

Proposition de sujet d'alternance 1A
2023-24

Laboratoire: Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique

Titre du sujet : Eléments-finis espace-temps pour le calcul de structure en dynamique

Encadrant * (s) :

Nom : Lejeunes
Prénom : Stéphane
Qualité ** : Ingénieur de recherche
Localisation : LMA
Coordonnées : lejeunes@lma.cnrs-mrs.fr
(*e-mail/tel*)

* *un co-encadrement est possible.*

** *l'encadrement devra être assuré de préférence par un permanent du laboratoire, au minimum titulaire d'un Doctorat.*

Descriptif du sujet et de la mission (au moins sur la 1^{er} année) :

La simulation de structure élancées (poutres, plaques, coques) en dynamique est utilisée dans de nombreux contextes de l'ingénierie. Il peut s'agir de calculs d'impacts, d'explosion, de résistance aux séismes (cf. figure 1), etc.

Pour résoudre le problème physique sous-jacent il faut en premier lieu être capable de traiter un problème de dynamique transitoire (en temporel donc) à minima dans un contexte élastique. Les codes de calculs éléments-finis standards offrent principalement deux alternatives pour traiter ces problèmes avec des méthodes de résolutions incrémentales soit explicites soit implicites. Ces méthodes peuvent dans certains cas présenter des inconvénients (de stabilité, de non conservation d'énergie, etc) qui limitent les performances et donc la pertinence de la simulation numérique directe. Au LMA, nous développons depuis quelques années des méthodes éléments-finis espace-temps que nous avons appliqués à différents problèmes (elastodynamique linéaire et non-linéaire, thermomécanique, visco-plasticité, fissuration). L'expérience acquise, nous a permis de mettre en évidence des caractéristiques des méthodes espace-temps qui permettent de mieux formuler les problèmes à résoudre et de dépasser les limitations des méthodes standards. Dans ce projet nous souhaitons étendre le travail que nous avons déjà réalisé sur des éléments de barres (pb. 1D) aux éléments de type poutres (pb. 2D et 3D) afin de pouvoir réaliser du calcul de structure.



Figure 1: Essais de résistance au séisme d'une structure bois

Pour ce faire, il y a deux étapes principales dans ce projet. La première est d'ordre théorique, il s'agit d'établir une formulation variationnelle mixte espace-temps adaptée au cas des poutres minces élastiques, théorie dite d'Euler-Bernoulli. Les formulations poutres d'Euler-Bernoulli sont très documentées et l'écriture d'une forme faible classique en petites perturbations ne pose pas de difficultés particulières. Pour l'élastodynamique 3D, nous avons une formulation espace-temps assez générale (avec des termes de stabilisations). Le travail va donc essentiellement consister à mixer ces formulations.

La deuxième partie est numérique, il s'agit d'implémenter la formulation dans un outil développé au laboratoire puis à faire des tests simples de benchmarking en élastodynamique (type impact par exemple, voir figure 2) et/ou avec comparaison avec les méthodes standards proposées par Abaqus. On considérera des configurations assez simples d'impact ou de vibration de poutre. Ce projet nécessite donc d'avoir une appétence pour les problématiques théoriques et numérique pour la mécanique.

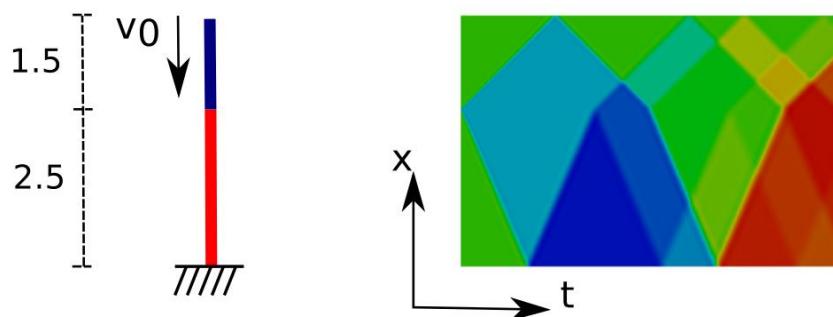


Figure 2: Exemple d'impact contre un mur d'un assemblage de 2 barres constituées de matériaux différents: l'image de droite montre le résultat d'un calcul espace-temps avec la propagation et l'interaction des ondes de contraintes dans chacune des barres

Validation pour mise en ligne ECM :

DM