

# Corps de frappe

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

(CETIM, Etablissement de Senlis)

## Nature de l'avarie

Ruptures systématiques de corps de frappe après des temps de fonctionnement de quelques centaines d'heures seulement (fig. 1).

## Matière

Les pièces sont réalisées par tournage de barres Ø 40 mm en acier de marque, de symbolisation AFNOR 55 WC 20.

Elles subissent, en four électrique sous air, un traitement thermique de durcissement par trempe à l'huile suivi d'un revenu. La dureté visée est de 55-56 HRC. La dernière opération consiste en une rectification « centerless » sur 0,2 mm de profondeur.

## Conditions de fonctionnement

La pièce, guidée dans un corps creux en acier traité, est propulsée par de l'air comprimé huilé. Elle vient frapper un outil frappé (fig. 2).

La cadence de frappe est de l'ordre de 0,5 Hz. Elle est donc soumise à des sollicitations cycliques de compression puis de traction (due à la détente élastique du corps après le choc).

## Analyse morphologique

On relève des traces de grippage sur la soie du piston et la cassure se propage approximativement suivant une section transversale du gros diamètre.

Son faciès (fig. 3), marqué de très nombreuses lignes d'arrêt, est caractéristique d'une fissuration progressive par fatigue. Elle s'est amorcée en deux zones périphériques (A et B) séparées par une ligne de crête, s'est développée radialement sur 1/3 de la section puis, à la faveur des réamorçages multiples provoqués par les dégradations de surface (grippage) s'est propagée plus rapidement en périphérie qu'à cœur. La rupture finale se limite au ligament F (fig. 3), ce qui indique un chargement en traction faible. Cette cassure s'est donc produite sous l'action des sollicitations cycliques uniaxiales de service.

## Examens complémentaires

### Examens micrographiques et profils de microduretés Vickers

Ils ont été réalisés dans les trois zones schématisées figure 4 :

- en zone 1, on relève une couche ferritique de décarburation totale sur une profondeur de 0,05 mm (fig. 5) puis partielle jusqu'à 0,5 mm de profondeur (fig. 6),
- en zone 2, il existe une décarburation partielle sur 0,3 mm de profondeur (fig. 6),
- en zone 3, on constate un liseré martensitique de retrempe, plastifié et microfissuré, d'épaisseur 0,02 mm. La zone sous jacente est sur-revenue par rapport au cœur (fig. 6 et 7).

La structure à cœur martensitique est correcte pour la nuance d'acier considérée.

