
La tomographie et la diffraction X pour étudier la déformation et la rupture des matériaux métalliques

Henry Proudhon*¹

¹Centre des Matériaux – CNRS : UMR7633, Mines Paris - PSL – France

Résumé

Les propriétés mécaniques des matériaux, essentielles à notre monde moderne, sont largement déterminées par l'arrangement tridimensionnel de leur microstructure. Les techniques de caractérisation basées sur les rayons X, qu'elles soient réalisées au synchrotron ou en laboratoire, permettent des mesures non destructives, in situ et corrélatives de la microstructure d'échantillons représentatifs. Ces méthodes promettent de révolutionner la caractérisation des matériaux, l'étude des mécanismes de déformation et de rupture, ainsi que l'identification des comportements constitutifs à l'échelle locale.

Ce cours présentera comment la tomographie et la diffraction X (éventuellement couplées) permettent d'observer la microstructure (phases, défauts, endommagement) dans des volumes millimétriques de matériaux et comment ces modes d'imagerie peuvent être couplés à des essais mécaniques in situ. La nano-tomographie permet de pousser la résolution spatiale jusqu'à quelques dizaines de nanomètres pour observer les tous premiers stades de l'endommagement. Si toutes les classes de matériaux peuvent être étudiées, ces méthodes apportent tout leur potentiel pour les matériaux métalliques où la diffraction couplée à l'imagerie permet de lier endommagement et état mécanique local. De plus, la caractérisation 3D facilite la création d'un jumeau numérique de l'expérience, grâce à des méthodes de simulation mécanique par éléments-finis. Cela ouvre la voie à un nouveau paradigme où expériences et simulations à l'échelle de la microstructure peuvent être utilisées conjointement pour étudier et identifier les modèles de plasticité et de rupture des matériaux de structure.

*Intervenant