

Roue conique à denture Gleason

Nature de l'avarie

Rupture par fissuration progressive en service.

Matière

Acier 35 NCD 16 trempé revenu pour une dureté de 47 à 50 HRC ($R_m \approx 1\ 600\ \text{MPa}$).

Conditions de fonctionnement

Roue équipant un renvoi de machine-outil travaillant dans des conditions sévères (défonçage). La denture est sollicitée en flexion répétée.

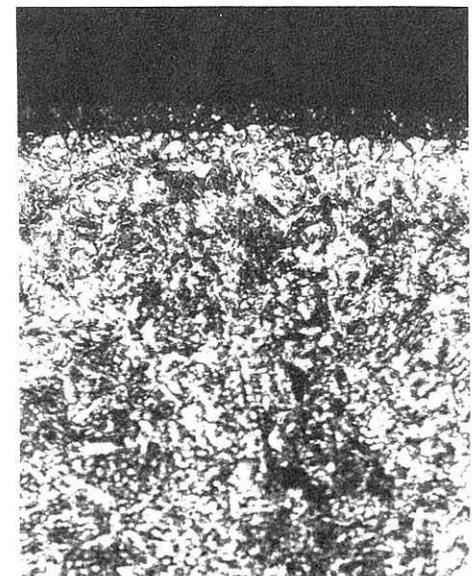
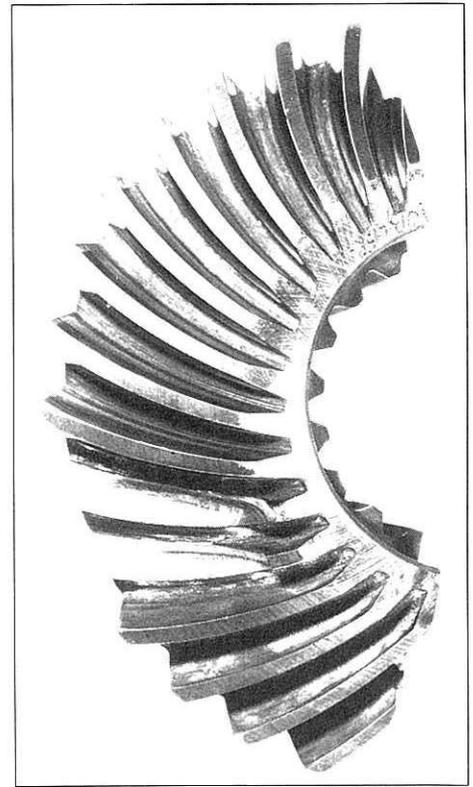
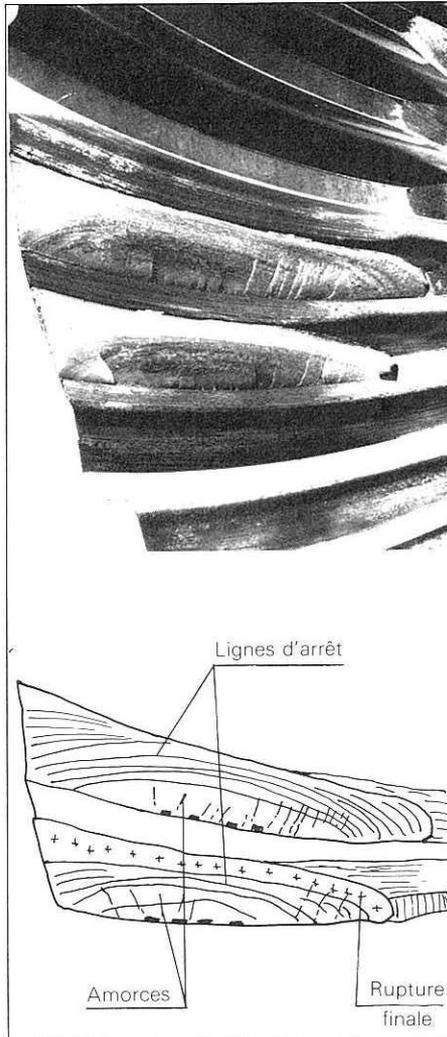
Analyse morphologique

La roue présente deux dents rompues dont les faciès de rupture sont caractéristiques de fissurations progressives développées sous l'action de sollicitations cycliques en flexion répétée.

