

Les numéros thématiques des Comptes rendus - Série Mécanique  
*Diffusion à l'unité : Librairie Lavoisier*

*Duality, inverse problems and nonlinear problems in solid mechanics*

*Comptes rendus, série Mécanique, tome 336, février 2008*

Numéro conçu par Jean-Baptiste Leblond (Institut Jean-le-Rond-d'Alembert – France – leblond@imm.jussieu.fr) et Xanthippi Markenscoff (Université de Californie – La Jolla – xmarkens@ucsd.edu )

L'importance des problèmes inverses et des problèmes non-linéaires dans la mécanique des solides moderne justifiait que les Comptes Rendus Mécanique y consacraient un numéro spécial. Les liens entre les problèmes inverses et les problèmes non-linéaires sont nombreux. Les problèmes inverses (déterminer la position d'une cavité dans un milieu solide à partir de mesures de surface, par exemple) sont intrinsèquement non-linéaires même si la loi de comportement du milieu est linéaire élastique. Si cette loi est elle-même non-linéaire (cas des solides plastiques par exemple), cela augmente encore la non-linéarité du problème inverse.

La notion subtile de dualité est sous-jacente à bien des problèmes inverses ou non-linéaires, bien que son importance soit rarement pleinement reconnue. Par exemple, la dualité relie les problèmes direct et inverse de manière naturelle, comme cela apparaîtra clairement dans plusieurs des contributions présentées dans ce volume.

Ce numéro spécial est dédié à une très remarquable figure de la mécanique des solides française moderne, Hui Duong Bui. Non seulement Bui est un spécialiste à la fois des problèmes inverses et des problèmes non-linéaires, mais il fut le premier à comprendre l'importance théorique de la dualité dans les problèmes direct et inverse, et à la mettre en pratique. Une brève biographie de ce scientifique si distingué et un résumé de ses contributions sont présentés ci-dessous.

Bui naquit à Hanoi (Vietnam) en 1937. La Seconde Guerre Mondiale le priva, comme la majorité des enfants vietnamiens de son âge, d'une instruction normale. Malgré la fréquentation d'une école privée pendant cinq ans, il demeura essentiellement un autodidacte jusqu'à l'âge de 18 ans, quand il obtint le baccalauréat français. A la suite de ce succès, on lui attribua une bourse qui lui permit de poursuivre ses études universitaires en France. En dépit du handicap de son instruction initiale, il obtint des diplômes de l'École Polytechnique en 1959, de l'École des Mines de Paris en 1961 et de l'Université Pierre-et-Marie-Curie (Paris VI) en 1964. Son premier emploi l'amena chez EdF, où il travailla comme ingénieur de recherches et contribua au développement du programme nucléaire français. Il soutint sa thèse de doctorat d'État en 1969.

A cette époque, la plasticité et la mécanique de la rupture, qui sont les ingrédients essentiels requis pour les analyses de sûreté des composants nucléaires, n'étaient pas très développées en France. Elles y furent introduites, précisément au moment où Bui commençait son travail de thèse, par des ingénieurs de FRAMATOME. Il fut arrêté que Bui travaillerait simultanément chez EdF et au Laboratoire de Mécanique des Solides de l'École Polytechnique. La supervision du Professeur J. Mandel dans ce laboratoire devait assurer un support théorique solide au travail de Bui. Sa thèse portait sur la théorie de la plasticité des métaux, envisagée à la fois sous les angles

microscopique et macroscopique, sur l'homogénéisation des polycristaux, et finalement sur certains aspects mathématiques des équations de la plasticité.

Un trait caractéristique de la largeur de vues de Bui est que bien qu'il s'agisse essentiellement d'un théoricien, son premier article de 1965 fut de nature expérimentale. Son but était de vérifier la formule de Mandel pour le taux de dissipation plastique, envisagé comme une perte de symétrie dans une loi de conservation. Après tant d'années, la même notion de perte de symétrie dans une loi de conservation est encore la pierre angulaire de la plupart de ses travaux récents en collaboration avec A. Constantinescu et H. Maigre sur les problèmes inverses, qui portent sur la solution analytique explicite du problème inverse d'un tremblement de terre et font un usage fondamental de la perte de symétrie de la fonctionnelle d'écart à la réciprocité. Ceci illustre la permanence de certaines préoccupations dans les travaux scientifiques de Bui, en dépit de leur grande variété.

