

Solveurs dynamiques adaptatifs pour la modélisation de la propagation d'ondes élastiques

Bing Tie

Laboratoire de Mécanique Sols, Structures et Matériaux (CNRS UMR 8579)
École Centrale Paris, Grande voie des vignes, 92295 Châtenay-Malabry Cedex, France
e-mail: bing.tie@ecp.fr

Cette communication présente le développement d'outils numériques destinés à la modélisation numérique de la propagation d'ondes élastiques. L'utilisation de la méthode adaptative en éléments finis et de la formulation de Galerkin discontinue espace-temps permet d'élaborer des solveurs dynamiques adaptatifs qui sont efficaces et précis pour être appliqués dans le domaine de la dynamique des structures :

- Par rapport aux méthodes classiques, les méthodes adaptatives offrent une analyse plus fine des phénomènes de propagation, tout en concentrant les efforts numériques (les degrés de liberté) uniquement autour des fronts d'ondes. Au cours du calcul transitoire et de manière totalement automatique, la qualité des résultats numériques est sans cesse estimée et contrôlée pour piloter le remaillage de structures. Le rapport qualité/coût des modèles numériques est ainsi optimisé.
- La méthode de Galerkin discontinue espace-temps permet de développer des schémas d'intégration en temps très précis qui donnent une représentation propre des fronts d'ondes. En effet, les bruits numériques de très hautes fréquences sont filtrés par l'amortissement numérique de ces schémas.
- Le cadre variationnel de la méthode de Galerkin discontinue espace-temps est parfaitement approprié pour introduire l'adaptativité, puisque la stabilité de l'intégration en temps et la conservation de l'énergie sont garanties de manière naturelle au cours du remaillage adaptatif.

Ces solveurs dynamiques adaptatifs sont implémentés dans le code orienté objets **OOFE** (*Object Oriented Finite Element programme*) permettant une structuration informatique avec un haut niveau d'abstraction.

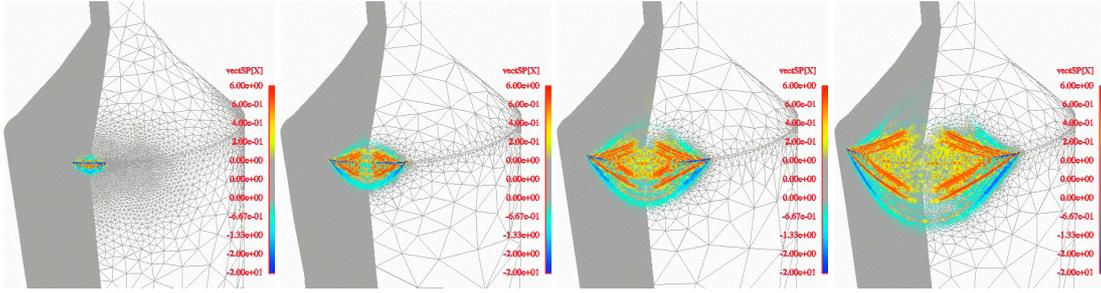
Différents résultats numériques sont présentés pour illustrer l'intérêt et la puissance des outils numériques développés. On présente plus particulièrement les applications pour des structures aéronautiques et automobiles, pour lesquelles une bonne compréhension des phénomènes de la propagation d'ondes est très importante pour des raisons diverses. Pour les structures aéronautiques, l'exemple typique est l'étude de la propagation d'ondes de choc d'origine pyrotechnique dans la structure des lanceurs spatiaux. Le but est de prédire et d'atténuer le niveau de vibration au pied des charges utiles. Le domaine d'intérêt en fréquence étudiée est très large. Pour les structures automobiles, on s'intéresse à l'analyse du transfert de l'énergie vibratoire par ondes dans les ossatures de caisse automobile, entre les points d'entrée d'efforts (trains, groupe motopropulseur) et les panneaux d'habitacle. L'objectif est alors de pouvoir orienter à terme la conception des ossatures de caisse afin de réduire le bruit basses fréquences généré à l'intérieur de l'habitacle.