En effet on remarque des lignes d'arrêt concentriques aux amorces situées en pied de dent.

Un des faciès ne présente pas de zone de rupture finale à l'inverse du second.

Ceci indique que la roue était peu chargée et que l'une des dents s'est rompue en premier entraînant la rupture finale prématurée de la seconde.



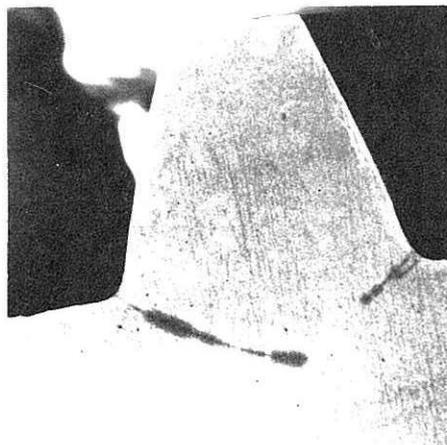
× 500 Attaque Nital

Examens complémentaires

Examens micrographiques

Ces examens révèlent que :

- toutes les dents sont fissurées en pied de dent ;
- la pièce présente un liseré superficiel perlitique occasionné par une oxydation lors des traitements thermiques ;
- la structure et la dureté à cœur sont conformes à la nuance d'acier et aux caractéristiques mécaniques demandées.

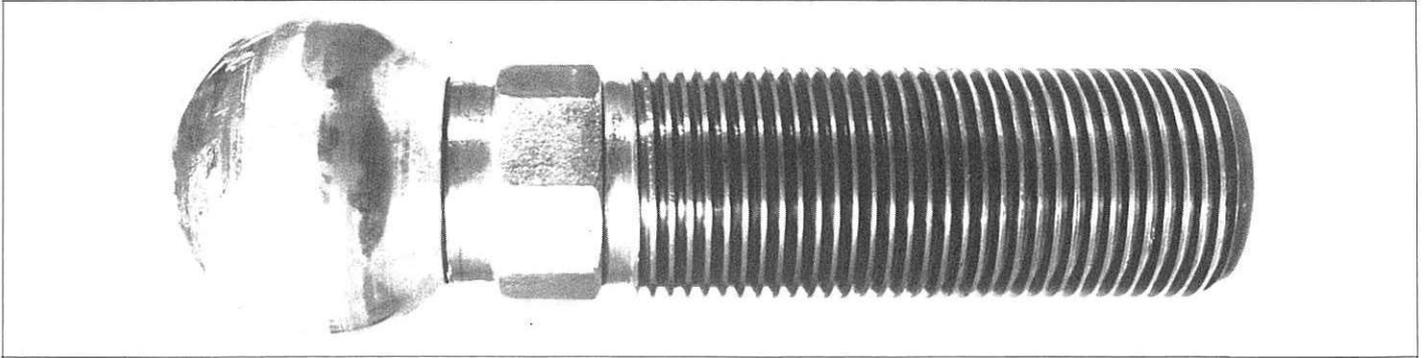


Commentaires

Le tableau ci-dessous indique les causes de rupture et les remèdes à apporter. ■

Causes	Remèdes
Oxydation superficielle lors des traitements thermiques.	Surveiller les atmosphères de traitements thermiques.

Vis de bielle



Nature de l'avarie

Rupture par fatigue en service.

Matière

Acier de nuance 35 CD4 prétraité pour $900 < R_m < 1\ 100$ MPa.

Conditions de fonctionnement

Sollicitations en flexion plane répétée.

