

**Zeitschrift:** Le Tracteur et la machine agricole : revue suisse de technique agricole  
**Herausgeber:** Association suisse pour l'équipement technique de l'agriculture  
**Band:** 24 (1962)  
**Heft:** 10

**Artikel:** Bague porte-segments "Frigobor" pour pistons de diésels  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1083434>

### **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:** 11.01.2026

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

# **Bague porte-segments «Frigobor» pour pistons de diésels**

## **Problèmes d'origine thermique dans les pistons des diésels**

Dans ces moteurs, une importante partie de l'énergie totale produite par la combustion est constituée par de la chaleur, dont l'évacuation a lieu par les deux voies suivantes: 1) le tuyau d'échappement; 2) les parois du cylindre et la jupe du piston.

Dans le moteur à 4 temps, la charge thermique du piston se montre d'autant plus forte que le rapport course-alésage est plus bas et le régime plus élevé. Afin de se faire une idée précise de cet échauffement du piston, il s'avère nécessaire de connaître le mode de propagation du flux thermique qui résulte de la convection \*) des gaz de combustion vers son fond.

Le phénomène de la propagation du flux thermique dans un piston bon conducteur de chaleur a été décrit par Becker de la façon représentée sur le croquis I A. Des recherches ultérieures ont pourtant fait apparaître que les choses ne se passent pas exactement ainsi. Afin de connaître l'orientation exacte de ce flux, il a été nécessaire d'étudier la répartition, dans la masse du piston, des températures stabilisées.

Les procédés expérimentaux qui permettent de déterminer les températures dans la masse du piston sont fondés sur la modification de la structure micrographique de l'alliage métallique, modification qui peut être constatée:

- par l'abaissement sclérométrique \*\*)
- par l'examen macrographique du fond du piston après que sa surface polie a été attaquée par des réactifs judicieusement choisis.

Il convient de préciser que les trois facteurs principaux servant de base à ces expérimentations sont: 1) la structure micrographique initiale de l'alliage; 2) la température de stabilisation durant le fonctionnement du moteur; 3) la durée de cette température.

Si l'on n'arrive pas à déterminer exactement les températures avec ces méthodes, on peut tout au moins obtenir les isothermes \*\*\*), autrement dit le chemin parcouru par le flux thermique. Ainsi on a été amené à constater que ce dernier se propage dans la masse du piston de la façon représentée sur le croquis I B. Cette orientation du flux thermique obtenue expérimentalement satisfait également aux lois de la physique. Les divers résultats enregistrés permettent de conclure: 1) que la bague porte-segment joue un rôle important, mais que le refroidissement se produisant à travers la

---

\*) Mouvement pris par un fluide sous l'influence d'une variation de température.

\*\*) La sclérométrie est la mesure de la dureté des corps (effort nécessaire pour les rayer avec une pointe).

\*\*\*) Une isotherme est la ligne qui joint les points ayant une température identique.

