

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 44 (1918)  
**Heft:** 17

**Artikel:** Emplois et traitement des aciers utilisés dans la construction des moteurs légers  
**Autor:** Barbillon, L.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-34045>

### **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:** 02.05.2026

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

a été remplacé par un crible et on a installé dans le dépôt un second réservoir surélevé par rapport au premier et muni d'un grand filtre. On peut ainsi dans le temps voulu procéder au filtrage d'une grande quantité d'huile et la conserver en cet état jusqu'au moment du remplissage des réservoirs des voitures, ce qui a lieu en quelques minutes.

Sur les lignes de chemins de fer saxons sur lesquelles on a procédé à des essais, les voitures ont eu à gravir des rampes allant jusqu'à 1 : 90 (11,1<sup>0</sup>/<sub>100</sub>). La vitesse atteinte a été de 43 km. à l'heure pour un train ne comportant pas de remorque. Sur une rampe de 1 : 200 (5<sup>0</sup>/<sub>100</sub>) une automotrice a pu remorquer une charge de 47 tonnes (automotrice non comprise) à la vitesse de 40 km. à l'heure. La plus grande vitesse obtenue en ligne droite, sans voiture de remorque, a été de 75 km. à l'heure et, avec une voiture de remorque pesant 47 tonnes, de 50 km. à l'heure. La figure 13 représente le diagramme relevé lors d'un trajet Dresde-Neustadt-Leipzig. Comme on le voit, la voiture a atteint une vitesse de 42 km. à l'heure environ sur une rampe de 1 : 100 (10<sup>0</sup>/<sub>100</sub>). Le temps du trajet, y compris un certain nombre d'arrêts devant des signaux fermés, a été, pour le tronçon Dresde-Neustadt-Leipzig, de 70 minutes et pour le tronçon Döbeln-Leipzig de 46 minutes. Les chiffres de consommation de combustible sont les suivants :

TRAJET	GAZOLINE		HUILE LOURDE		COMBUSTIBLE TOTAL Kg./km.
	Kg.	Kg./km.	Kg.	Kg./km.	
Dresde N.—Döbeln (64 km.)	9,8	0,15	49,2	0,77	0,92
Döbeln—Leipzig (70 km.)	15,9	0,23	43,8	0,50	0,73

Le trajet Hof-Dresde, de 226 kilomètres, qui comporte de longues rampes atteignant 1 : 60 (17<sup>0</sup>/<sub>100</sub>), a été effectué sans difficultés. La consommation totale de combustible a été de 185 kg., soit 0,82 kg./km.

Les consommations spécifiques de combustible relevées par kilomètre prouvent que le chiffre de 0,65 kg. de combustible consommé par kilomètre pour une vitesse moyenne de 50 km. à l'heure sur parcours horizontal, admis ci-dessus pour le calcul du nombre maximum de kilomètres que peut parcourir l'automotrice, sans qu'il soit nécessaire de remplir à nouveau les réservoirs, n'est pas trop bas.

D'une façon générale, les essais de marche faits jusqu'ici ont donné aux ingénieurs de la traction la conviction que les voitures répondront à toutes les exigences de l'exploitation. L'avenir dira dans quelles mesures ces espérances sont fondées. On peut, dans tous les cas, affirmer que les automotrices avec groupe moteur Diesel-dynamo réalisent un progrès notable dans le domaine de la traction sur rails.

## Emplois et traitements des aciers utilisés dans la construction des moteurs légers.

Par M. L. BARBILLON,  
Professeur à la Faculté des Sciences,  
Directeur de l'Institut Polytechnique de Grenoble.

(Suite et fin)<sup>1</sup>

### Vérifications, essais, déformations.

L'essai de dureté à la lime n'est qu'un essai grossier, suffisant toutefois pour une première approximation. Les organes d'importance capitale comme les arbres à cames sont soumis à l'essai au scléroscope. La hauteur de rebondissement d'un petit cylindre définit la dureté de la surface éprouvée ; on admet qu'elle est fonction du travail élastique de la région étudiée, lequel est fonction de la limite élastique  $E$  du métal considéré. Cependant les résultats pratiques ont été parfois en désaccord avec les indications de cet appareil, lequel, étant donnée la délicatesse de son maniement, sa précision apparente ou réelle, est en honneur dans certains ateliers où on le considère comme fournissant un critérium absolu de la dureté.