Analyse morphologique

La rupture possède un faciès caractéristique d'un développement par fissuration progressive sous sollicitations de flexion répétée. Sur la périphérie, on remarque une multitude de fines lignes radiales qui traduisent la présence d'amorces multiples. Ces amorces sont dues à l'existence d'un angle vif dans le raccordement de la rotule sur la vis. Cet angle est le siège privilégié de concentrations de contraintes.

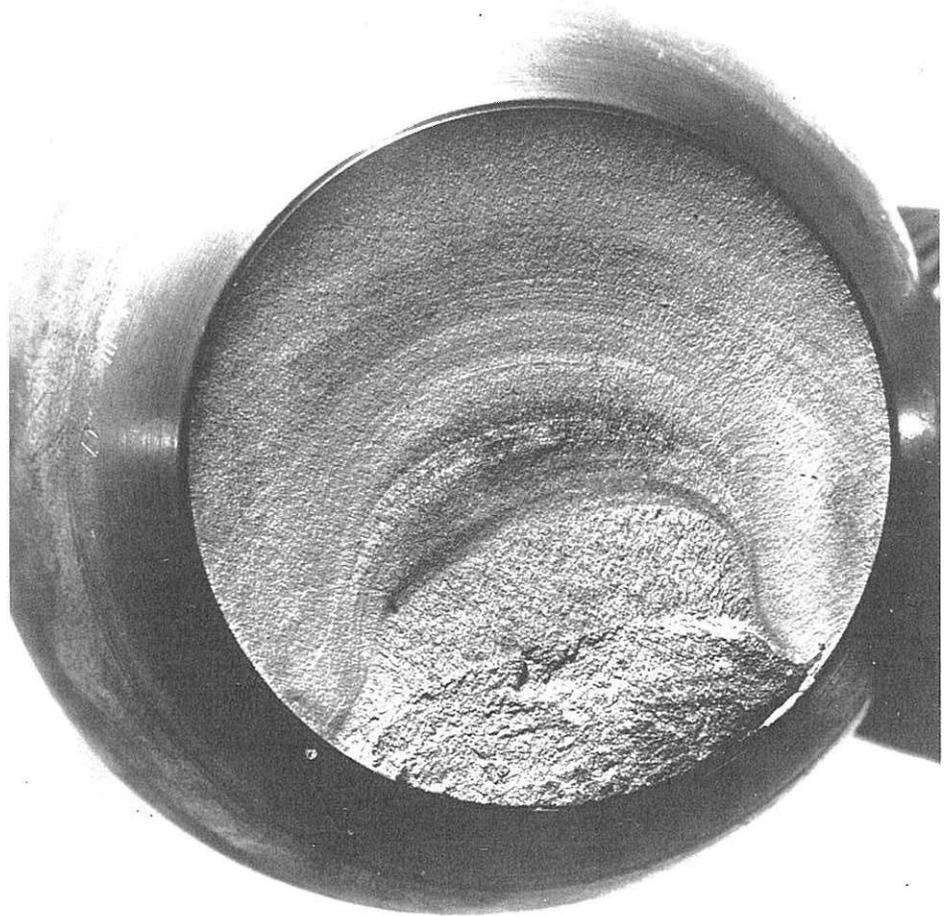
La rupture finale de faible section indique que la pièce était faiblement chargée.

Examens complémentaires

L'étude métallurgique du matériau a révélé que sa structure et sa dureté étaient conformes à la matière présumée.

Commentaires

Le tableau ci-dessous résume les causes de rupture et indique les remèdes qui pourraient contribuer à les éviter. ■



Cause	Remèdes
Développement en fatigue à partir d'un raccordement à angle vif.	Réaliser un rayon de raccordement en soignant l'usinage.

Axe de commande de vanne

Nature de l'avarie

Rupture de fatigue en service.

Matière

Acier de nuance Z 30 C 13 prétraité pour $R_m = 900 \text{ MPa}$.

Conditions de fonctionnement

Sollicitations en torsion et flexion combinées.

