



## RUPTURE DE FATIGUE

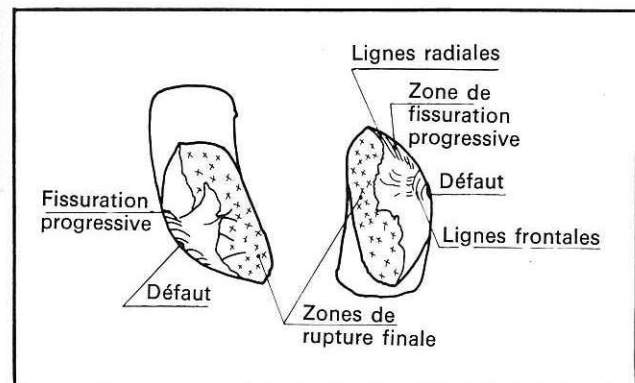
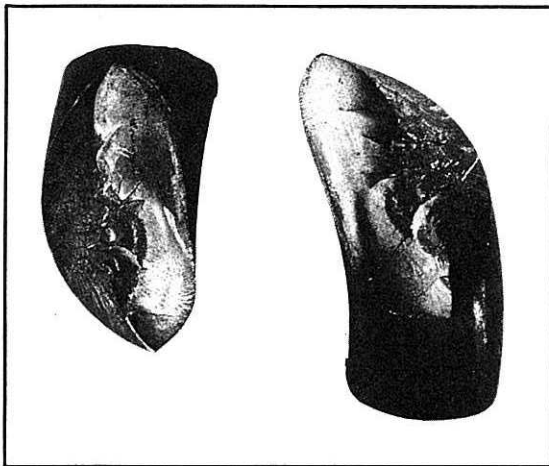
**Pièce\*** : ressort de soupape (les deux clichés se rapportent à la même rupture).

**Nuance du métal** : Z 30 C 13.

**Analyse chimique** :

C %	Si %	Mn %	S %	P %	Ni %	Cr %	Mo %
0,28	0,32	0,32	0,007	0,020	0,33	13,9	0,05

**Nature des efforts** : sollicitations composées flexion-torsion.



**Analyse morphologique** : La surface de cassure offre les deux zones caractéristiques des ruptures de fatigue. Les zones les plus sombres sont celles de la fissuration progressive. On note la présence de nombreuses lignes frontales concentriques à l'amorce localisée à un défaut ponctuel de la surface du fil.

Les zones veloutées, plus claires, à grain fin sont celles de rupture finale. On peut regarder très schématiquement la cassure comme constituée par deux surfaces gauches s'intersectant à 90°. Cette particularité est typique de ruptures où prédomine l'influence de la fatigue par torsions alternées.

**Commentaires** Toutes vérifications de calcul de résistance des matériaux faites, on a été conduit à conclure que ni le tracé géométrique de la pièce ni le choix des caractéristiques mécaniques n'étaient en cause.

L'investigation s'est alors portée sur la structure micrographique de l'acier. Il est apparu que l'insuffisance de tenue à la fatigue était à imputer à la présence des carbures métalliques aux joints des grains, associée à une défectuosité locale de la surface du fil.

**Remède** :

- a) modifier le traitement thermique de manière à éliminer les dépôts de carbure intergranulaires;
- b) apporter une plus grande attention à la qualité de surface du fil;
- c) soumettre le ressort fini à un traitement de grenaillage (shotpeening).

\* Voir également les 2 fiches suivantes.

## RUPTURE DE FATIGUE SEMI-FRAGILE

**Pièce\*** : ressort de soupape (cet exemple a été choisi pour bien illustrer la différence d'aspect entre rupture de fatigue et rupture semi-fragile sur pièces soumises aux mêmes types de sollicitations.)

