

Piston de moule à injection

par J.J. Guérin, G. Baratto, J. Mongis

(CETIM, Etablissement de Senlis)

Nature de l'avarie

Apparition de fuites d'eau peu après la mise en service du piston, du fait d'une fissuration du corps ayant atteint les canaux de refroidissement internes, puis réparation par soudage mais sans succès.

Matière

Le piston de moule est usiné à partir d'une barre en acier à outils pour travail à chaud Z 38 CDV 5 de la norme NFA 35-590. La gamme de traitement thermique de durcissement est la suivante :

- austénitisation 1010°C,
- refroidissement à l'azote (p = 1 atm.),
- aussitôt après : revenu à 550°C, 3 à 4 h,
- deuxième revenu 550/580°C, 4 heures pour une dureté visée de 50-51 HRC.

Conditions de fonctionnement

Ce moule sert à la fabrication de pièces en matière plastique par injection à chaud. Il n'est pas soumis à des contraintes mécaniques d'amplitude importante.

Analyse morphologique

La fissuration fait presque le tour du piston au niveau de sa mi-hauteur. Elle passe par l'angle d'une des arêtes longitudinales d'un logement latéral « L », (fig. 1).

Une plaquette prélevée au travers du logement, selon les pointillés de la même figure, a permis de constater que ses lèvres étaient oxydées et marquées de « rivières » indiquant une propagation vers l'intérieur du moule depuis l'arête supérieure du logement E (fig. 2), en mode semi-fragile ; ceci est surprenant du fait des faibles contraintes mécaniques subies.

Examens complémentaires

Des examens micrographiques ont montré que la structure de l'acier était martensitique et sans anomalie visible, en particulier au niveau de la lèvre de la fissuration.

Des essais de revenus complémentaires et des mesures de dureté Rockwell ont révélé un durcissement significatif de l'acier pour des revenus pratiqués entre 480 et 550°C (fig. 3). Par ailleurs, il s'est avéré que l'essai réalisé à 550°C pendant deux heures faisait chuter la teneur en austénite résiduelle de l'acier de 13 % à 2,5 % (voir fig. 4, dosages réalisés par rayons X).

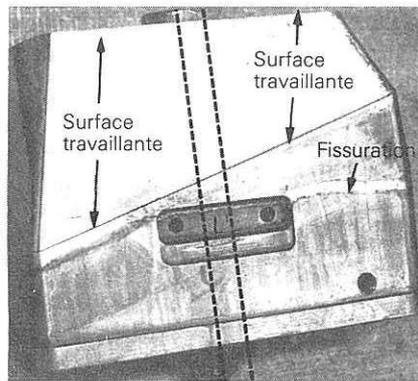


Fig. 1.

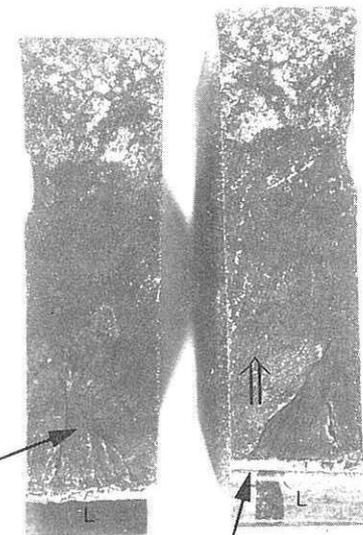


Fig. 2.

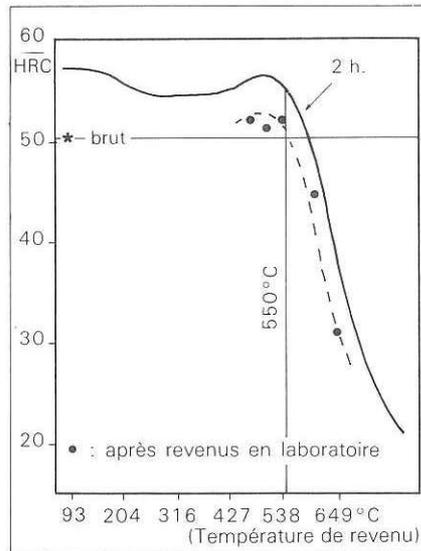
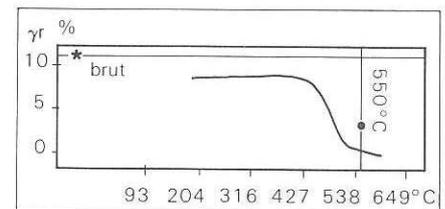


Fig. 3.