Examens en laboratoire

Analyse morphologique

Le faciès de rupture est caractéristique d'une fissuration progressive se développant sous l'action de sollicitations cycliques combinées de flexion et de torsion sous contraintes nominales faibles. Ce type de sollicitations est normal pour la pièce. La fissuration s'amorce simultanément suivant 3 lignes d'amorces multiples situées dans le congé de raccordement.

Cette analyse conduit à vérifier la conformité au plan de la pièce.

Examens complémentaires

Conformité métallurgique

- composition chimique : conforme à la nuance Z 30 C 13,
- caractéristiques mécaniques : conformes au cahier des charges,
- structure et dureté : correctes pour l'acier et les traitements thermiques réalisés.

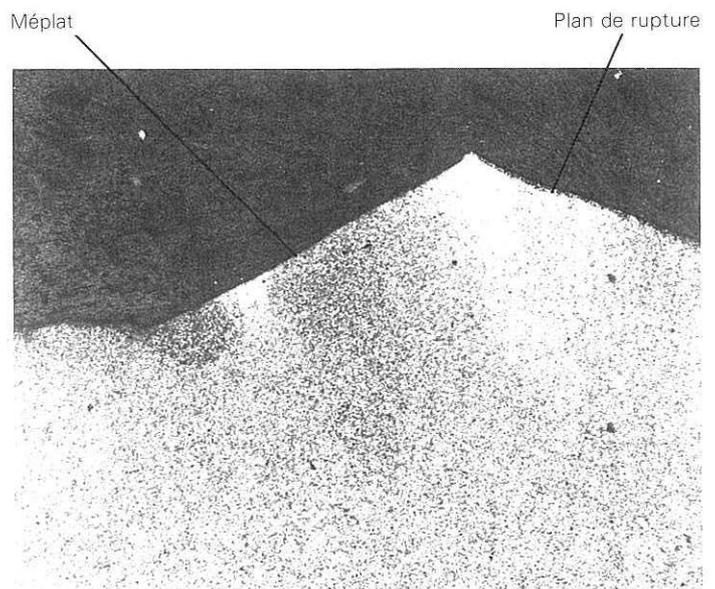
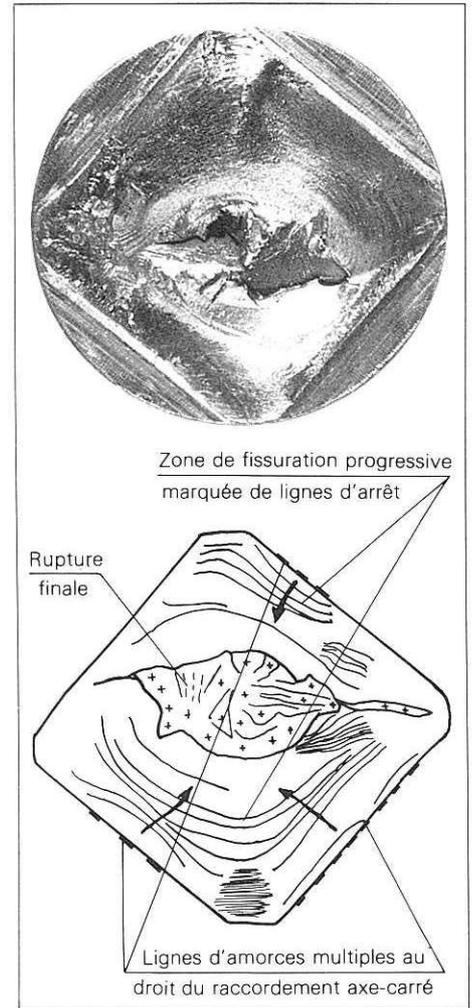
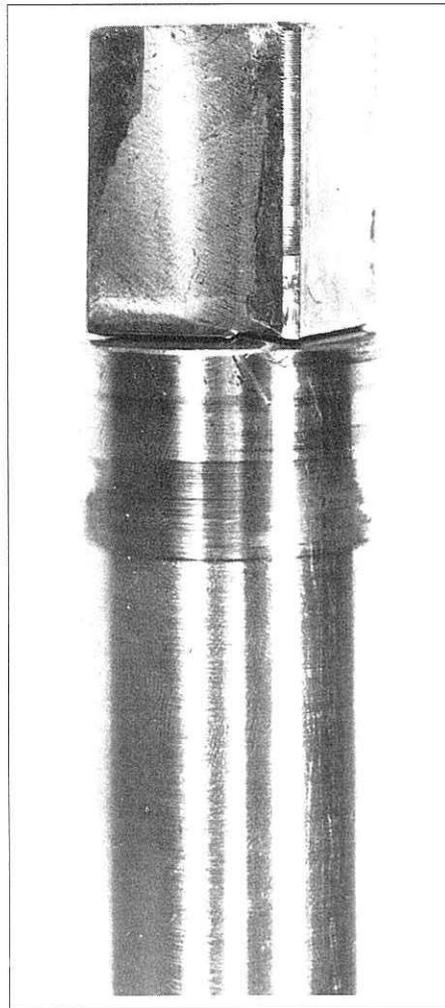
Conformité géométrique

