

REVUE EUROPEENNE DES ELEMENTS FINIS

Rédacteur en chef, Gouri DHATT

Notes de lecture

par Philippe PASQUET, CISI INGENIERIE

De toutes les sollicitations – conférences, livres, revues – auxquelles nous sommes confrontés, nous avons déjà attiré votre attention sur l'importance de ces dernières. Elles nous apportent en général les nouveautés en matière de méthodes et, bien souvent, des applications passionnantes. C'est dans les revues que les auteurs ont le loisir de développer leurs récents concepts et de les comparer aux idées établies. Depuis deux ans, nous avons la chance de voir paraître une revue publiée en France par les éditions Hermès, la

REVUE EUROPEENNE DES ELEMENTS FINIS

Dans une conférence ou un congrès, on picore, pour avoir un aperçu rapide ; les ouvrages sont les repas campagnards d'où l'on sort rassasié, voire repu, et qui donnent envie d'y revenir ; les revues sont comme une sorte de dégustation où les grands (et futurs) chefs nous livrent leurs trouvailles. Avant de poursuivre la métaphore gastronomique, arrêtons-nous un instant pour étudier la carte.

Le volume 1 comporte quatre numéros, c'est dire si la première livraison est copieuse. Le cahier des charges s'annonce simple et précis. Il s'agit de publier des articles originaux dans deux directions : communiquer les travaux de recherches récents et présenter l'état de l'art sur les techniques utilisant la méthode des éléments finis. Il est parfaitement respecté, bien que cela soit moins évident qu'il n'y paraît.

En effet, il est beaucoup plus difficile, principalement pour des questions de temps, de rédiger des articles de synthèse que des conclusions de thèses. Et pourtant, de prestigieux collègues ont accepté ce pari qui consiste à présenter des articles de synthèse sur des sujets souvent encore en évolution : Jean Donéa, Pierre Ladevèze, Pierre Léger, pour ne citer que les auteurs isolés, sont parmi ceux-là. Qu'ils en soient remerciés car cela contribue évidemment à la richesse de cette revue qui s'est déjà créé un patrimoine.

Pour vous convaincre de l'intérêt d'une telle démarche, nous avons choisi d'analyser deux articles parmi la douzaine de ce premier volume. Nous avons sélectionné arbitrairement, car tous auraient mérité de l'être, un article représentatif de chaque orientation, en commençant par une présentation d'un état de l'art.

Méthodes de superposition modale pour l'analyse dynamique des structures non linéaires : l'état de l'art

Pierre Léger - Volume 1, n° 2

Les analyses dynamiques sont très courantes dans le milieu industriel, les analyses non linéaires vont le devenir. Dans cet article, sont développées quelques techniques de superposition modale pour étudier la réponse des structures. Dans le domaine linéaire, cette méthode est bien connue de tous les praticiens mais, comme il est question de sommation, beaucoup croient encore que cette méthode est réservée au comportement linéaire. Les avantages sont bien connus. Après une extraction de modes propres, les sollicitations sont décomposées sur une base modale, ce qui présente au moins deux intérêts. Premièrement, les équations de la dynamique se découpent grâce aux propriétés d'orthogonalité des modes propres. Deuxièmement, on peut, moyennant quelques précautions, utiliser une base tronquée ce qui a pour conséquence de réduire le nombre d'équations à résoudre.

Pierre Léger nous montre comment étendre ces propriétés dans le cas de comportement non linéaire, quelle qu'en soit l'origine. Deux méthodes sont exposées :

- la méthode des pseudo-forces, qui consiste à prendre en compte des forces de rééquilibrage au second membre de l'équation de la dynamique. Les vecteurs propres sont calculés une seule fois à partir des matrices initiales ou élastiques et la résolution se fait par une méthode de type Newton-Raphson modifiée. Cette méthode apparaît comme stable et surtout efficace quand il y a peu ou de faibles non-linéarités. Par contre, elle ne donne pas d'information sur l'évolution temporelle des propriétés modales. On peut noter que cette méthode permet aussi de tenir compte d'un amortissement non proportionnel en le faisant passer au second membre.
- la méthode du spectre tangent consiste à calculer de manière habituelle des vecteurs propres (ou même des vecteurs de Ritz) à partir des matrices instantanées ou tangentes. La résolution est faite par une méthode de Newton-Raphson. Cette méthode permet l'actualisation des matrices d'amortissement de type Rayleigh et donc de suivre l'évolution des propriétés modales pour linéariser l'amortissement et caractériser la dissipation d'énergie d'origine visqueuse. Elle est bien sûr beaucoup plus gourmande mais aussi beaucoup plus robuste dans les cas de fortes non-linéarités.

Les différentes méthodes de sous-structuration sont aussi évoquées mais elles sont très limitées dans le domaine non linéaire. En conclusion, Pierre Léger prévoit et même souhaite, en particulier pour la méthode du spectre tangent, une extension favorisée par ses possibilités de vectorisation et de parallélisation.

Deuxième domaine, les travaux de recherches :

Modélisation par éléments finis de la polymérisation de structures composites

Frédéric Golay, Olivier Débordes - Volume 1, n° 1

Quoi de plus naturel pour un chercheur que de s'appuyer sur l'expérience de son directeur de thèse ? C'est le cas pour cet article qui va encore contribuer à la bonne réputation de l'IMT dans le domaine des comportements de matériaux. Le travail est ambitieux. Il s'agit de modéliser la polymérisation d'un matériau composite. La mise en équation ne pose pas de problème. C'est une généralisation de l'équation de la chaleur avec un terme source particulier. L'originalité réside dans la caractérisation de ce terme qui fait appel à des essais sophistiqués. La cinétique de la transformation est fonction de l'enthalpie et la constante de temps de ce phénomène est d'un ordre de temps différente de la constante de temps due à la conduction. La thèse a consisté à mettre en œuvre les essais de caractérisation (en particulier préciser leur incertitude) puis à développer un schéma numérique capable de prendre en compte les non-linéarités et l'aspect transitoire du procédé. Un exemple industriel très intéressant est présenté sur le calcul d'un mât de rotor d'hélicoptère. Le travail se poursuit dans deux directions :

- calcul d'un pas de temps automatique pour mieux tenir compte des échelles de temps différentes,
- calcul thermo-mécanique avec propriétés visco-élastiques pour calculer les contraintes résiduelles.

J'espère, avec ces deux exemples, vous avoir mis l'eau à la bouche. La revue est heureusement complétée par des résumés de thèses qui pourraient donner lieu à de futurs articles pour les plus intéressantes d'entre elles. J'invite tous ceux qui ne sont pas encore abonnés à venir se joindre au festin avec les convives actuels. La revue a d'ores et déjà trouvé ses marques et sera d'ici quelque temps dans la cour des grandes. Alors, peut-être y aura-t-il encore plus d'articles rédigés en français ...