★ Etat de réception

● Essais CETIM

— Données bibliographiques

Fig. 4.

Commentaires

Causes de l'avarie	Remèdes
<p>La fissuration observée est très vraisemblablement une tapure différée, formée à froid. Elle a été favorisée par le non respect des conditions de traitement thermique et par l'effet d'entaille de l'arête du logement L.</p> <p>Sur le premier point, on peut affirmer que la température minimale de revenu prévue (550°C) n'a jamais été atteinte, sinon aucun durcissement complémentaire n'aurait été possible et l'acier n'aurait pas contenu tant d'austénite résiduelle. Il est aussi possible qu'il y ait eu surchauffe de l'acier avant trempe.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● S'assurer de la bonne réalisation du traitement thermique de trempe et de revenu par des procédures de contrôle adaptées. ● Eviter la présence d'angles vifs au niveau des arêtes du logement latéral L.

Axe de pince de manutention

par L. Huchet

Nature de l'avarie

Rupture de fatigue en flexion répétée au niveau d'une rainure de graissage de profil rectangulaire.

Matière

Matière présumée spécifiée sur le plan de détail : 12 NC 12 sans traitement.

Conditions de fonctionnement

Dans la section de l'axe correspondant à la rupture, un des bras de la pince, détermine une sollicitation de flexion plane répétée à chaque manipulation. Le niveau de contrainte n'a pas été communiqué.

Analyse morphologique

Le faciès de la cassure transversale à l'axe présente deux zones caractéristiques d'une rupture de fatigue (voir fig. 1 et schéma correspondant) :

- une zone extérieure relativement lisse qui correspond à la fissuration progressive en fatigue et qui s'est amorcée sur un angle vif de la rainure de graissage ;
- une zone intérieure excentrée, au grain assez grossier, qui constitue la rupture finale brutale.

Compte tenu de la fonction de la pièce, il s'agit d'une rupture en flexion plane ; si la zone de fissuration progressive intéresse l'extérieur de la section sur toute la circonférence c'est que l'axe a dû tourner sur lui-même pendant le processus de fissuration progressive mais de manière aléatoire puisque la rupture finale est décentrée.

Examens complémentaires :

- Analyse chimique : l'acier identifié est un 18 NCD 6.
- Examens micrographiques : ces examens révèlent que l'acier constituant l'axe n'est ni cémenté, ni trempé-revenu et qu'il présente une structure en bandes, ferrito-perlitique, relativement grossière (fig. 2).
- Mesures de dureté Vickers : = 192 HV 30 soit, d'après NFA 03-173, une résistance à la traction $R_m \approx 630$ MPa (N/mm²).
- Essai de résilience KCU à l'ambiante : KCU = 30 J/cm².