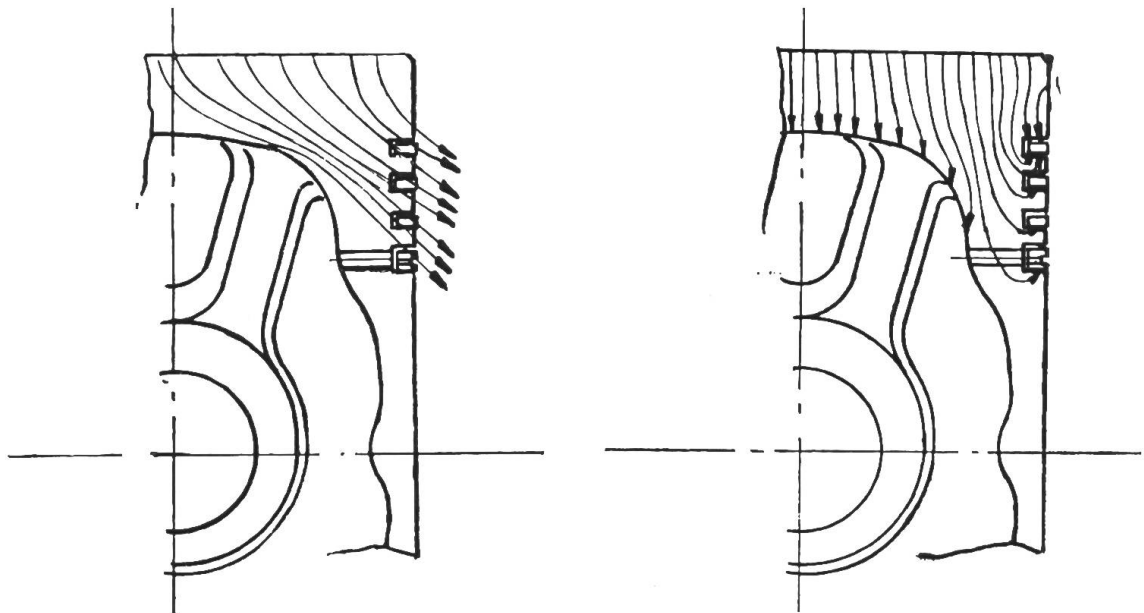


Fig. 1: A) Flux du courant thermique dans la masse du piston (isothermes) tel qu'on l'imaginait.

B) Flux du courant thermique dans la masse du piston (isothermes) tel qu'il est en réalité, ainsi que de récentes expériences approfondies l'ont montré.

surface libre du fond de piston n'est pas négligeable; 2) que c'est surtout la face inférieure des segments qui participe au refroidissement; 3) qu'il est relativement facile de diriger une grande partie du courant thermique vers le bas de la jupe et le carter — afin de soulager la bague porte-segment — en augmentant la superficie de la face interne du fond de piston.

### La température des différentes parties du piston

La détermination des isothermes permet de préciser l'orientation du courant thermique. Mais il s'avère tout aussi important de connaître exactement la température du piston. Pour un piston en aluminium, il est en effet dangereux de dépasser les températures critiques suivantes:  $370^{\circ}$  sur le fond du piston,  $270^{\circ}$  dans le logement d'axe de piston,  $230^{\circ}$  dans le segment de feu.

### Conséquences fonctionnelles de ces différentes températures

Les caractéristiques essentielles des efforts subis par un piston sont les suivantes: 1) l'alternance, dans les moteurs à 4 temps (avec des amplifications dissymétriques); 2) la répétition, dans les moteurs à 2 temps.

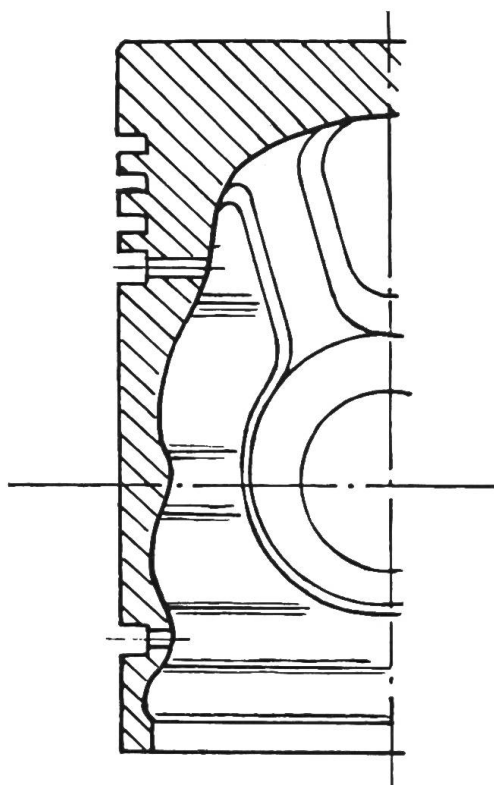
Pour certaines températures et pour quelques éléments des efforts, les phénomènes de fatigue (conséquence de l'alternance ou de la répétition des efforts) se transforment en un phénomène de lente déformation, sous une température et un effort constants. La température inégale des différentes parties de la masse du piston provoque d'autre part des contractions internes qui s'ajoutent aux contractions mécaniques proprement dites.

Au-dessus de certaines températures limites, il peut se produire des fusions locales et un «ramollissement» sensible du métal. Un autre effet des hautes sollicitations thermiques est l'altération du lubrifiant ou des particules de carburant non encore entrées en combustion.

Les conséquences de ce phénomène de déformation peuvent être résumées comme suit: 1) risques de gauchissement et de rupture; 2) usure des gorges de piston, des bagues porte-segments, du logement d'axe de piston et de l'axe de piston; 3) segments se rompant ou perdant de leur élasticité; 4) gommage des segments; 5) usure du cordon supérieur (abrasion causée par les particules dures de la calamine); 6) endommagement de la paroi de cylindre consécutivement au grippage.

