

*Analyse du livre par Jean Philibert :*  
**ENDOMMAGEMENTS ET RUPTURE DE MATERIAUX**

par **Dominique François**

XVIII - 232 pages

EDPSciences / Matériaux-Métallurgie, 2005

Quand nous franchissons le viaduc de Millau ou le pont de Normandie, avons-nous conscience qu'une multitude de capteurs reliés à un centre d'observation et d'analyse sont à l'œuvre pour détecter le moindre endommagement qui pourrait survenir dans les haubans, les pylônes ou le tablier? Bien sûr il s'agit là d'ouvrages exceptionnels, mais si l'on en croit un expert comme Dominique François, ce n'est pas hélas toujours le cas. Selon son expérience des expertises judiciaires concernant des litiges résultant d'accidents, il affirme : "on est frappé par les dépenses qui en découlent. Les entreprises font-elles vraiment la comparaison entre ce qu'aurait coûté une conception et une maintenance plus soignée et les coûts des défaillances?"

Mais au fait qu'entend-t-on par endommagement? D. François en donne une définition à la fois précise et générale : apparition et développement irréversible de nouvelles surfaces. Son livre est consacré à la physique et à la mécanique de ces endommagements. Le premier chapitre les énumère : clivage, formation de cavités, fatigue mécanique, fatigue thermique, corrosion sous contrainte, fluage, ainsi que leurs combinaisons et synergies.

Le second chapitre étudie ces causes d'endommagement d'un point de vue physique et microstructural (notamment joints de grains et inclusions). Le chapitre suivant traite de la mécanique des milieux poreux, en se fondant sur un paramètre macroscopique de l'endommagement et son application au développement de l'endommagement par cavitation. Le chapitre suivant est de nature plus chimique, traitant du rôle de l'environnement (il y est beaucoup question d'hydrogène et de corrosion). Avec le chapitre 5, on repasse à des approches plus mécaniques et macroscopiques, principalement autour de l'essai Charpy, puis de l'origine et des bases de la mécanique de la rupture.

La maîtrise de l'endommagement exige la connaissance à la fois de la naissance des

dommages et de leur développement, en pratique la propagation des fissures (fatigue) et la croissance des cavités (fluage) : c'est l'objet du chapitre 6 sous le titre "Prévoir les évolutions des Endommagements". Comme je le soulignais en guise d'introduction, il est essentiel de pouvoir contrôler les éventuels endommagements : c'est l'objet du chapitre suivant consacré à "Endommagement et Maintenance", avec la description des principaux modes de contrôles non destructifs.

Peut-on un peu rêver? c'est ce que propose le chapitre suivant sur la guérison des endommagements. Verra-t-on des matériaux auto-réparateurs, à la manière des tissus vivants? L'auteur aurait pu s'arrêter là sur ces perspectives futuristes. Mais il a cru bon, en guise de réflexion, d'élever le point de vue au-dessus de tout le foisonnement de travaux suscités par les défections et les exigences de sécurité. En effet la Science de l'endommagement est née des besoins industriels, comme cela est cité à plusieurs reprises au cours de l'ouvrage : fusées, aéronautique, industrie nucléaire, etc. mais les réponses à ces demandes constituent-elles une science, avec son corpus de connaissance, c'est à dire de lois fondamentales (universelles comme l'auteur les qualifie) et, pour leur utilisation, prescrit-elle une méthodologie? D. François a eu l'ambition de s'élever à un point de vue général, s'inspirant de la philosophie épistémologique de K. Popper. J'ai apprécié que les concepts poppériens soient ainsi appliqués à autres choses que les habituelles cogitations sur Galilée, Newton et Einstein! Ces considérations finales ne sont pas de pure spéculation, car voici leur conclusion : "La Science des endommagements, science de l'ingénieur, se donne pour but de satisfaire la demande sociale, de mieux prévoir et prévenir les endommagements. Elle est tenue d'apporter des résultats sous forme d'applications".

Cette science est née de problèmes liés à l'utilisation des alliages métalliques. Ce sont en effet les métaux qui font l'objet de la plupart des

pages de cet ouvrage. Mais des incursions dans les céramiques, les bétons et les polymères démontrent l'universalité de l'approche. La principale difficulté vient peut-être de la polyvalence exigée pour l'application aux expertises. Je cite encore D. François qui souligne la nécessité de "rassembler des spécialistes de champs disciplinaires variés : mécaniciens et métallurgistes ou plus généralement ingénieurs en science des matériaux, ingénieurs en contrôle non destructif, fiabilistes et spécialistes de statistique et probabilité, spécialistes en analyse du risque, sociologues...". A titre d'exemple, il analyse au chapitre 7 un travail récent sur une tentative d'analyse complète des coûts de défaillance des ouvrages d'art, tenant compte des aspects probabilistes des phénomènes mis en jeu.

A qui s'adresse ce livre ? A mon avis à un public très large, chercheurs et ingénieurs. Sa lecture en est facilitée par un texte principal facile à suivre sans développements mathématiques, ceux-ci

étant renvoyés en annexes à la fin de chaque chapitre. Enfin une annexe finale rappelle l'essentiel des notions de Mécanique de la Rupture. Cette présentation permet au lecteur de bien percevoir les bases essentielles, tantôt plus physiques tantôt plus mécaniques, en n'ayant recours aux développements mathématiques qu'en cas de besoin pour approfondir les différents modèles. J'ajouterai que de courtes notes en bas de page à destinations des mécaniciens ou des métallurgistes doivent permettre à un très large lectorat de lire avec le plus grand profit cet ouvrage.

Est-il nécessaire de dire que je recommande vivement la lecture de ce livre à tous ceux - chercheurs, ingénieurs et techniciens- confrontés de près ou de loin à la Science et au Génie des matériaux, ainsi qu'aux ingénieurs des bureaux d'études.

Jean Philibert

