

# Fatigue des structures et adaptation élastique

**Ky Dang Van**

Laboratoire de Mécanique des Solides – UMR CNRS 7649

Ecole Polytechnique 91128 Palaiseau Cédex

[dangvan@lms.polytechnique.fr](mailto:dangvan@lms.polytechnique.fr)

Parmi les phénomènes d'endommagement, la fatigue est certainement l'un des plus importants, mais également l'un des plus complexes. L'étude de ce phénomène qui relève de différentes disciplines peut être abordée de différentes façons selon ses propres centres d'intérêts: on peut adopter un point de vue microscopique voire atomistique; on peut également utiliser des approches structurales à l'échelle du mètre voire de la dizaine de mètres (cf. par exemple le dimensionnement de plate formes marines). Il va de soi que ces approches sont très différentes et l'ingénieur de bureau d'étude peut avoir des difficultés pour choisir l'outil de modélisation pertinent adapté à son problème. Les principales propositions existantes peuvent être sommairement classées en:

- Approches en contrainte, généralisant les courbes S-N ou courbes de Wöhler, utilisées surtout dans le domaine de la fatigue polycyclique;
- Approches en déformation, notamment en déformation plastique utilisées pour la fatigue oligocyclique; certaines théories de l'endommagement peuvent être rattachées à cette catégorie dans la mesure où l'endommagement est souvent associé aux déformations plastiques et à l'évolution de l'écrouissage;
- Approches basées sur la mécanique de la rupture; dans ces types d'approches, on considère que la fatigue est purement un phénomène de propagation.

En général ces approches s'appliquent assez bien lorsque la géométrie de la structure et le chargement sont simples, ce qui est malheureusement rarement le cas des structures industrielles.

Il existe une autre voie d'approche, moins répandue et moins bien connue, dans laquelle le matériau est considéré comme une structure (microstructure) soumise à des chargements cycliques. L'existence de résultats mathématiques (théorèmes d'adaptation) couplée à l'utilisation de méthodes multiéchelles permettent de proposer des méthodes nouvelles, robustes et qui ont été déjà validées par un grand nombre d'applications industrielles. L'intérêt est que, contrairement aux autres méthodes de calcul déjà évoquées, on peut, avec une formulation unique étudier différents types de structures, différents types de sollicitation (pièces massives, assemblages,..., fatigue de contact, fretting...) sans avoir besoin de recourir à des formulations différentes selon les cas, ce qui complique énormément la mise en oeuvre dans les applications. De plus, on peut en utilisant cette base théorique proposer une approche qui unifie la fatigue thermomécanique à faible et à grand nombre de cycles.