L'examen de la cassure permet de s'assurer de la qualité du grain. Il est important, lorsque l'on casse des pièces, d'opérer toujours dans des conditions uniformes : l'intensité du choc, la distance entre appuis sont deux facteurs influençant l'aspect de la cassure.

La trempe déforme légèrement les pièces courtes ; les irrégularités disparaîtront après rectification. Les organes très allongés (arbres à cames) subissent au contraire des déformations importantes que l'on cherchera à réduire le plus possible par un traitement thermique bien conduit. A cet effet on opérera comme suit : ces arbres, après un premier usinage (décolletage grossier), seront trempés à 800° à l'eau et recuits à 600°. Il en résultera une déformation que l'on corrigera généralement à la presse à balancier. Suivent la cémentation et la trempe à l'eau salée à 800°. Une nouvelle déformation se produit, plus faible que la précédente, facile à faire disparaître et annihilée complètement par la rectification.

### 2° Aciers trempants ordinaires.

Nous les classerons en :

- Aciers au carbone mi-doux ( $B$  — Marine) ;
- Aciers au carbone mi-durs (Montluçon n° 5) ;
- Aciers au chrome-nickel mi-durs (genre  $C N 5$ ) ;
- Aciers au chrome-nickel durs (genre  $C N 5 D$ ) ;
- Aciers au chrome-nickel très durs (genre  $C N R$ ) ;
- Aciers pour roulements (type  $K S$ , Uginé).

Le principe général du traitement de ces aciers se déduit de l'observation de la figure 2 :  $A B C D$  représente la courbe de transformation à l'échauffement d'un acier ;  $\alpha$ , température du début de la transformation, définit le maximum de revenu ;  $\beta$  est la température minimum de trempe. Théoriquement, on communiquera à l'acier les meilleures caractéristiques mécaniques en trempant à une température supérieure à  $\beta$  (50° en dessus) aussi énergiquement que possible et en faisant revenir au maximum à la température  $\alpha$ . Dans les applications, des trempes peu énergiques sont souvent préférables pour éviter les tapures ou même le revenu après trempe, opération très délicate. Ce revenu après trempe devra toujours être suivi de refroidissement complet dans l'eau froide. Il sera poussé à une température d'autant plus élevée que l'on désire conserver plus de dureté ; on peut faire, suivant les cas, ce revenu dans tout l'intervalle : température ordinaire et 650°. A cette dernière température, l'on peut être sûr que la transformation

<sup>1</sup> Voir *Bulletin technique* 1918, p. 140.

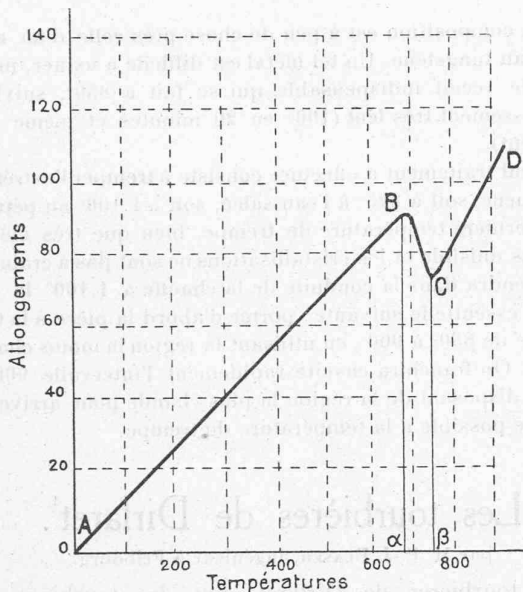


Fig. 2. — Principe général du traitement d'un acier.  
 $\alpha$  = Température maximum de revenu.  
 $\beta$  = Température minimum de chauffe pour la trempe.

à l'échauffement n'est pas encore commencée pour tous les aciers qui nous occupent.