L'examen du profil du raccordement axe-carré révèle que celui-ci est constitué par un méplat de 1 mm à 45° au lieu d'un rayon de 1 mm prévu au plan.

Commentaires

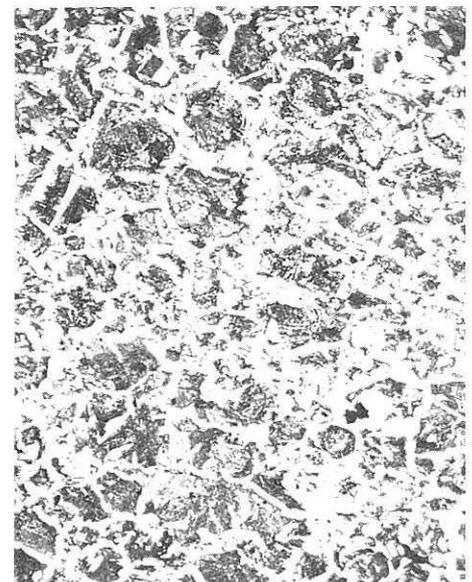
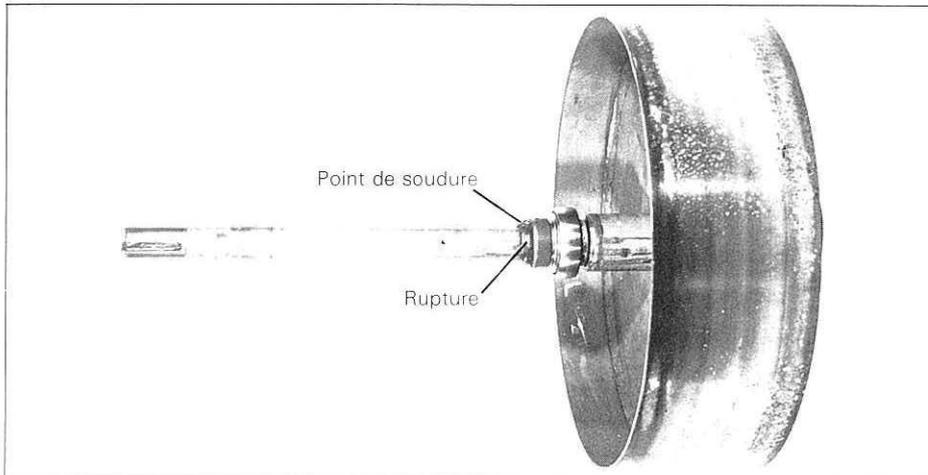
Le tableau ci-dessous indique la cause de l'avarie et les remèdes à envisager.

Cause	Remèdes
Le raccordement axe-carré par un méplat engendre des concentrations de contraintes excessives.	Réalisation de rayons de raccordement (respect du plan).