Toutes ces conséquences défavorables limitent sérieusement la sécurité de fonctionnement du moteur. Elles se montrent plus fréquentes et plus violentes dans les diesels que dans les autres moteurs. L'importance que l'on attache aux questions thermiques concernant les pistons des diesels se trouve donc justifiée.

Fig. 2:  
Profil de piston obtenu avec la méthode photo-élasticométrique et qui assure la meilleure conductibilité thermique possible.



### **Moyens imaginés pour pallier ces conséquences**

Il y a lieu tout d'abord d'envisager les choses selon trois points de vue, à savoir: A) les alliages à employer; B) la forme à donner; C) la protection thermique des gorges.

#### **A) Les alliages à employer pour les pistons**

La répartition inégale des températures dans la masse du piston entraîne à la longue la déformation de ce dernier. Aussi a-t-on cherché pour les

pistons des matériaux qui satisfassent aux exigences suivantes: 1) résistance mécanique élevée leur permettant de supporter les pressions à l'explosion et les sollicitations dynamiques continues auxquelles ils sont soumis; 2) bonne résistance à la chaleur et à l'usure; 3) bonne conductibilité thermique; 4) faible poids spécifique; 5) bonne tenue même dans de mauvaises conditions de lubrification.

Si l'on tient compte du fait que le jeu entre le piston et la paroi de cylindre doit être aussi faible que possible, on comprendra la grande importance que revêt le facteur température lors de l'étude des profils et des alliages à employer pour les pistons.

On peut donc dire que les caractéristiques fondamentales des alliages destinés aux pistons sont la conductibilité et la dilatation thermiques. En ce qui concerne la conductibilité thermique, il nous faut rappeler en passant que celle des alliages d'aluminium est de 2 à 3 fois supérieure à celle des alliages de métaux ferreux. Les alliages d'aluminium offrent également l'avantage d'avoir un poids spécifique beaucoup plus bas, puisqu'il oscille entre 2,6 et 2,9.

Les alliages légers pour pistons peuvent être classés en deux grandes catégories, soit: 1) les alliages au cuivre (pratiquement abandonnés à l'heure actuelle); 2) les alliages au silicium (ceux que l'on emploie le plus couramment sont le LO-EX D 132 (Si 10 %) et le LO-EX A 132 (Si 12 %)).

## B) La forme à donner aux pistons

En ce qui concerne la forme du piston, elle doit permettre d'obtenir une bonne conductibilité thermique générale et une grande rigidité, tout en empêchant la localisation de fortes contractions mécaniques. Pour assurer cette bonne conductibilité thermique générale, on en est venu à adopter le profil optimum représenté par la figure 2. On lui a donné la préférence parce qu'il a permis d'enregistrer les meilleurs résultats, en particulier sur les diesels pour véhicules d'allure rapide.

## C) La protection thermique des gorges de piston

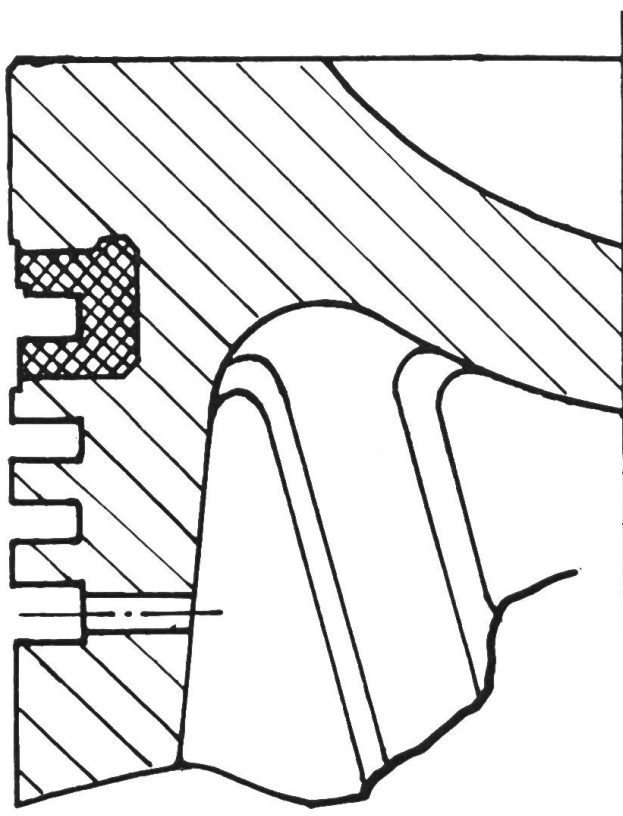
Il est parfois avantageux de maintenir le fond du piston à une température suffisamment élevée en vue de favoriser la combustion, surtout dans les diesels. Mais il convient alors de dévier localement ou de freiner le flux thermique, qui a tendance à se propager dans la masse du piston. Il est notamment nécessaire de protéger les gorges de piston contre les effets des températures trop élevées (fusions locales éventuelles, usure du segment de feu ou de sa gorge). L'isolation thermique obtenue grâce à l'insertion d'une bague porte-segment en fonte (voir figure 3) est à même d'assurer cette protection.