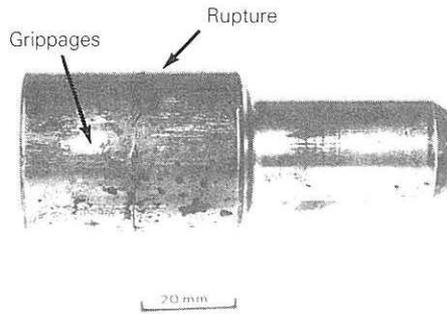


Fig. 1

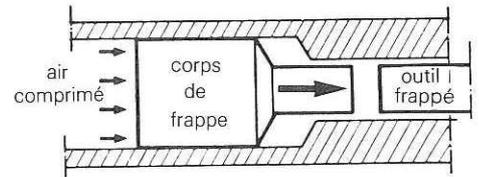


Fig. 2

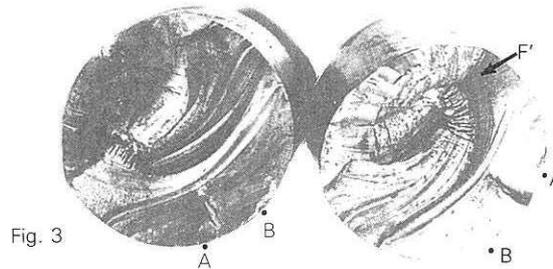


Fig. 3

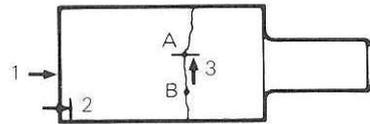


Fig. 4

- 1 : zone brute de tournage
- 2 : zone rectifiée intacte
- 3 : zone de grippage

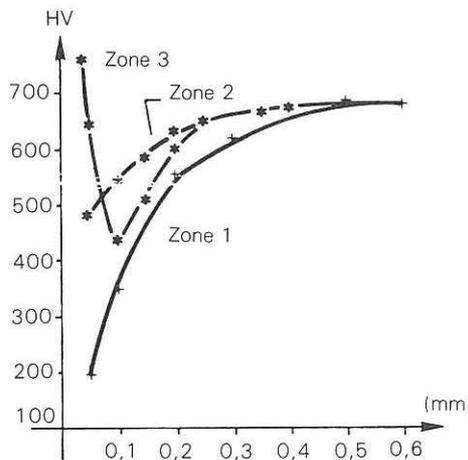


Fig. 6

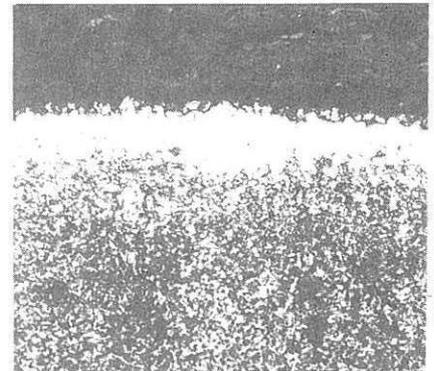


Fig. 5

× 200 attaque Nital

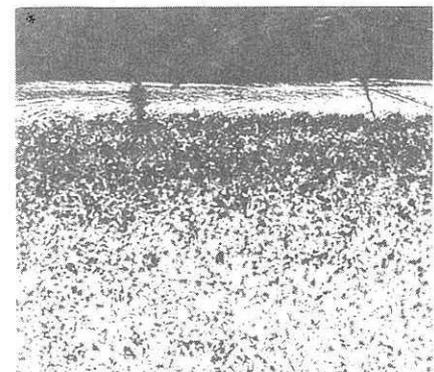


Fig. 7

× 200 attaque Nital

## Commentaires

Causes de l'avarie	Remèdes
- Décarburation excessive lors des traitements thermiques en four électrique, incomplètement éliminée à la rectification sur la soie du gros diamètre et ayant favorisé le grippage.	- Éviter la décarburation superficielle en traitant les pièces sous atmosphère protectrice ou sous vide.
- Ce grippage a provoqué une retrempe superficielle avec apparition de microtapures qui se sont ensuite propagées dans toute la section à la faveur des sollicitations cycliques de service.	- Choisir un acier moins sensible à la décarburation.
	- Envisager un traitement superficiel pour améliorer le frottement : sulfonituration, nitruration avec couche ε, sulfuration.

# Plateau supérieur d'un compresseur à membrane

Par J.-J. Guérin, G. Baratto, J. Mongis  
(CETIM, Etablissement de Senlis)

## Nature de l'avarie

Fissurations en service du plateau supérieur d'un compresseur à membrane après environ  $80 \cdot 10^6$  cycles aspiration/compression/échappement.

## Matière

Le plateau a été réalisé à partir d'une galette forgée en acier inoxydable austénitique stabilisé au titane Z6 CNDT 17-12 de la norme NFA 35-574.

## Conditions de fonctionnement

A chaque cycle de compression le plateau est soumis, sur sa face interne, à une pression maximale de 30 bar. Comme il est bridé à son support par des écrous périphériques, il a tendance à se déformer par gonflement vers l'extérieur (fig. 1a).

## Analyse morphologique

On note trois fissurations, toutes radiales, qui convergent vers la soupape d'échappement centrale Se. Elles ne débouchent qu'au niveau de la surface externe du plateau (fig. 1b). Après ouverture en laboratoire, leurs lèvres sont apparues soyeuses et marquées de lignes concentriques typiques d'un phénomène de fissuration par fatigue, amorcé au niveau du haut des taraudages de fixation des soupapes pour F1 et F2 (fig. 2 et 3) et du débouché de Se pour F3 (fig. 4).