Fig. 1

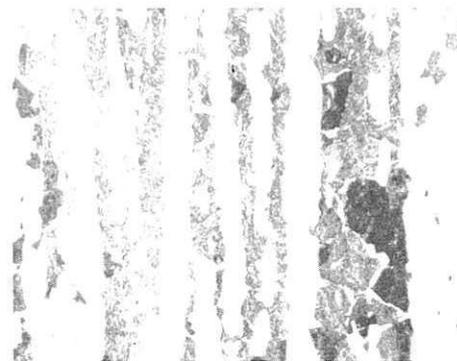
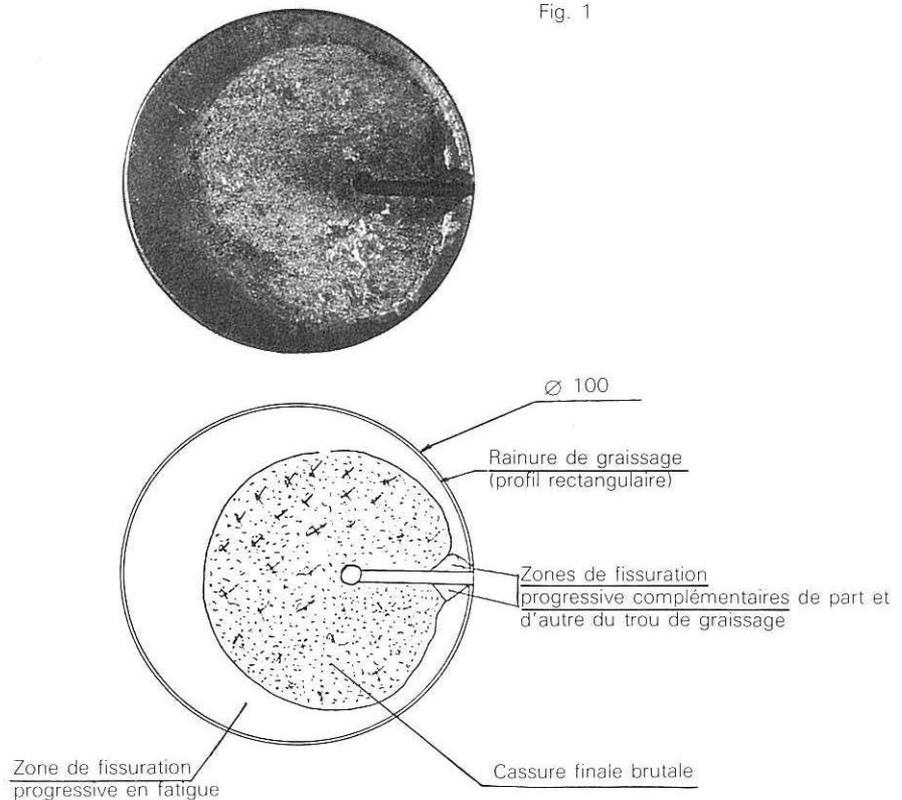


Fig. 2

g : × 50

- Coupe micrographique longitudinale de l'axe
- Structure en bandes ferrito-perlitique relativement grossière.
 - Indice de grosseur de grain : 4 suivant NF A 03-102

Causes	Remèdes
Profil rectangulaire des rainures de graissage générant une forte concentration de contraintes au niveau des angles vifs.	Remplacement des rainures rectangulaires par des rainures semi-circulaires soigneusement usinées.
La structure de l'acier ne permet d'obtenir qu'une faible limite d'endurance sur une pièce sollicitée en fatigue en flexion (*).	Pour une pièce traitée dans la masse sollicitée en fatigue en flexion, le critère métallurgique recherché consiste en une structure composée de 90 % de martensite au moins jusqu'au 1/4 du rayon, soit ici à 12,5 mm de la peau (**). Choisir un acier ayant une trempabilité permettant de satisfaire cette condition Ex. 30 CND 8 trempé à l'huile et revenu à 600°C.

(*) Le choix d'un 18 NCD 6 (acier allié de cémentation relativement onéreux) ne se justifie pas si la gamme de fabrication ne prévoit pas un traitement de cémentation suivi d'une trempée et d'un revenu.

(**) "Méthode CETIM de choix des aciers en construction mécanique", CETIM-Informations, N° 70.

Arbre de réducteur

par P. Verré

(CETIM, Etablissement de Nantes)

Nature de l'avarie

Usure en service par fatigue superficielle d'un pignon 12 dents \varnothing 40 mm.

Matière

Acier 18 NCD 6 cémenté sur une profondeur de 0,8 mm et durci par trempe revenu pour une résistance mécanique à cœur de 1 400 N/mm² (MPa) et une dureté en peau de 770 HV.

Conditions de fonctionnement

Roulement - glissement sur un flanc de la denture (un seul sens de rotation).

