



ECOLE DOCTORALE THEMATIQUE de l'AUM¹

Dialogues : essais / modélisation et simulation

Chers étudiants, Chers collègues,

Veillez trouver ci-dessous l'annonce d'une école doctorale thématique qui se déroulera les 24 et 25 juin sur le campus de Polytech Tours. Elle a pour objectif de proposer une formation scientifique à l'intention des doctorants, mais elle est également ouverte aux post-doctorants, enseignants-chercheurs et chercheurs, intéressés par la thématique des échanges d'informations entre les approches expérimentale, de modélisation, et de simulation numérique.

Le programme envisagé (voir ci-dessous) est développé sur quatre demi-journées pour que les intervenants aient le temps de développer leur propos. Différents domaines d'applications ont été retenus, allant des matériaux fragiles aux matériaux hyperélastiques, des sollicitations quasi-statiques aux chargements dynamiques rapides, pour permettre d'illustrer la richesse des échanges actuels entre différents secteurs de la mécanique.

Inscription par Email avant le Lundi 3 Juin minuit auprès de jean-luc.hanus@insa-cvl.fr

Frais d'inscriptions : 80 euros qui comprennent les supports de cours, l'hébergement (nuitée du 24 au 25), les déjeuners, les pauses café et le dîner du lundi soir (possibilité éventuelle d'hébergement le 23 au soir, sur demande)

Merci d'indiquer nom, prénom, nom du directeur de thèse HdR, école doctorale de rattachement.

Programme provisoire et horaires indicatifs :

Lundi 24 juin : (9h – 18h)

AM : Stéphane Méo, *Lois de comportements en grandes transformations - Exemples et identifications de paramètres*

PM : Eric Blond, *Comportements multiphysiques - Construction de modèles de comportement couplés et biais d'interprétation des essais mécaniques*

Mardi 25 juin : (8h – 17h)

AM : Dashnor Hoxa, *De la caractérisation à la modélisation micro-meso- et macroscopique des matériaux et structures en Génie Civil.*

PM : P. Bailly, J.L. Hanus, *Comportement dynamique : l'échantillon de matériau vu comme une structure*

¹ Site internet de l'AFM : <http://afm.asso.fr/Activités-Universitaires-en-Mécanique>

Blog de l'AUM : <https://gttaum.wordpress.com/>

Formation soutenue par l' [Ecole Doctorale \(ED\) 552 Energie, Matériaux, Sciences de la Terre et de l'Univers \(EMSTU\)](#)

Lois de comportements en grandes transformations

Exemples et identifications de paramètres

Stéphane Méo <stephane.meo@univ-tours.fr>

Dans un premier temps, il sera présenté un cadre thermodynamique ayant pour but de fournir des outils suffisamment généraux (sous une hypothèse d'isothermie) pour pouvoir prendre en compte les phénomènes mécaniques présentés par quelques exemples expérimentaux. Ainsi est présentée une description complète en grandes déformations des comportements hyper-élasto-dissipatifs. Un découpage de la transformation, en une part purement volumique et l'autre strictement incompressible, permet d'aboutir à une formulation générale compressible aisément déclinable en incompressible.

Pour ce faire, le cadre standard généralisé est adopté (Halphen et Son Nguyen, 1975), les différentes variables internes sont introduites via le concept d'état(s) intermédiaire(s) (Sidoroff, 1973) appliqué sur la transformation incompressible. Les lois d'évolution de ces dernières sont obtenues au moyen d'un potentiel de dissipation. Nous nous restreignons, dans un premier temps, à une décomposition à un seul état intermédiaire inélastique. Ceci permet alors de mettre en exergue une généralisation en grandes déformations de différents modèles rhéologiques unitaires (i.e. une seule variable interne est nécessaire à leurs descriptions). Puis, cette décomposition est étendue à plusieurs états intermédiaires. Dans ces deux approches, les lois des modèles compressibles et incompressibles sont systématiquement présentées dans les configurations lagrangienne, eulérienne et mixte. Quelques exemples et des stratégies d'identifications des paramètres de modèles sont donnés.