Ce mode de rupture et la localisation des amorces sont cohérents avec le mode de sollicitation du plateau qui engendre des contraintes de traction tangentielle cycliques, maximales sur la face externe du plateau.

## Examens complémentaires

L'analyse chimique de l'acier et ses caractéristiques mécaniques en traction sont conformes à la norme ( $R_m = 545 \text{ N/mm}^2$ ,  $R_e = 230 \text{ N/mm}^2$ ,  $A = 61 \%$ ). Par contre on a noté, au voisinage immédiat des amorces de rupture, la présence d'amas importants de carbonitrides de titane, souvent associés – par ailleurs – à des décohésions de la matrice métallique (fig. 2b, 3b et 5).

Celle-ci est constituée d'austénite mais aussi de quelques plages de ferrite  $\Delta$ .

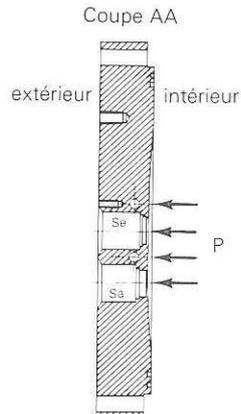


Fig. 1a

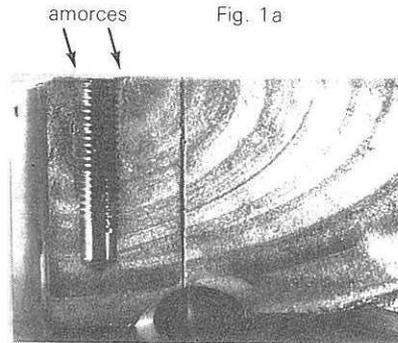


Fig. 2a

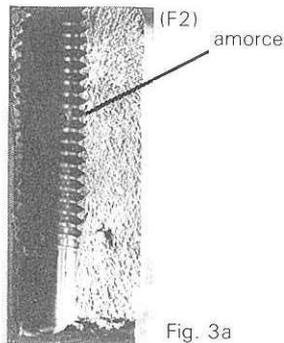


Fig. 3a

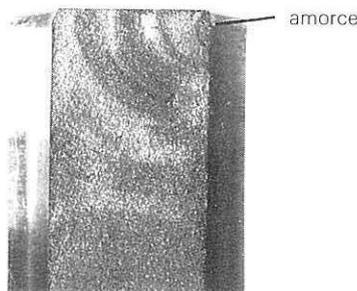


Fig. 4

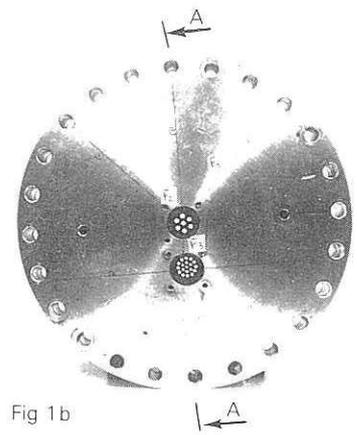


Fig 1b

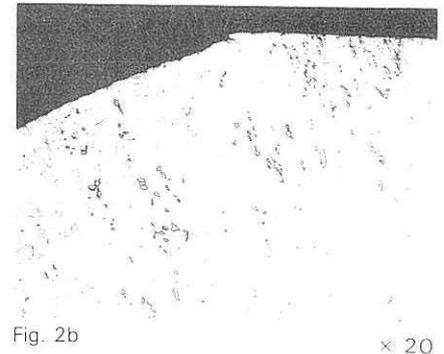


Fig. 2b

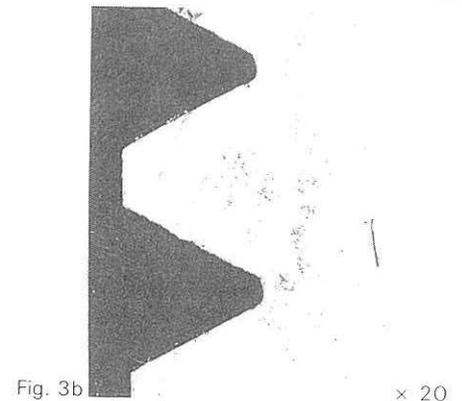


Fig. 3b

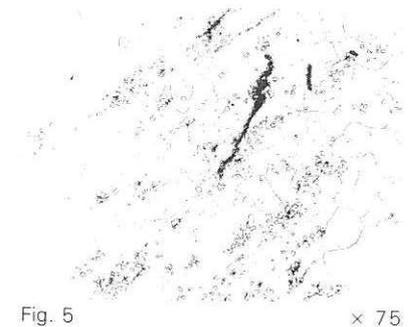


Fig. 5

## Commentaires

Causes de l'avarie	Remèdes
Fissuration par fatigue favorisée par la présence d'amas de carbonitrides de titane dans l'acier, associés à des décohésions	Vérifier la santé interne de la galette forgée par micrographie et contrôle aux ultra-sons ou mettre en œuvre un acier non stabilisé au titane de type Z2 CND 17-12
Eventuellement : niveau des contraintes cycliques de « gonflement » excessif par rapport à la limite d'endurance de l'acier	Vérifier les conditions de fonctionnement du compresseur pour tester cette hypothèse qui n'est pas à rejeter, a priori