**Nuances a et b.** — Ces métaux donnent sur éprouvettes recuites une résistance à la traction variant de 55 à 65 kg. L'acier mi-doux convient à la fabrication des boulons. Le traitement peut se faire sur pièces brutes ou sur pièces usinées. Il consiste dans une trempe à 830°-850° à l'eau, suivie d'un revenu à 550°-575°. On peut ainsi réaliser un allongement de 20 % (minimum imposé pour certains boulons de moyeux). Un essai à la bille est ensuite effectué; si l'empreinte est d'un diamètre sortant des limites imposées, retremper ou faire revenir suivant le cas.

La nuance b a son emploi dans la fabrication des cylindres (dédruit d'un bloc massif obtenu d'un estampage). Ils sont traités après usinage :

Trempe à l'eau à 820°;

Revenu à 550°, suivi de trempe à l'eau.

Après ce traitement, les caractéristiques mécaniques sont devenues :

$R = 80$  kg.,  $E = 65$  kg.,  $A = 6,5$  %, résilience = 12.

**Nuances c et d.** — Nous donnons la composition chimique des aciers C N 5 et C N 5 D :

Acier C N 5 (Holtzer)	Acier C N 5 D (Holtzer)
C = 0,3	C = 0,5
Si = 0,3	Si = 0,3
Mn = 0,2	Mn = 0,3
Ni = 2,5	Ni = 2,7
Cr = 0,8	Cr = 0,9

Ces aciers sont très employés : vilebrequins, bielles, engrenages, arbres divers. Après traitement judicieux, ils acquièrent une limite élastique et une résistance à la traction élevées, en même temps qu'une résilience très forte.

On les trempe à 800° à l'eau ou à l'huile. Revenu entre 550°-600°. Signalons qu'après revenu au-dessus de 550°, l'acier devient fragile si le refroidissement consécutif au recuit est trop lent. Il est donc de la plus haute importance de terminer ce recuit après trempe par un refroidissement complet dans l'eau froide.

Le traitement se fait sur pièces brutes : vilebrequins et bielles, ou sur pièces usinées : engrenages et arbres divers. Le vilebrequin est l'organe le plus massif du moteur. Il est

estampé. On est exposé à voir se produire des criques, car ces aciers au chrome-nickel se soudent assez mal par rapprochement. On cherchera minutieusement à mettre ces criques en vidence.

Les trempes à l'eau et à l'huile donnent comme durcissement des résultats peu différents. On en profitera pour accorder la préférence aux trempes douces qui produiront moins de tapures et de déformations; le bain à l'huile à la température de 30 à 40° convient au traitement des vilebrequins. L'acier C N 5 traité dans ces conditions possède les caractéristiques suivantes :

$R = 90$  kg.,  $E = 76$  kg.,  $A = 15,5$  %, résilience = 14,5.

L'examen de la cassure après les chutes, l'essai Brinell surtout, permettent de s'assurer de la qualité du traitement.

e) **Aciers genre C N R.** — Leur composition chimique est à peu près la suivante :

C = 0,30
Si = 0,30
Mn = 0,30
Ni = 3,7
Cr = 1,5

Les caractéristiques à l'état naturel sont :

$E = 76$  kg.,  $R = 90$  kg.,  $A = 15,3$  %, résilience = 14,25.

Ces aciers, encore plus que les précédents, risquent de taper par les trempes énergiques. On emploiera donc les trempes douces à l'eau salée saturée bouillante, à l'air, par exemple. Température de chauffe pour la trempe : 780° à 800°.

Pour faciliter l'usinage, un recuit vers 650° pendant une durée de 3 à 5 heures est nécessaire.

On peut aussi pour tout traitement tremper ces métaux dans l'huile très chaude (vers 250°), ou dans des bains de sels ou de plomb à 300°-350°.