Analyse morphologique

L'examen visuel de la face détériorée révèle :

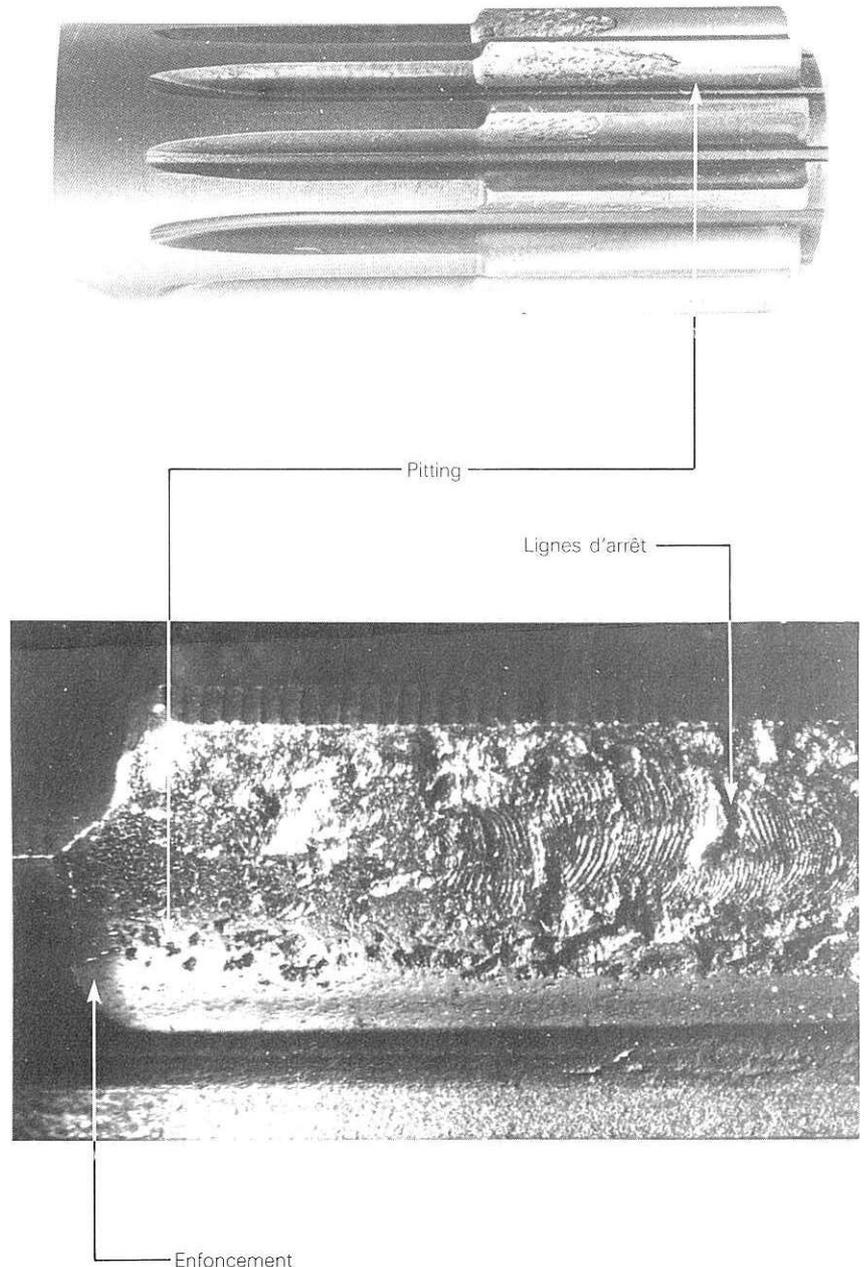
- un enfoncement marqué de la couche superficielle sur une portion du flanc;
- de nombreuses traces de « pitting » à la base des dents;
- un important écaillage avec présence de nombreuses lignes d'arrêt caractéristiques d'une détérioration par fatigue (stade avancé du développement du « pitting »).

Examens complémentaires

Les examens réalisés sur l'arbre révèlent que le matériau et le traitement thermique sont corrects.

Commentaire

La détérioration prématurée du pignon est caractéristique d'une usure par fatigue de contact avec « pitting » puis écaillage et enfoncement de la matière due à une mauvaise répartition des charges.



Causes de l'avarie	Remèdes
Surcharge occasionnée par : - défaut de montage	- Contrôle métrologique des dents - Soigner le montage (alignement) - Vérifier les portées.

Membrane vibrante

par G. Baratto, J.-J. Guerin,
et J. Mongis
(CETIM, Etablissement de Senlis)

Nature de l'avarie

Usure par cavitation et fissuration en fatigue corrosion d'une membrane mince vibrante.

Matière

Acier 130 C3 traité pour 1000 MPa.