# Burin

par P. Verré

## Nature de l'avarie

Rupture par fatigue en service.

## Matière

Acier 55 SCDV 8 trempé - revenu pour 60/61 HRC.

## Conditions de fonctionnement

Sollicitations en compression et flexion.

## Analyse morphologique

Le faciès de rupture présente deux zones :

a) une zone lisse et soyeuse correspondant à une fissuration progressive (fatigue).

Elle présente trois lignes radiales qui témoignent d'un amorçage multiple en surface dans le congé de raccordement où l'on note un usinage grossier.

Des lignes frontales marquent les positions temporaires de la fissuration.

b) Une zone de rupture finale diamétralement opposée à l'amorce. Son aspect à grain fin témoigne de la grande dureté du matériau.

## Examens complémentaires

### Examen macrographique

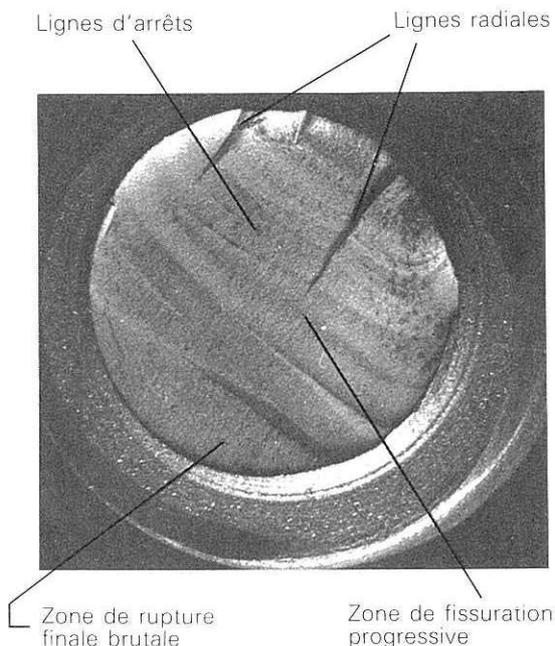
La coupe axiale de la queue du burin révèle un défaut d'équerrage entraînant un déport de la zone de frappe.

Cette zone de frappe déportée par rapport

à l'axe du burin correspond au plan des amorces de rupture.

### Examen micrographique

La structure du burin est composée d'une martensite « blanche » non détensionnée avec une légère décarburation superficielle.



## Commentaires

Causes	Remèdes
<ul style="list-style-type: none"><li>- Défaut d'équerrage de la queue du burin (zone de frappe déportée).</li><li>- Usinage grossier du congé de raccordement.</li><li>- Matériau trop dur (fragilité).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Vérifier l'équerrage de la queue.</li><li>- Soigner l'usinage principalement dans les congés de raccordement.</li><li>- Effectuer un revenu à plus haute température pour augmenter la ténacité du matériau.</li></ul>