



Revue française de génie civil

Volume 5 - Hors série 2001

Modélisation et enseignement

*enseignement de la modélisation par éléments finis
dans les formations de génie civil*

sous la direction de

Philippe Mestat

Michel Prat

Yvon Riou

hermes

2-624-176-



2-624-176-1

Revue française de génie civil

Rédacteurs en chef

Jean-Armand Calgaro, ENPC
Félix Darve, INPG

Secrétaire général

Michel Prat, Setra

Rédacteurs adjoints

Philippe Mestat, LCPC
Gilles Pijaudier-Cabot, Ecole centrale de Nantes
Laurent Vulliet, EPFL Suisse

Comité scientifique

E. Absi
Consultant

P. Acker
Lafarge

D. Amir Mazaheri
DAM Design

J.-M. Aribert
INSA Rennes

F. Baguelin
Terrasol

P.-Y. Bard
LGIT

J. Biarez
EC Paris

J. Biétry
CSTB

P. Bisch
Séchaud et Metz

M. Boulon
IMG Grenoble

J.-P. Boutin
SOCOTEC

D. Breysse
Université Bordeaux 1

J. Brozzetti
CTICM

P. de Buhan
ENPC

F. Buyle-Bodin
EUDIL

B. Cambou
EC Lyon

A. Capra
Campeon Bernard

R. Charlier
Université de Liège

A. Colson
ENSAIS

J.-F. Corté
LCPC

J.-F. Coste
AIPCR

O. Coussy
LCPC

J. Desrues
IMG Grenoble

H. Di Benedetto
ENTPE

R. Eymard
ENPC

R. Frank
CERMES ENPC

B. Godart
LCPC

Revue française de génie civil

Sommaire

Volume 5/2001

Modélisation et enseignement

Enseignement de la modélisation par éléments finis
dans les formations de génie civil

Editorial	9
PREMIÈRE PARTIE – Enseignement des méthodes numériques par éléments finis	13
1. Introduction générale	15
2. Pratique actuelle de l'enseignement des éléments finis. Inventaire des établissements et des enseignements	16
2.1. Types de formation initiale et complémentaire en génie civil	16
2.2. Organisation de l'inventaire	17
2.3. Classification générale des cours	17
3. Formation initiale	20
3.1. Cours de base	20
3.1.1. Objectifs des cours de base	20
3.1.2. Prérequis pour les cours de base	21
3.1.3. Programme d'un cours de base	22
3.2. Cours de spécialisation	24
3.2.1. Objectifs des cours de spécialisation	24
3.2.2. Contenu des cours de spécialisation	25
3.2.3. Prérequis pour un cours de spécialisation	26

3.2.4. Programme d'un cours de spécialisation	27
3.3. Travaux pratiques et exemples d'études de cas	28
3.3.1. Travaux pratiques pour les cours de base	28
3.3.2. Travaux pratiques pour les cours de spécialisation	29
3.3.3. Etudes de cas	29
3.3.4. Logiciels utilisés	31
3.4. Méthodes pédagogiques	32
3.4.1. Moyens éducatifs	32
3.4.2. Evaluation des élèves	33
4. Formation complémentaire et formation de troisième cycle	34
4.1. Formation complémentaire	34
4.1.1. Objectifs de la formation complémentaire	34
4.1.2. Organisation de l'enseignement	34
4.1.3. Etudes de cas	35
4.1.4. Débouchés	35
4.2. Formation de troisième cycle	36
4.2.1. Formations spécialisées à orientations professionnelles	36
4.2.2. Formations par la recherche	37
5. Formation continue	40
5.1. Besoins et objectifs	40
5.2. Contenu des cours	42
5.3. Organisation et pédagogie	43
5.4. Habilitation des personnels	45
6. Point de vue des utilisateurs	46
6.1. Point de vue de l'enseignant	46
6.2. Point de vue de l'étudiant	49
6.3. Point de vue de la profession	50
6.3.1. Qu'est-ce qu'un calcul d'ouvrage pour l'entreprise ?	50
6.3.2. Quel est l'impact de la formation ?	51
6.3.3. Formation interne et auto-apprentissage ?	54
6.3.4. Comment habilitier les personnels ?	55
7. Conclusions et perspectives	56
7.1. Considérations pédagogiques	57
7.1.1. Organisation de l'enseignement : aspect pluridisciplinaire	57
7.1.2. Organisation de l'enseignement : autonomie	58
7.1.3. Présentation et rédaction d'une note de calcul	58
7.2. Réflexion sur les logiciels exploités à des fins pédagogiques	59
7.3. Thèmes à développer	59
7.3.1. Assurance qualité	59
7.3.2. Erreur	61
7.3.3. Risque et éléments finis stochastiques	62
7.4. Un besoin de cohérence et d'uniformisation de la terminologie	62
7.5. L'enseignement vu du côté de la profession	63
7.6. Besoin de synthèse	64
8. Bibliographie	65

9. Annexes	68
9.1. Le Pôle d'expertise sur l'emploi des éléments finis en génie civil	69
9.2. Programme du colloque sur l'enseignement des méthodes numériques en génie civil, Lyon - INSA, 27 - 28 juin 2000	71
9.3. Liste des établissements contactés pour les besoins de l'inventaire et ayant répondu au questionnaire	72
9.4. Fiche type support de l'enquête	76
9.5. Exemple de stratégie didactique pour un cours de base en formation initiale	77
9.6. Programme du colloque « Enseignement des méthodes numériques dans les formations doctorales de génie civil », XIX ^e rencontres universitaires de génie civil, Lille – Villeneuve d'Ascq, 3-4 mai 2001	79
9.7. Exemples de programme d'enseignement en DEA	81
9.8. Exemples de notions rendant l'enseignement de la méthode des éléments finis complexe	89
9.9. Exemple de programme d'enseignement de second cycle	91
9.10. Exemple de collaboration bureau d'études – formation doctorale ...	93
9.11. Utilisation des nouvelles technologies pour un cours de base en formation ouverte	94
9.12. Une théorie algébrique au service de l'enseignement de la méthode des éléments finis	97
9.13. Modèles expérimentaux et numériques pour l'apprentissage de l'analyse par éléments finis	100
9.14. L'erreur dans l'expérimentation et dans la modélisation des ouvrages	103
 DEUXIÈME PARTIE – Fiches de présentation des cours (<i>version réduite</i>) ...	 105

Tout le monde s'accorde à reconnaître une évolution rapide des pratiques usuelles du génie civil, que ce soit dans les milieux professionnels, et notamment les bureaux d'études, dans les programmes d'enseignement ou dans les thèmes de recherche.

Elle est principalement due à l'intérêt porté par chacun aux méthodes numériques. Parmi celles qui ont remis en cause les méthodes de dimensionnement d'ouvrages, la méthode des éléments finis s'est imposée par ses capacités de modélisation et par la diversité des applications, avantage déterminant dans un domaine aussi « multiphysique » que le génie civil (mécanique du solide, des fluides, thermique, couplage des phénomènes).

Ce constat a conduit le pôle d'expertise sur l'emploi des éléments finis en génie civil, groupe de travail de l'AFGC, à une première réflexion sur l'enseignement de cette méthode, qui voit son aboutissement dans ce numéro hors série de la *Revue française de génie civil*. Celui-ci pose des points de repère et met en commun les « expériences » pour prodiguer un enseignement adapté aux métiers, dans lesquels seront impliqués futurs chercheurs et ingénieurs.