Après la trempe à l'air à 800°, les caractéristiques mécaniques sont devenues :

$R = 170$ kg.
$E = 152$ kg.
$A = 14,3$ %
Résilience = 6 à 7,5

Nous signalerons l'emploi de l'acier V I R dans la fabrication des pistons; le B N D et le C N R se rencontrent plus pratiquement dans la construction des bielles, où leurs qualités

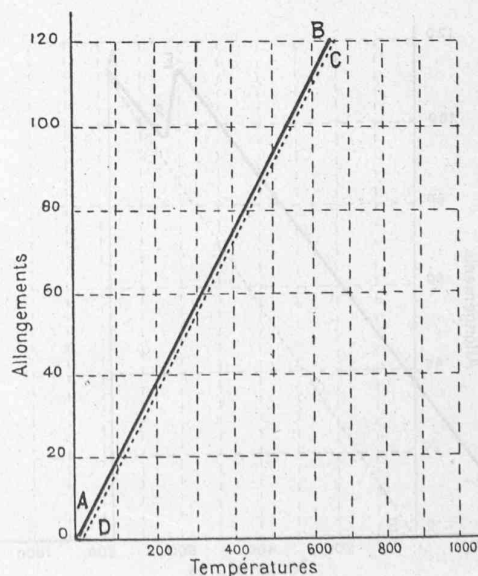


Fig. 3. — Courbe de dilatation d'un acier à 33% de nickel.  
 La transformation n'existe pas, l'acier n'ayant pas été refroidi au-dessous de zéro.

de haute résistance ont permis un allègement considérable.

f) Généralement, les roulements à billes sont l'objet de spécialités et, en conséquence, sont livrés, traités et prêts à être montés. On emploie quelquefois l'acier à roulements dans la fabrication des butées et des rondelles de réglage. Le traitement consiste dans une trempe à l'huile à 800° suivie d'un revenu à 150°.

### 3° Aciers spéciaux.

Sous cette dénomination, nous comprenons :

- L'acier à 12 0/0 de nickel ;
- L'acier à 33 0/0 de nickel ;
- L'acier au tungstène.

a) Cet acier a la composition chimique ci-dessous :

$$C = 0,20, \quad Si = 0,13, \quad Mn = 0,36, \quad Ni = 12.$$

Ses applications sont réservées aux goujons fixant les chapeaux sur les bielles, les cylindres sur les carters, fourchettes d'attaches, de magnéto, etc.... Ces pièces ne subissent aucun traitement. Si l'on a pris au forgeage et à l'estampage les précautions habituelles (chauffe et travail bien conduits), on n'a pas à craindre les fâcheuses cristallisations, causes de fragilité.

A l'état naturel, un acier à 12 0/0 de nickel possède les caractéristiques mécaniques suivantes :

$$R = 95 \text{ kg.}, \quad E = 88 \text{ kg.}, \quad A = 14 \text{ 0/0}, \quad \text{résilience} = 10.$$

b) L'acier à 33 0/0 de nickel a été couramment employé dans la fabrication des clapets. Les figures 3 et 4 indiquent que le seul traitement qui peut durcir un tel métal est le refroidissement au-dessous de 0°. La transformation au refroidissement peut être réalisée dans l'air liquide. Pratiquement, ces aciers ne la subissent pas ; toute opération de forgeage, estampage, emboutissage, étrépage durcit le métal d'autant plus qu'elle a lieu à plus basse température. Tout chauffage de la pièce amenée à sa forme définitive adoucit le métal d'autant plus qu'il a été effectué à plus haute température. Le seul traitement applicable est le recuit avant usinage à 850° avec refroidissement dans la chaux. L'usinage est assez difficile ; la résistance à l'outil même après recuit reste très grande. On emploie plus couramment aujourd'hui l'acier au tungstène dans la fabrication des soupapes.