Les grandes difficultés rencontrées lors de l'emploi de bagues en alliage

de métaux ferreux incorporées au piston par soudo-collage \*) sont dues: à l'oxydation des bagues, à la différence existant entre les coefficients de dilatation, au fait qu'il s'agit d'obtenir la liaison intime de deux éléments différents du point de vue métallurgique. Il convient donc d'être extrêmement prudent tant lors du choix de la forme de la bague porte-segment que lors de l'exécution de la coulée.

Le problème de la dilatation a été résolu en employant des fontes austénitiques \*\*) au cuivre-nickel connues sous le nom de NI-Resist. Ces types de fontes ont une dilatation linéaire qui assure leur bonne liaison avec les alliages légers. D'autre part, si la fonte austénitique possède un coefficient de dilatation élevé, elle résiste aussi très bien à la corrosion.

Fig. 3:  
Piston «Caterpillar» pourvu d'une pièce rapportée en fonte austénitique (bague porte-segment) qui protège la gorge supérieure contre les températures trop élevées et permet d'éviter d'importants dégâts (fusions locales, usure excessive du segment de tête ou de sa gorge).



## Conclusion

Au cours des lignes qui précèdent, nous avons tenté de rappeler et d'expliquer l'importance que revêtent les problèmes thermiques dans les pistons de diesels. Il ressort de cet exposé que les inconvénients décrits ont été résolus dans de nombreux cas par l'emploi de bagues porte-segments «Frigobor» en fonte. (Trad. R. S.)

\*) Procédé de fonderie selon lequel la bague ferreuse est plongée dans un bain d'aluminium en fusion et insérée ensuite dans un moule du piston où l'on opère la coulée de l'alliage d'aluminium, ce qui donne une adhérence excellente de la bague avec l'aluminium.

\*\*) Elles contiennent de l'austénite (solution solide de fer  $\gamma$  et de carbone), qui est un constituant micrographique des aciers et représente un agent de durcissement.

Fig. 2 et 3: Un tracteur équipé d'un toit-abri de sécurité (exécution d'une solidité à

**Est-ce VOUS ou le HASARD qui décidez  
de la puissance et de la longévité de votre  
tracteur?**

**VALVOLINE**  
1866

Pour une entreprise agricole, le tracteur représente un placement de fonds d'importance vitale. N'abandonnez donc pas au hasard sa lubrification, mais choisissez en connaisseur un lubrifiant de marque renommée, c'est-à-dire un produit pour la qualité duquel le prestige de la raffinerie du même nom est garant.

Choisissez donc:

- VALVOTRACT UNIVERSAL OIL, une huile à emplois multiples pouvant être utilisée en hiver comme en été dans les moteurs Diesel, les moteurs à pétrole et à essence
- VALVOLINE MD 40 EXTRA, une huile pour moteurs à deux temps, dotée d'additifs chimiques de conception moderne. Elle se consume sans laisser de résidus, conserve le moteur propre et prévient la corrosion
- VALVOLINE LBI GREASE SPECIAL NO. 2, une graisse universelle, réfractaire à l'eau et à la chaleur; elle résiste au fouillage et à l'altération. De plus elle est utilisable pour n'importe quel emploi

Ne croyez pas faire une épargne en économisant sur le lubrifiant. La plus petite avarie de moteur revient plus cher que le besoin en huile et graisse pendant toute une année.

Choisissez donc en connaisseur des produits de qualité-choisissez VALVOLINE!

**VALVOLINE**  
1866

**VALVOLINE OIL CO. LTD., ZURICH**  
Téléphone (051) 25 87 50