Conditions de fonctionnement

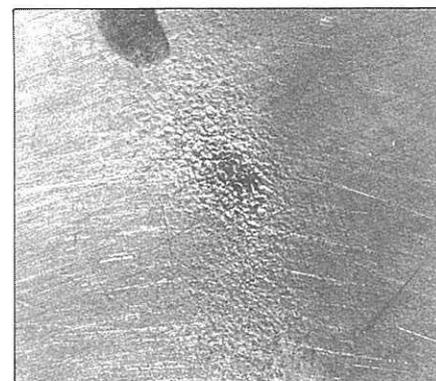
En position horizontale, vibrations de la membrane en contact avec de l'huile dans un appareil sous pression.

Analyse morphologique

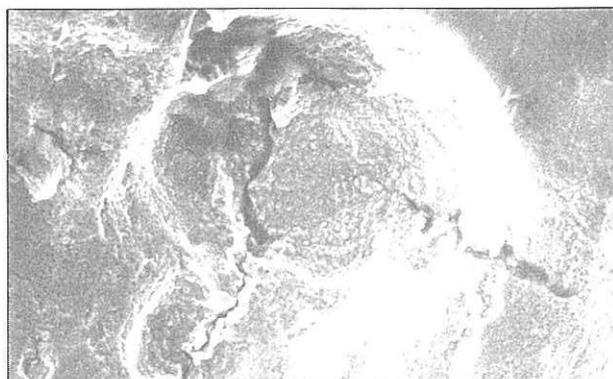
La partie centrale de la membrane présente, sur sa face inférieure en contact avec l'huile, un aspect en peau d'orange. En ce même endroit on note un renflement de la tôle qui s'est déformée plastiquement. A l'extrême, il y a perforation de la membrane (stade ultime de l'avarie).

Examens complémentaires

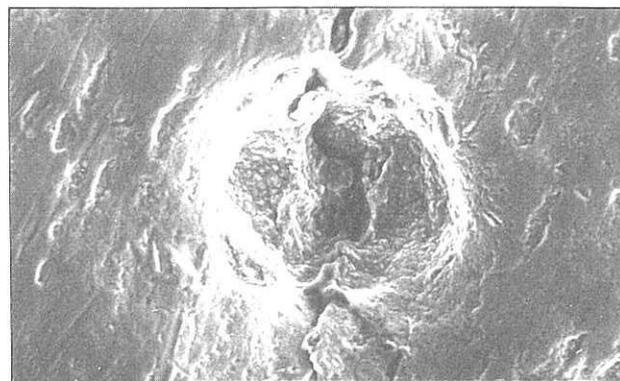
- Au microscope électronique à balayage (MEB) : on observe la présence de cavités dont la forme est caractéristique d'un enlèvement de matière par cavitation (micro-implosions de bulles de gaz au voisinage de la tôle). Elles sont accompagnées de fissurations.
- En examens micrographiques : on note que les fissurations atteignent 35 % de l'épaisseur de la tôle d'où affaiblissement de sa section efficace et déformation.



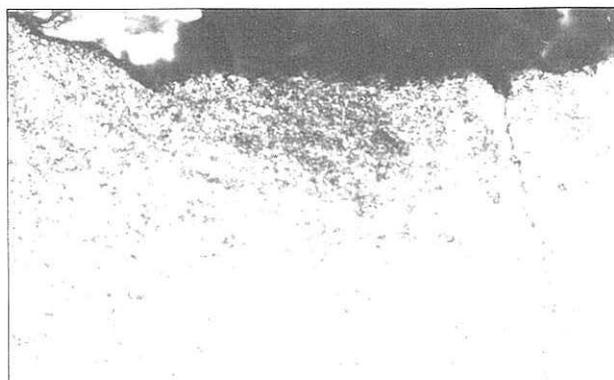
× 5 environ



× 400 MEB



× 400 MEB



× 500 micrographie optique

Commentaires

Causes de l'avarie	Remèdes
<ul style="list-style-type: none">- Cavitation ou cavitation-corrosion.- Fatigue-corrosion amorcée dans les cavités.	<ul style="list-style-type: none">- Vérifier les paramètres hydro-dynamiques de fonctionnement et la qualité de l'huile utilisée.