× 50 Attaque Nital

Axe de poulie



Structure ferrito-perlitique
Dureté 239 HV 1
× 200 attaque Nital

Nature de l'avarie

Rupture par fatigue en service.

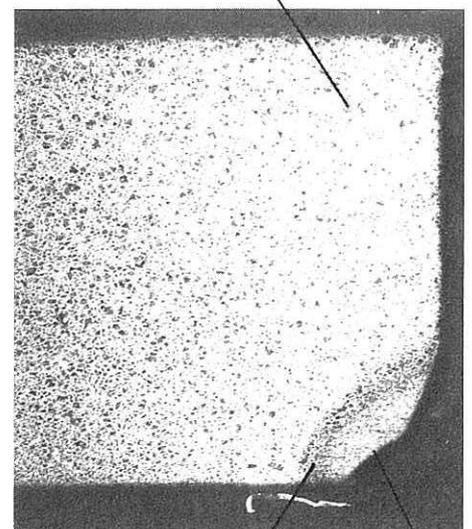
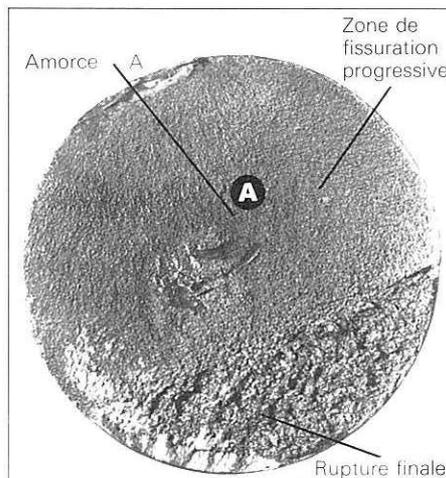
Matière

Présumée acier E 24.1.

Conditions de fonctionnement

Sollicitations en flexion rotative.

La bague destinée à bloquer le roulement est solidaire de l'axe par l'intermédiaire d'une vis ; cet assemblage a été consolidé par 2 points de soudure. La courroie qui entraîne la poulie crée un effort de flexion qui impose une sollicitation en flexion rotative à l'arbre.



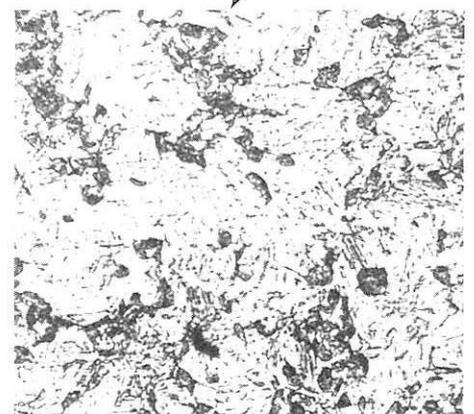
× 5 Attaque Nital
Amorce

Analyse morphologique

Le faciès de la cassure est caractéristique d'un développement par fissuration progressive sous contraintes de flexion rotative. L'importance de la zone de fissuration progressive indique que la pièce était moyennement chargée. Sa configuration permet de remonter à la zone d'amorçage située au droit d'un point de soudure.

A-A dans la zone de rupture permettent de révéler :

- un phénomène de trempe sous cordon au point de soudure,
- une erreur du matériau (la structure perlito-ferritique correspondant plus à un acier plus chargé en carbone (0,4 %) que la nuance E 24 présumée.



Structure martensitique correspondant à la zone trempée sous cordon
Dureté 505 HV1
× 700 attaque Nital

Examens complémentaires

Ces examens effectués suivant une coupe

Commentaires

Le tableau ci-dessous indique les causes de rupture et les moyens d'y remédier.

Causes	Remèdes
<ul style="list-style-type: none"> - Trempe sous cordon favorisée par le taux de carbone élevé. - Mauvaise conception. 	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôle réception matière. - Elimination de points de soudure. La présence de la vis est suffisante.