

Effets de couplage et effets dissipatifs accompagnant la déformation des matériaux. Définitions et résultats expérimentaux.

André Chrysochoos

1. Cours 1 : Cadre thermomécanique et bilan d'énergie

Ce premier cours aura pour objectif de se doter d'un cadre thermomécanique d'interprétation des expériences. Il aboutira à la forme générale prise par le bilan d'énergie associé au processus de déformation et reliera les grandeurs énergétiques aux équations de comportement du matériau.

2. Cours 2 : Analyse expérimentale des bilans d'énergie.

Une fois les grandeurs énergétiques définies, l'objectif sera de voir comment les mesurer expérimentalement. Le 2^{ème} cours se focalisera sur les techniques d'imageries quantitatives mises en œuvre. Des rappels seront faits sur les techniques de corrélation d'image (DIC) et de thermographie infrarouge (TIR) permettant d'effectuer respectivement des mesures de champs cinématiques et thermiques. Le point délicat du passage des champs cinématiques et thermiques aux champs de sources de chaleur sera évoqué.

3. Cours 3 : Effets de couplage.

Ce cours se focalisera sur l'analyse des sources de chaleur dites de couplage qui sont symptomatiques d'interactions fortes entre états mécaniques, thermiques et microstructuraux. Le cas de la thermoélasticité classique sera évoqué, puis celui de l'inversion dite thermoélastique des élastomères et enfin celui des transformations de phase solide-solide dont les alliages à mémoire de forme sont le siège.

4. Cours 4 : Effet de couplages et effet du temps.

Des interactions thermomécaniques fortes en situation non adiabatique et certains mécanismes de déformation dissipatifs peuvent, dans certains cas, induire des réponses mécaniques similaires. Pour fixer les idées, nous étudierons le cas de matériaux thermoélastiques et viscoélastiques linéaires. Certaines conséquences en termes d'analyse viscoélastique (e.g. DMA) des matériaux polymères seront évoquées, tout comme celles de l'introduction d'effets thermo-dilatants dans les modèles viscoélastiques.

5. Cours 5 : Effets dissipatifs

Le dernier cours s'intéressera aux effets dissipatifs des matériaux élasto-plastiques (métaux). On considèrera l'évolution d'un coefficient resté fameux dans la littérature spécialisée, le coefficient de Taylor-Quinney (1933), représentant la proportion d'énergie de déformation anélastique non dissipée consommée dans les transformations microstructurales (stored energy ratio). Le cas des chargements monotones puis des chargements cycliques (à grand nombre et très grand nombre de cycles) sera successivement abordé.

On terminera le cours par le cas particulier d'un polymère très utilisé en construction automobile quand il est renforcé de fibres de verre : le polyamide 6.6 (nylon). Nous verrons des formes de bilan d'énergie fortement variables avec la vitesse de déformation. Nous mettrons enfin en évidence un lien entre le taux d'humidité au sein du matériau et sa signature thermoélastique locale.