Enfin, sur un modèle plus original, nous présenterons une démarche complète d'identification de paramètres. Le comportement ainsi identifié sera utilisé pour simuler les réponses d'éprouvettes originales proches de pièces industrielles, ces simulations sont alors comparées aux réponses expérimentales (Figure 1, Figure 2).

Bibliographie

- B. Halphen et Quoc Son Nguyen. Sur les matériaux standards généralisés. J. Méc., 14, 1975.
- F. Sidoroff. The geometrical concept of intermediate configuration and elastic finite strain. Arch. Mech., 25(2), 1973

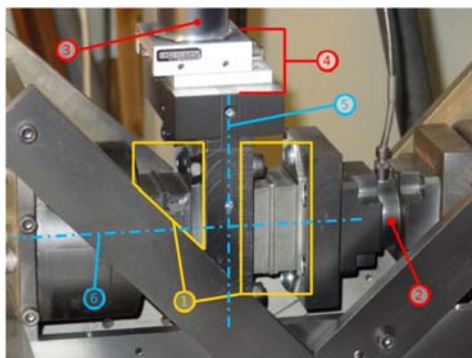


Figure 1 : Montage Compression/cisaillement cyclique

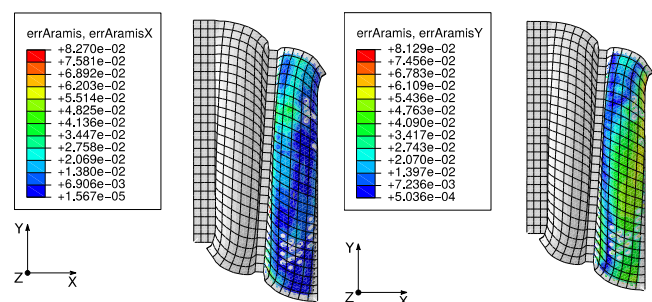


Figure 2 : comparaison expérience (stéréo-corrélation)/numérique (modèle) – champs de déplacements

Comportements multiphysiques

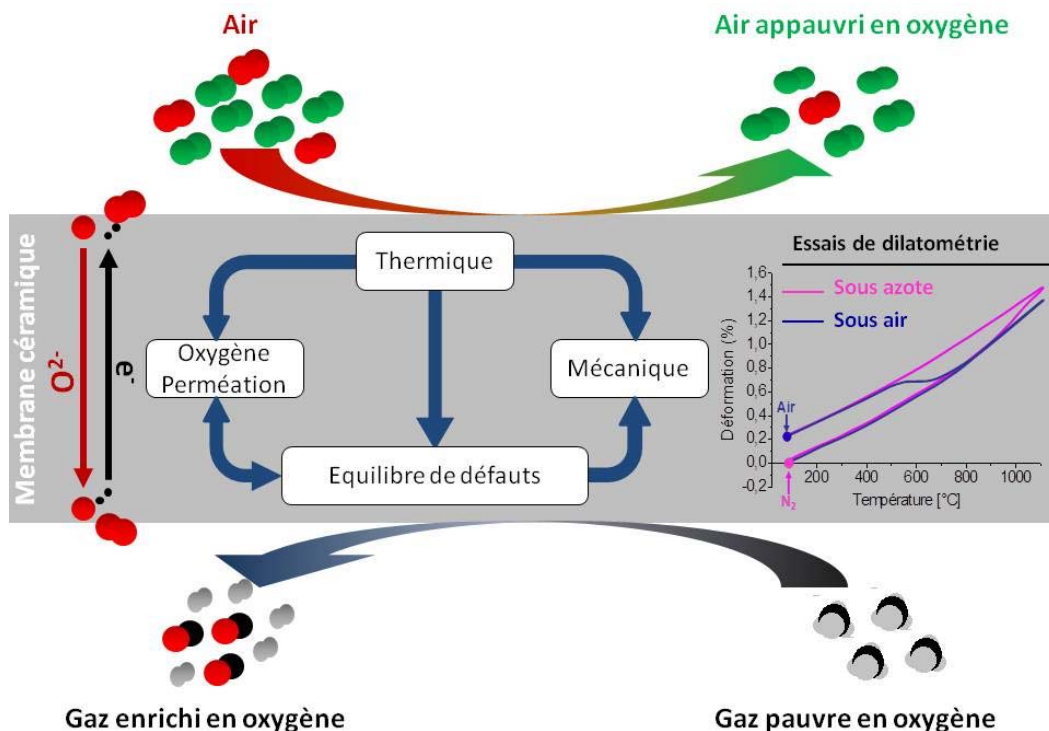
Eric Blond <eric.blond@univ-orleans.fr>

Méthodologie de construction de modèles de comportement couplés thermoméca-thermochimie

