Notions élémentaires de mécanique de la rupture

Jusqu'au début du vingtième siècle il était considéré que la résistance à la rupture des matériaux dépendait de valeurs extrêmes de certaines composantes de la contrainte. On parlait ainsi de **résistance en traction** ou de **résistance en compression**.

En 1920, le travail de **Griffith** [1] sur le développement de la rupture dans les matériaux métalliques, a montré que **dans tous les matériaux**, y compris les verres, **il existe des défauts** plus ou moins petits qui impliquent des **concentrations locales de contrainte**. Ainsi les valeurs moyennes de contrainte, calculées en tout point d'un matériau en supposant que le matériau est homogène (sans défauts) et au repos (vitesse nulle en tout point), ne permettent pas d'évaluer les conditions de chargement qui engendrent la rupture de ce matériau. On doit s'intéresser à la croissance des défauts et plus particulièrement aux concentrations de contrainte qui leur sont associées.

Aujourd'hui l'étude d'un phénomène de rupture doit répondre à trois questions:

- Quelles sont les conditions de chargement qui entrainent la propagation de défauts ?
- Quelle est la géométrie des surfaces engendrées par la propagation de ces défauts ?
- Le processus de rupture est-il stable ou instable ?

La propagation est **stable** lorsque la **croissance des défauts s'arrête** spontanément si les charges appliquées sont maintenues constantes. C'est le cas par exemple des fissures que l'on peut voir dans de nombreux murs de maçonnerie. La propagation est **instable** si, lorsqu'on maintient constantes les charges appliquées, il y **a accélération du processus de rupture**. Cette **instabilité** donne naissance à la propagation d'ondes mécaniques. C'est par exemple le cas des ruptures de faille qui donnent lieu à des mouvements sismiques. La question se pose d'identifier les conditions qui amènent à sa stabilisation une rupture devenue instable. Ce sont elles qui contrôlent par exemple la **magnitude des séismes** créés lors d'une rupture de faille.

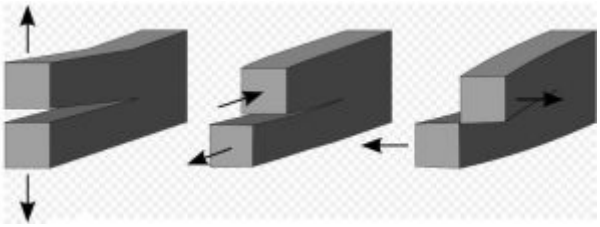

Figure 1. Les 3 modes fondamentaux de rupture. La fracturation hydraulique est un mode de rupture en traction pure (mode I). Les modes II et III sont des modes de rupture en cisaillement ; ils sont souvent très instables.

A la fin des années cinquante, le métallurgiste **Irwin** [2] a proposé de considérer la propagation de n'importe quel défaut comme la superposition de trois modes fondamentaux de rupture (figure 1) :

- Le mode I correspond à une **propagation en traction pure** ;
- Le mode II correspond à une **propagation en cisaillement dans le plan** de la figure ;
- Le mode III correspond à une **propagation en cisaillement perpendiculairement** au plan de la figure.

Ces modes fondamentaux ont été introduits car ils permettent un calcul analytique des concentrations de contrainte qui leurs sont associées.

Références et notes

[1] Griffith A.A., 1920. The phenomena of rupture and flow in solids*; Phil. Trans. Roy. So. London*; **A 221**, pp 163-198.

[2] Irwin, G.R., 1957. Analyses of stresses and strains near the end of a crack traversing a plate. *J. App. Mech.*, **24**, 361-364.

L'Encyclopédie de l'environnement est publiée par l'Université Grenoble Alpes.

Les articles de l'Encyclopédie de l'environnement sont mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.