c) Analyse d'un acier au tungstène :

$$C = 0,45, \quad Si = 0,50, \quad Mn = 0,40, \quad Cr = 1,25, \quad Tu = 14.$$

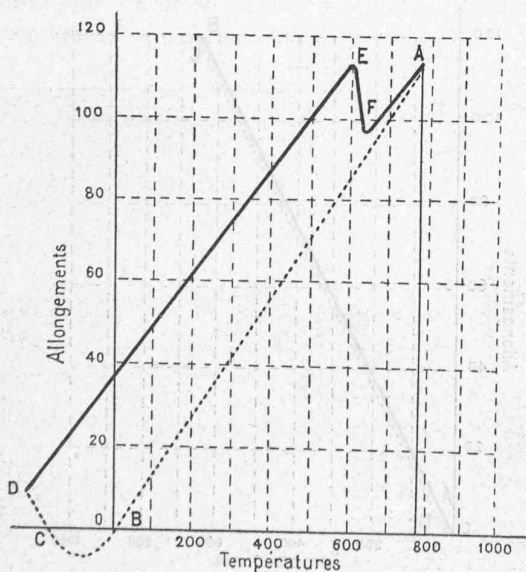


Fig. 4. — Courbe de dilatation d'un acier à 33 0/0 de nickel refroidi dans l'air liquide.

La transformation à l'échauffement commence à 600° environ.

Cette composition est à peu de chose près celle d'un acier à outil au tungstène. Un tel métal est difficile à usiner, même après le recuit indispensable qui se fait à 850°, suivi de refroidissement très lent (100° en 20 minutes et même plus lentement).

Le seul traitement à effectuer consiste à tremper l'extrémité de la queue, soit à 825° à l'eau salée, soit à 1.100° au pétrole. Cette dernière température de trempe, bien que très élevée, n'est pas nuisible et les cristallisations ne sont pas à craindre. L'on prendra dans la conduite de la chauffe à 1.100° la précaution essentielle suivante : porter d'abord la pièce à la température de 850° à 900°, en utilisant la région la moins chaude du four. On franchira ensuite rapidement l'intervalle 900° à 975° en disposant de la région la plus chaude pour arriver le plus vite possible à la température de trempe.

## Les tourbières de Dirlaret<sup>1</sup>.

par M. P.-J. BLASER, ingénieur à Fribourg.

Les tourbières de Dirlaret sont des tourbières de plateau (Hochmooren) situées à près de 900 mètres d'altitude et à environ 12 km. de Fribourg, dans la direction de Planfayon.

La tourbe qui s'y trouve provient de la décomposition lente de mousses dans des conditions d'humidité spéciales.

Ces tourbières sont au nombre de deux, le Rotmoos, d'une superficie d'environ 12 hectares, et l'Entenmoos, d'une superficie d'environ 6 hectares. Au Rotmoos, la profondeur maximum de la tourbe déterminée par les sondages est de 10 m. 50, tandis qu'elle n'est que de 9 m. à l'Entenmoos. Le volume approximatif de la première tourbière est de 675 000 m<sup>3</sup> et seulement de 175 000 m<sup>3</sup> pour la seconde, soit au total environ 850 mille mètres cubes de tourbe.

L'Etat de Fribourg qui s'est rendu propriétaire de ces deux tourbières au commencement de cette année pour le prix d'environ 90 000 fr., a décidé d'y faire toutes les installations nécessaires pour l'exploitation rationnelle de la tourbe. Le devis de ces installations, canalisations, malaxeurs, matériel Decauville, hangars, réfection des chemins d'accès, etc., s'élève à 275 000 fr., non compris le fonds de roulement pour l'exploitation.

L'installation de la tourbière du Rotmoos a été décidée vers la mi-février, et celle de l'Entenmoos au commencement d'avril. En ce moment-ci, trois malaxeurs fonctionnent sur ces tourbières, dont deux au Rotmoos et un à Entenmoos. Etant donné les nombreux avantages de la tourbe malaxée sur la tourbe coupée et d'ailleurs la nature de la tourbe du Rotmoos qui se prêtait mal à une exploitation à la main, nous n'avons pas prévu l'exploitation de tourbe coupée mais seulement de tourbe malaxée et nous avons installé au Rotmoos un malaxeur Buehler et un malaxeur Birchler et Pflug, et à Entenmoos un malaxeur Buehler, tous trois avec transporteurs à chaîne et pouvant produire chacun 100 à 150 m<sup>3</sup> de tourbe malaxée par jour, ce qui correspond à environ

<sup>1</sup> Communication faite à la Section de Fribourg S. I. A. et Société Technique fribourgeoise.