[1] Aubry D., Lucas D., Tie B., « Adaptive strategy for transient/coupled problems, applications to thermo-elasticity and elasto-dynamics », *Comp. Meth. Appl. Mech. Engrg.*, 176 (1999) 41-50.

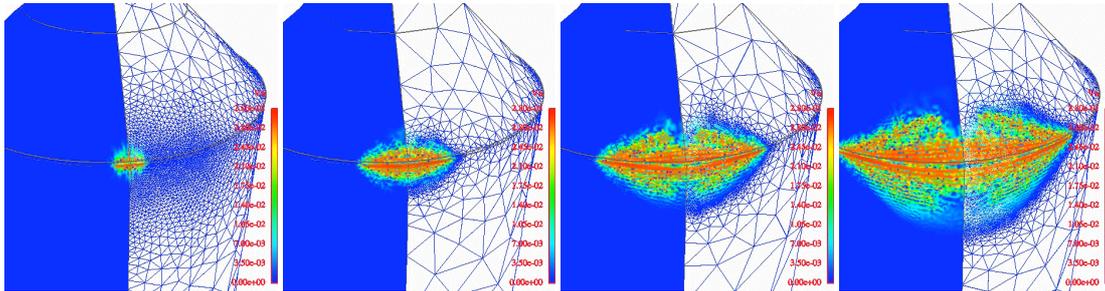
[2] Tie B., Aubry D. and Leclère J.-M., 'Sur la modélisation des ondes élastiques dans les structures : calculs adaptatifs et parallèles avec équilibrage de charges', *Revue européenne des éléments finis*, 2002, vol 11, pp 173 - 184

[3] Tie B., Aubry D. and Boullard A., 'Adaptive computation for elastic wave propagation in plate/shell structures under moving loads', *Revue européenne des éléments finis*, 2003, vol 12-6, pp 717 – 736.

Figure 1 : Modélisation de la propagation des chocs dans une structure de lanceur spatial (contrat de recherche ECP/CNES)

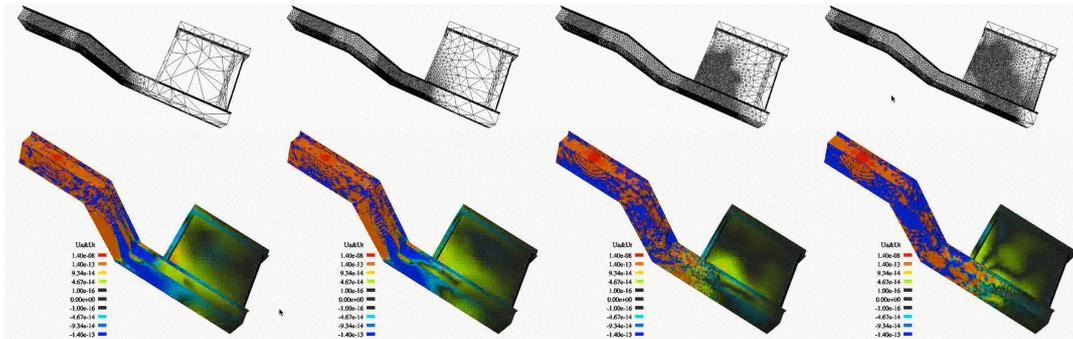


Sont présentés : les maillages adaptatifs, les ondes de choc de pression (couleurs bleues) et les ondes de choc de cisaillement (couleurs rouges et jaunes)



Sont présentés : les maillages adaptatifs, les ondes de choc de flexion

Figure 2 : Modélisation de la propagation des ondes dans une structure automobile idéalisée représentant un brancard connecté à un plancher (contrat de recherche ECP/PSA Peugeot Citroën)



Sont présentés : les maillages adaptatifs, les ondes de membrane (couleur bleue) et de flexion (couleurs rouges et jaunes).