

Quatre images de cassures d'alliages ferreux.

J.D. par Metjac - décembre 2006.

L'aspect des cassures, c'est-à-dire l'aspect des surfaces de séparation des éléments rompus présente un faciès particulier en rapport avec le comportement du matériau lors de sa rupture.

Le mode de sollicitation (traction continue, effort répété, cisaillement, choc), la température, la nature du matériau (acier, cuivre, aluminium,...), le milieu actif (corrosion), la forme de la pièce sollicitée (effet d'entaille), ... sont des facteurs susceptibles de modifier le mode de rupture.

Parmi les différents modes de rupture des alliages ferreux on peut sélectionner ces quatre modes les plus typiques.

En voici des fractographies, c'est-à-dire des images des surfaces de ces cassures examinées au microscope électronique soit par balayage, soit, comme ici, sur des répliques de carbone (images d'origine X 2000).

Cassure ductile



Cupules

La rupture est ductile lorsqu'elle est l'ultime stade d'une déformation notable du matériau hautement sollicité.

Au cours d'un examen visuel, sans instrument, on remarque un faciès de cassure grisâtre et d'allure fine.

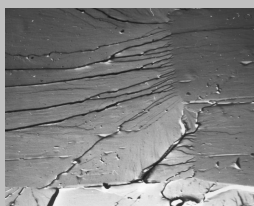
Il est dû à la présence de nombreuses petites cuvettes ou "cupules". Ces cupules se forment à partir de micro-défauts, de micro-inclusions ou d'une seconde phase. Dans ces cas, il y a décohésion à l'interface matrice-(défaut, inclusion, seconde phase) et formation d'un trou. La sollicitation augmentant, les trous s'agrandissent et finalement les ligaments qui restaient entre les trous se rompent par glissements. On a ainsi, sur chacune des faces de la cassure, des cupules dont certaines conservent les inclusions qui les ont initiées.

La rupture est fragile si la déformation préalable à la rupture est faible, voire quasiment nulle.

A l'examen visuel, la cassure est généralement "à grains", c'est-à-dire qu'elle présente de nombreuses facettes brillantes qui sont issues de ruptures qui se sont produites dans les grains. La décohésion a lieu selon les plans cristallins de faible densité atomique, il y a clivage.

C'est, par exemple, le cas des aciers ordinaires ou faiblement alliés, les aciers ferritiques au chrome, rompus à froid et par choc.

Cassure fragile



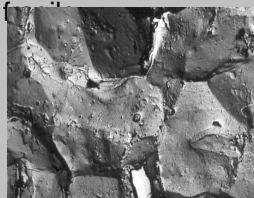
Clivages et rivières
Cassure
intragranulaire

La surface des clivages est striée de "rivières" qui correspondent aux raccordements entre des décohésions qui se propagent dans des plans cristallins parallèles. Le franchissement d'un joint de grains par un clivage multiplie les rivières ; en passant du réseau cristallin d'un grain à celui différemment orienté du grain voisin, le clivage trouve face à lui plusieurs plans qu'il peut "utiliser".

Le sens de propagation des clivages (et donc de la cassure) est celui des rivières et des affluents du réseau hydrographique dont il emprunte le nom et l'image. (sur le cliché : de droite à gauche).

Notons que les métaux ou alliages dont le réseau cristallin ne présente pas de plan à faible densité, comme le cuivre, l'aluminium, l'acier austénitique,..., ne se rompent pas à proprement parler par clivage même si la rupture, pour des conditions particulières de service, a lieu pratiquement sans déformation.

Cassure
Intergranulaire



D'autres faciès de cassure peuvent rendre compte de fragilité. La rupture intergranulaire, dont la localisation est due à une fragilisation des joints des grains par l'hydrogène (cas des aciers) ou par des précipitations de constituants lors de traitements thermiques ou des températures de service. La cassure est à facettes qui correspondent aux surfaces des grains. Dans le cas d'une précipitation fragilisante, les surfaces sont décorées par les précipités.



La rupture due à la **fatigue**, est liée une **sollicitation répétée** (charge et décharge ; traction - compression).

Bien que le niveau global des contraintes reste modéré et conforme aux calculs, ces contraintes deviennent localement, par un **effet d'entaille**, suffisamment élevées pour amorcer une fissure qui va se propager à chaque **cycle de charge**.

Cet effet d'entaille peut être dû à la **forme de la pièce sollicitée** : décrochement brusque à la surface (raccordement vif d'une surépaisseur de soudure, caniveau ou structure micrographique localement différente (amorçage d'arc et trempe locale), piquûre de corrosion, rayure d'usinage, faible rayon de raccordement à un changement de forme,...).

La rupture, bénéficiant (si l'on peut dire) de la concentration des contraintes à la pointe de la fissure, **progresses lentement sans déformation globalement notable de la pièce**. Ses "petits bonds" successifs à chaque cycle, seront visibles sur la cassure sous forme de petites **stries**.

>>>> lire sur ce site, du même auteur, : "Propos ordinaires d'un soudeur sur les alliages métalliques".

----- La reproduction partielle ou totale est autorisée mais impérativement avec la mention suivante : "J.D. par Metjac ____ site : soudeur.com"
