



Présenté à l'École Normale Supérieure de Cachan le 21 décembre 2004

devant le jury composé de :

Jean-Louis GUYADER	(Rapporteur)
Antonio HUERTA	(Rapporteur)
Pierre VILLON	(Rapporteur)
Pierre LADEVEZE	(Examineur)
Jean-Baptiste LEBLOND	(Examineur)
Roger OHAYON	(Examineur)

# Préface

## Table des matières

---

### Préface

Table des matières .....	i
Table des symboles .....	iii
Remerciements .....	iv
<b>1 Introduction</b>	
1.1 Motivation .....	1
1.2 Formulations continues de la vibro-acoustique .....	3
1.2.1 Vibro-acoustique couplée.....	3
1.2.2 Vibro-acoustique faiblement couplée .....	4
1.3 Méthodes classiques de discrétisation.....	5
1.3.1 Forme discrétisée.....	5
1.3.2 Erreur de dispersion et erreur de pollution.....	5
1.4 Méthodes alternatives .....	6
1.4.1 Les méthodes de stabilisation.....	7
1.4.2 Les méthodes d'ordre élevé.....	7
1.4.3 Sous-espace d'approximation prédéfini .....	8
1.5 Organisation de la dissertation.....	11
<b>2 Formulations sans maillage pour l'acoustique faiblement couplée</b>	
2.1 Qu'est-ce qu'une méthode sans maillage .....	12
2.2 La méthode EFGM à base polynomiale .....	13
<i>Reprint de Comput. Methods Appl. Mech. Engrg. 162 (1998) 317-335...</i>	15
2.3 Analyse de dispersion .....	36
<i>Reprint de Comput. Methods Appl. Mech. Engrg. 190 (2000) 639-657...</i>	39
2.4 La méthode EFGM itérative .....	59
<i>Reprint de Int. j. numer. methods eng. 2003; 57:2131-2146.....</i>	61
<b>3 Formulations éléments finis généralisées pour la vibro-acoustique</b>	
3.1 Méthode de partitionnement de l'unité (PUM) .....	76
3.1.1 Qu'est-ce qu'une PUM ? .....	76
3.1.2 Application aux plaques de Kirchhoff.....	77
<i>Reprint de Int. j. numer. methods eng. 2004, in press.....</i>	80

3.2	Couplage EFGM-PUM .....	98
	<i>Reprint de Wave Motion 39/4 (2004) 295-305.....</i>	<i>103</i>
<b>4</b>	<b>Conclusions et perspectives</b>	
4.1	Conclusions.....	114
4.2	Perspectives.....	115
	<b>Références bibliographiques</b>	
	.....	117

## Table des symboles

<i>symbole</i>	<i>dénomination</i>	<i>unités S.I.</i>
$\sigma_{ij}$	tenseur des contraintes (de Cauchy)	Pa
$E$	module de Young	Pa
$\nu$	coefficient de Poisson	-
$u_j$	champ de déplacements	m
$n_j$	normale extérieure	-
$p$	pression acoustique	Pa
$\omega$	pulsation (fréquence angulaire)	s <sup>-1</sup>
$f$	fréquence	Hz
$c$	vitesse de propagation du son dans le fluide	m/s
$k$	nombre d'ondes ( $k=\omega/c$ )	m <sup>-1</sup>
$\rho_s$	masse volumique du solide	kg/m <sup>3</sup>
$\rho, \rho_f$	masse volumique du fluide	kg/m <sup>3</sup>
$e(\theta)$	erreur de dispersion	-
$e_h$	erreur de discrétisation	...
$H^1$	espace de Sobolev des fonctions, et de leur dérivée, de carrés sommables	-
$L^2$	espace de Sobolev des fonctions de carrés sommables	-
$\bar{\bullet}$	valeur prescrite	...
$A_n$	coefficient d'admittance ( $=1/Z_n$ )	m Pa <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup>
$Z_n$	coefficient d'impédance ( $=1/A_n$ )	Pa s m <sup>-1</sup>
$e$	épaisseur (d'une plaque)	m
$\eta$	facteur d'amortissement structural	-
$\mathbf{K}$	matrice de rigidité	...
$\mathbf{M}$	matrice de masse	...
$\mathbf{C}$	matrice d'amortissement	...
$h$	pas du maillage	m

Les notations non définies ici le seront lors de leur première utilisation. En particulier, la cohérence des notations n'est pas toujours assurée pour tous les articles reproduits dans ce mémoire.

## Remerciements

---

C'est curieux la vie. Jeune adulte, au moment de soutenir sa thèse de doctorat, la tentation est forte de vivre dans une sorte d'illusion qui nous fait croire que l'on peut identifier les personnes qui ont contribué à la réussite de l'épreuve. Aujourd'hui, est-ce l'expérience ? je me rends compte de la complexité de remercier toutes les personnes qui ont fait que j'aborde une nouvelle étape. Même si l'on restreint le champ d'investigation aux collègues, collaborateurs, doctorants et étudiants, la liste est déjà très longue. Si on l'élargit à ceux qui me sont le plus cher hors de ma vie professionnelle, la liste risque de dépasser la longueur de ma dissertation. Un moment, j'ai envisagé l'humilité du réalisateur de film qui place dans son générique de fin les « credits » désignant nommément le rôle de chacun des participants à son film, en général nombreux. Qui peut prétendre à cela dans sa vie ? Est-on jamais conscient de l'influence des uns et des autres sur notre propre développement et sur les choix qui nous portent à agir ? Je ne le pense pas. Aussi, sans vouloir d'aucune manière minimiser le soutien ou la collaboration de tous ceux qui ont de près ou de loin contribué à la réalisation de ce travail, je me contenterai de leur adresser le plus puissant des sentiments humains pour leur dire individuellement

Merci

Philippe Bouillard, le 11 septembre 2006.