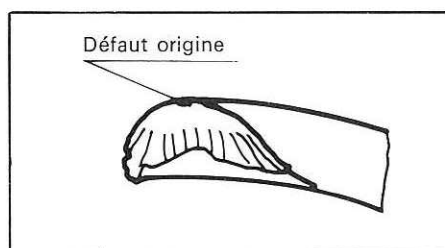
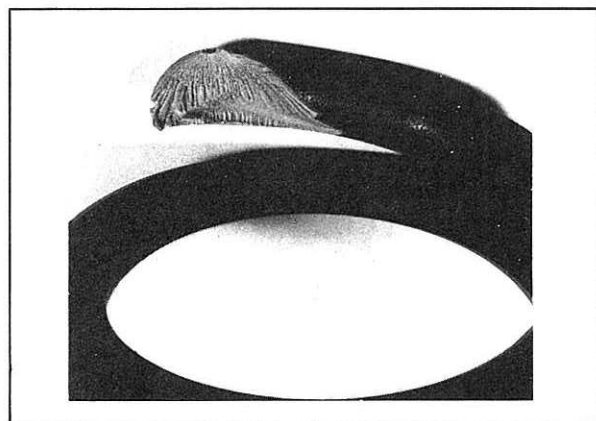
**Nuance du métal** : Z 30 C 13.

**Analyse chimique** :

C %	Si %	Mn %	S %	P %	Ni %	Cr %	Mo %
0,33	0,34	0,37	0,018	0,02	0,3	13,61	0,09

**Nature des efforts** : sollicitations combinées flexion-torsion.

**Analyse morphologique** : La rupture est du type semi-fragile. On remarque en effet la présence de nombreux pseudo-chevrons convergeant vers la lunule sombre. Le contour extérieur de la surface de cassure dessine approximativement une hélice dont la pente est inclinée à 45° sur les fibres du ressort. Comme dans l'exemple précédent cette circonstance marque la prépondérance de l'action de la torsion dans la genèse de l'avarie.



**Commentaires et causes de l'avarie** : Dans le cas présent, la cause probable de la dégradation est imputable à une surcharge de fonctionnement localisée à l'endroit de la lunule sombre correspondant à une très fine entaille du fil.

**Remède** : S'agissant d'un accident intrinsèque à la matière même du fil, le remède est à rechercher en liaison avec le tréfileur.

\* Voir fiches précédente et suivante.



## RUPTURE CATASTROPHIQUE

**Pièce\*** : ressort de soupape. Cet exemple a été choisi pour montrer les différents aspects possibles de ruptures du ressort.

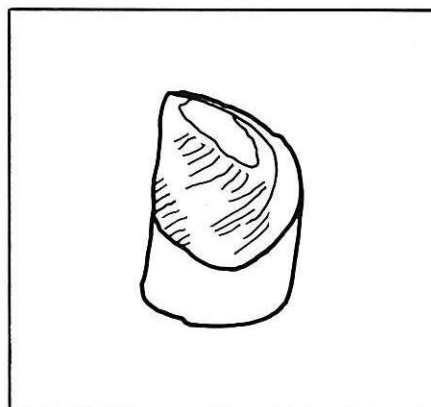
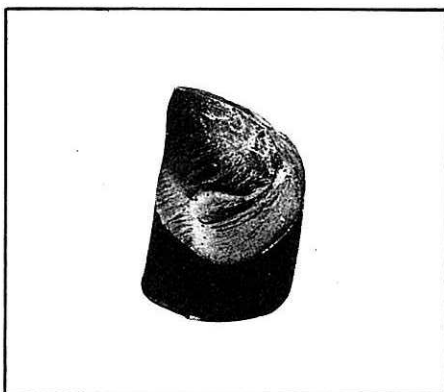
**Nuance du métal** : Z 30 C 13.

**Analyse chimique** :

C %	Si %	Mn %	S %	P %	Ni %	Cr %	Mo %
0,33	0,34	0,37	0,018	0,02	0,3	13,61	0,09

**Nature des efforts** : sollicitations combinées flexion-torsion.

**Analyse morphologique** : La surface de cassure est inclinée à 45° (environ) par rapport à une tangente à l'hélice (ce qui confirme la prédominance des sollicitations en torsion). La surface est de type grenu (grains fins). Les principaux critères de qualification des ruptures semi-fragiles ou de fatigue font ici défaut.



**Commentaires et causes de l'avarie** : La rupture de type catastrophique est imputable à une surcharge brutale du ressort associée à une fragilité excessive du matériau.

**Remèdes** :

- diminuer les risques de surcharge (revoir les calculs et le fonctionnement sur site);
- éviter les températures de revenu comprises entre 400 et 500° où la résilience du matériau est la plus faible.

\* Voir également fiches précédentes.