Principe de la thermodynamique des processus irréversibles. Notion de couplage fort / faible, notion de variable d'état (intensive / extensive), rôle particulier de certains potentiels d'états (Helmholtz, Gibbs, ...). Expression générique des lois de conservations (grandeurs extensives), de transport (Onsager vers Fick, Fourier) et des lois d'état et d'évolutions. Illustrations par des cas particuliers tels que le comportement des conducteurs mixtes (application Solid Oxide Fuel Cell, Electrochimie Haute Température, production de gaz) ou la dégradation de céramiques réfractaires à hautes températures (oxydation, corrosion). Ouverture sur les limites de l'approche TPI « classique ».

Essais mécaniques et couplages multi-physique : réflexions sur les biais possibles d'interprétation

Ici seront présentées les analyses qui peuvent être faites sur la base de différents moyens de mesures des déformations tels que dilatométrie, Diffractométrie de Rayons X, Corrélation d'Images Numériques, etc. L'objectif sera d'illustrer certains biais d'interprétation des mesures en présence de matériaux réagissant à leur environnement (thermique, chimique) et d'analyser comment ces essais peuvent permettre de guider le choix des variables d'état pour l'écriture du modèle et d'accéder à des informations essentielles telles que la cinétique des phénomènes en jeu.



De la caractérisation à la modélisation micro-meso- et macroscopique des matériaux et structures en Génie Civil.

Dashnor Hoxha < dashnor.hoxha@univ-orleans.fr >

Caractérisation microscopique et techniques de changement d'échelle

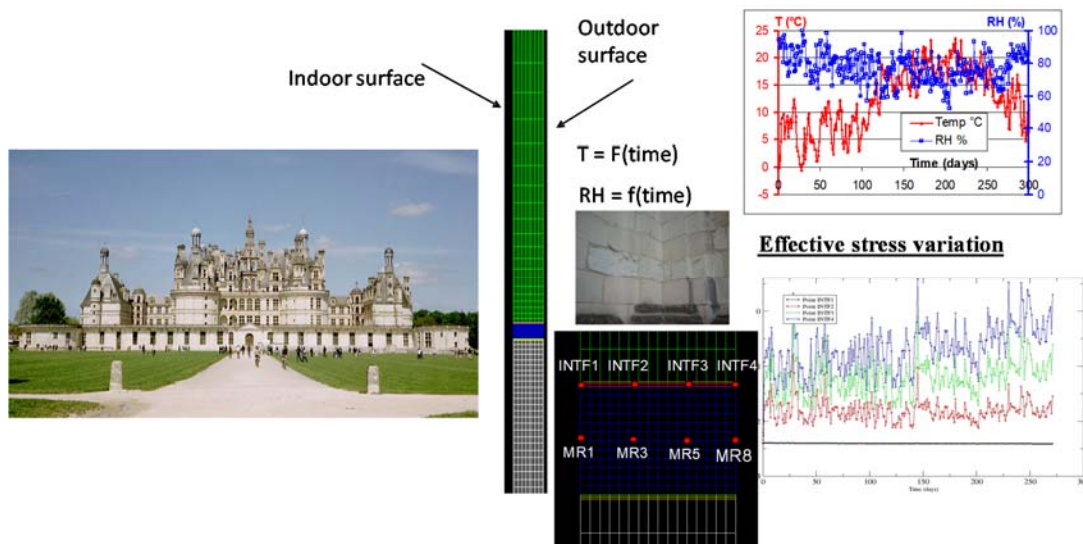
On parlera des techniques de caractérisation type nano-, micro indentation et de techniques de changement d'échelles analytiques (basée sur la solution d'Eshelby) ainsi que des techniques numériques : milieux périodiques et approches asymptotiques. L'application choisie est le comportement Thermo-Hydro-Mécanique de l'argilite de Meuse Haute-Marne extensivement étudié dans le cadre de la problématique des stockages.

