaircir et nous avons l'intention dans le présent article de nous y employer de notre mieux.

I

D'une façon générale, l'autorité administrative n'admet plus aujourd'hui qu'elle puisse donner une concession, pour un temps assez long, sans prévoir à son profit le droit absolu de reprendre ce qu'elle a donné, ou... pour parler plus exactement, de *prendre pour la première et dernière fois*, ce que le concessionnaire a établi. En effet, un amateur de précision dans le style, se demande pour quel motif on parle du « rachat » des concessions : pour « racheter », il faut avoir vendu une première fois. Je dis couramment, par exemple, qu'après avoir aliéné mon immeuble, je l'ai « racheté » parce qu'à la suite d'un regret, j'ai voulu m'en rendre à nouveau propriétaire. Mon acquéreur en avait fait « l'achat », je procède à une seconde opération « d'achat » et, bien que les rôles aient changé puisque je suis acheteur de ce que j'ai vendu, on peut dire qu'il y a « rachat » parce qu'en réalité, il y a un deuxième « achat ». Mais quand l'autorité supérieure m'a donné, dans un cahier des charges approuvé par décret, un titre nu grâce auquel j'ai eu le droit de faire des travaux pour mettre en valeur la puissance de l'eau, et quand elle me demande en cours de concession d'abandonner la jouissance des travaux que j'ai faits, de mes propres deniers, on cherche comment il peut être parlé de « rachat », puisque ces ouvrages n'ont jamais été vendus, ni achetés.

Quoi qu'il en soit, le terme est bien ancré dans nos usages et il y restera d'autant plus sûrement qu'il est faux.

La première loi qui a affirmé l'intention du Gouvernement de ne plus donner ou laisser donner de concession, *de peu d'importance*, sans permettre à l'autorité concédante de la rompre, est la loi du onze juin 1880 (1) sur les chemins de fer d'intérêt local, où nous lisons ce qui suit : « à toute époque, une voie ferrée peut être distraite « du domaine public, départemental ou communal et « classée par une loi dans le domaine de l'Etat. Dans ce « cas, l'Etat est substitué aux droits et obligations du département et de la commune à l'égard des entrepreneurs et « des concessionnaires tels que ces droits et obligations résultent des conventions légalement autorisées. En cas d'éviction du concessionnaire, si ces droits ne sont pas réglés, « soit par un accord préalable, soit par le cahier des char-

(1) La loi de 1880 a laissé la place à une loi nouvelle du 13 juill. 1913, dont le texte se trouve à la Revue des Concessions, Volume N° 12, année 1913.