Un autre thème récurrent dans l'œuvre de Bui est la dualité :

- En élasticité, où il étendit le diagramme de Tonti de l'élastostatique à l'élastodynamique, et montra comment les variables duales sont liées par certains opérateurs et leurs adjoints;
- En mécanique de la rupture, où il introduisit la notion de facteurs d'intensité de la discontinuité (duale de celle de facteurs d'intensité au sens habituel), et l'appliqua à la représentation de la solution de problèmes 3D de fissures planes ;
- Pour les problèmes inverses, pour lesquels les variables et opérateurs directs et adjoints jouent un rôle fondamental, de même que la dualité et, de nouveau, les pertes de symétrie.

L'intérêt de Bui pour les problèmes inverses, qui remonte à plus de 20 ans, s'explique par le fait que les opérations de maintenance des composants nucléaires nécessitaient, et nécessitent encore, beaucoup de recherches et de développements sur les méthodes de contrôle non-destructif. De plus, EdF lui demanda en 1986 de résoudre, avec des collègues de la Compagnie Française de Géophysique, une énigme concernant la structure interne de la Pyramide de Chéops en Egypte. A partir de mesures de microgravimétrie, il obtint une solution numérique pour la distribution de densité qui indiquait une structure spirale. Son travail est encore utilisé de nos jours par H. Houdin et J.P. Houdin à l'appui de leur nouveau modèle de la Pyramide de Chéops, qui suppose l'existence d'un tunnel interne hélicoïdal.

Les travaux scientifiques de Bui se caractérisent par leur extrême variété, la profondeur de leurs analyses et leur heureuse combinaison de théorie et d'applications pratiques. La plupart trouvent leur origine dans un problème industriel difficile.

Bui est l'auteur ou le co-auteur d'environ 100 articles portant sur la plasticité, la mécanique de la rupture, les équations intégrales de frontière, la mécanique du frottement et de l'usure, et les problèmes inverses. Il est également l'auteur de trois ouvrages :

1. **Mécanique de la Rupture Fragile**, Masson, Paris, 1978;
2. **Problèmes Inverses en Mécanique des Matériaux : Une Introduction**, Eyrolles, Paris 1993; édition américaine, CRC Press, Boca Raton, 1994; édition japonaise, Shokabo, 1994; édition chinoise, Harbin, 1995; édition russe, Karaganda, 1996;
3. **Fracture Mechanics: Inverse Problems and Solutions**, Springer, 2006.

Il a participé ou participe encore au comité éditorial des revues suivantes: Computational Mechanics (1988–1992), International Journal of Solids and Structures (1990–2005), Journal of

Mechanics of Materials and Structures (depuis 2005), International Journal of Engineering Analysis (1990–2000), Mechanics of Materials (1995–2005), International Journal of Inverse Problems in Engineering (1993–1996), Inverse Problems (depuis 1994), Inverse and Ill-Posed Problems (depuis 1995). Il est membre de l'Académie des Sciences (depuis 1995) et de l'Académie des Technologies (depuis 2000), et de l'European Academy of Sciences (depuis 2001). Il est également "Fellow" de l'Institute of Physics (Londres).

Bui a encadré le travail de thèse de nombreux doctorants qu'il est impossible de tous citer ici. Tous partagent la même admiration non seulement pour le profond scientifique qu'il est, mais aussi pour l'aide infatigable, amicale et efficace qu'il leur a apportée.

Le départ à la retraite de Bui semblait une bonne occasion d'honorer ce scientifique si distingué. Un symposium en son honneur fut organisé l'année dernière par l'un de nous (X.M.) sur l'île grecque de Symi. Les thèmes principaux de la conférence étaient les problèmes non-linéaires, les problèmes inverses et la dualité. Bien que le symposium ait été un succès à tous les points de vue, tous ceux qui désiraient venir pour honorer Bui ne purent pas le faire. Le présent numéro spécial regroupe donc les contributions non seulement de ceux qui étaient présents à Symi, mais aussi de ceux qui ne l'étaient pas mais désiraient contribuer au volume. Toutes les contributions ont fait l'objet d'un examen par des experts compétents.

Nous espérons que ce numéro spécial apportera de nouvelles contributions à ce domaine central de la mécanique, tant sur le plan des questions fondamentales que sur celui des techniques pratiques de résolution.