Modèles mesoscopiques de matériaux poreux hétérogènes : principes de construction et essais de caractérisation

Il s'agit ici d'aborder brièvement les principes de construction d'un modèle de comportement Thermo-Hydro-Mécanique à partir des principes de la mécanique des milieux continus et de montrer pas à pas les différentes phases de construction modélisation et des essais de caractérisation du comportement associé à chaque phase (modèle conceptuel, identification des mécanismes de comportement, formalisme mathématique, validation de modèle). L'application associée est la pierre de tuffeau caractérisée et modélisée dans le cadre du patrimoine bâti.

Modeliser - Passer de la réalité aux modèles des structures ?

L'objet de ce volet est d'analyser et d'expliquer les limites de la simplification des matériaux et des structures dans les modèles et le dialogue entre « les différents modèles ». Il s'agit dans un premier temps de parler des limites des techniques d'homogénéisation, de la nécessité dans certains cas de combiner plusieurs approches (continues-discontinues, mécaniques –hydriques-thermiques-chimiques, déterministe-fiabiliste) ou de passer d'une représentation d'un objet à un autre (passage d'un nuage de point, à un objet surfacique, puis volumique et in fine à un modèle mécanique). L'application liée à ce volet est le travail de modélisation de la restauration des œuvres sculptées et des bâtiments historiques qui illustrent bien tous les aspects évoqués.



Comportement dynamique : l'échantillon de matériau vu comme une structure

Patrice Bailly <patrice.bailly@insa-cvl.fr> Jean-Luc Hanus <jean-luc.hanus@insa-cvl.fr>

Le cours portera sur la caractérisation de la réponse de matériaux et structures à des chargements dynamiques générant de hautes vitesses de déformation.

La première partie, introductive, portera sur une illustration et une classification des sollicitations pour lesquelles un effet de la vitesse de déformation sur la réponse mécanique est attendu. Y seront abordées les problématiques spécifiques associées aux essais dynamiques comme les conditions d'homogénéité, d'équilibre mécanique et thermique, de connaissance du chargement appliqué... Elles permettront d'expliquer pourquoi l'essai aux barres de Hopkinson dans la configuration de Kolsky est devenu, dans les applications civiles, l'essai de référence par rapport aux autres essais du type masse tombante, impact de Taylor ou impact de plaques.

Dans un deuxième temps, à partir de rappels sur la dynamique des solides et la propagation des ondes, l'essai de compression dans sa configuration classique sera analysé en détails avec un accent particulier mis sur la compatibilité des impédances entre barres et matériau testé, le transport des ondes, la taille des échantillons, l'ordre de grandeur des vitesses atteignables et la durée de mesure potentielle. L'analyse d'essais sur des géomatériaux et polymères permettra de mettre en évidence les difficultés d'interprétation directe des résultats d'essais pouvant amener à confondre un effet de structure avec un comportement matériau. L'utilité de disposer du support de techniques d'imagerie (corrélation d'images) et de simulations numériques permettant d'analyser l'homogénéité des champs sera mis en évidence.

L'intérêt de s'affranchir des hypothèses d'uniformité et de stationnarité sera souligné au moyen de l'analyse de deux essais caractéristiques : un essai de compression dynamique sur un élastomère (fig.1) et un essai de flexion dynamique sur un béton (fig.2). Sur ces mêmes essais une comparaison entre une identification paramétrique et une identification non paramétrique du comportement sera réalisée.

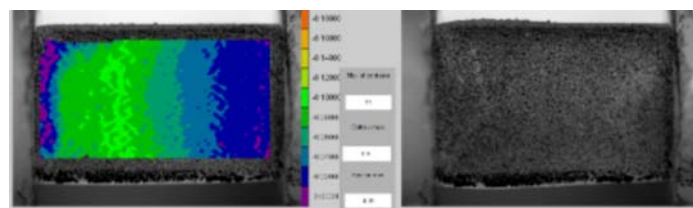


Figure 1 : Essai de compression dynamique sur un gel SEBS



Figure 2 : Essai de flexion dynamique sur un béton