

Leclerc Willy
2, rue des cordes
14000 Caen
02.31.93.42.65 (Maison)
02.31.56.74.60 (Travail)

27 ans
Célibataire, sans enfant
Permis B
Nationalité française
Email : willy.leclerc@unicaen.fr

Site personnel : <http://www.math.unicaen.fr/~leclercw/>



DOCTORANT EN MÉCANIQUE

● DIPLÔMES

DEPUIS OCTOBRE 2010

Doctorat en Mécanique
Laboratoire de Mathématiques Nicolas Oresme (LMNO)
Université de Caen Basse-Normandie
Directeur de thèse, Alain Campbell, alain.campbell@unicaen.fr
Encadrant de thèse (Numérique), Philippe Karamian, philippe.karamian@unicaen.fr
Encadrant de thèse (Expérimental), Alexandre Vivet, alexandre.vivet@unicaen.fr

2008/2010

Master Ingénierie Mathématiques et Mécanique (mention Très bien)
Université de Caen Basse-Normandie

2006/2008

Licence de Mécanique (mention Très bien)
Université de Caen Basse-Normandie

2003/2005

Classes préparatoires MPSI/MP
Lycée Malherbe, Caen

● EXPÉRIENCES PROFESSIONNELLES

DEPUIS OCTOBRE 2010

Doctorant en mécanique
Enseignant (Niveaux L1 à M2)
Université de Caen Basse-Normandie

MAI/OCTOBRE 2010

Stagiaire en centre de recherche
Commissariat à l'Energie Atomique (CEA), DEN/DEC/SESC/LSC, Cadarache

MAI/JUIN 2009

Stagiaire en bureau d'études
Enitec, Le Havre

● COMPÉTENCES PROFESSIONNELLES

THÉORIQUES

Mécanique du Solide Linéaire et Non-linéaire, Mécanique Générale, Vibrations, Résistance des Matériaux, Mécanique des Fluides, Transferts thermiques et de Masse, Analyse Numérique Linéaire et Non-linéaire, Méthodes Numériques

SPÉCIALISATION LOGICIELS

Méthodes Asymptotiques, Homogénéisation, Décomposition de Domaine, Eléments finis

LANGAGES INFORMATIQUES

Cast3M, Scilab/Matlab, R, Robot Structural Analysis, Fluent, Catia V5, Maple, Medit

PLATE-FORMES

C/C++, Fortran, Perl, Bash, MPI, OpenMP, Cuda, Gibiane, Latex, Html

MANAGEMENT

Formation à l'Institut d'Administration des Entreprises (IAE)

● LANGUES

ANGLAIS

Courant

ALLEMAND

Niveau lycée

● LOISIRS

**SPORT
CINÉMA**

Course à pieds (marathon en 2h57)
Science fiction, action, comédie

SUJET

Le sujet de ma thèse porte sur l'étude du comportement mécanique de milieux hétérogènes à microstructure aléatoire et fortement enchevêtrée. Nous nous intéressons plus en particulier à des matériaux composites à base de résine époxy et renforcés en fibres aléatoirement réparties. Dans un tel contexte, une génération automatisée de maillages éléments finis à la fois fiable et efficace est délicate. Mon travail a consisté dans un premier temps à trouver et mettre en place les outils permettant une telle conception. Puis, dans un second temps, j'ai utilisé les outils mis en place dans l'optique d'une étude double-échelle de l'impact des paramètres morphologiques d'un réseau fibreux sur la réponse élastique d'un matériau composite. Celle-ci a été suivie par une étude du phénomène de percolation du réseau de fibres sur les propriétés effectives du même matériau.

MODÉLISATION

Si la conception d'une géométrie respectant les frontières réelles d'un réseau de fibres aléatoirement distribuées demeure possible, une modélisation éléments finis s'avère difficile à mettre en oeuvre dans ce contexte. Afin de palier à un tel problème, nous avons développé des stratégies efficaces de génération de maillages basées sur le concept de pixelisation/voxelisation. Il s'agit de concevoir un volume élémentaire représentatif (VER) du matériau à l'aide d'une approximation de la géométrie effectuée selon une grille de quadrangles en 2D ou hexaèdres en 3D. Les stratégies mises en place s'appuient sur des outils de raffinement local adaptatif permettant une approximation fine, fiable et relativement efficace de la géométrie et des maillages correspondants.

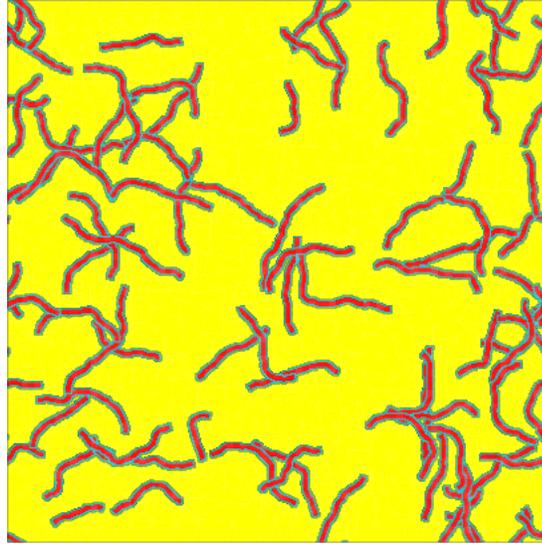
DÉCOMPOSITION DE DOMAINE ET PARALLÉLISATION

Cependant, l'efficacité de l'approche mise en place est fortement dépendante des dimensions du VER et de la finesse de l'approximation géométrique. Ainsi, l'étude de certains types de distribution du réseau d'hétérogénéités nécessitant des dimensions de VER particulièrement importantes est drastiquement perturbée. L'outil de décomposition de domaine s'avère une solution efficace pour palier à ce problème. Il s'agit d'une stratégie d'étude basée sur le concept de *diviser pour mieux régner* consistant à subdiviser le domaine initial dans l'optique d'une réduction du temps calcul. Une telle approche s'avère d'autant plus efficace qu'elle est adaptée à une mise en place parallélisée des calculs laquelle a été effectuée dans notre cadre d'étude à l'aide de la librairie MPI. Une décomposition de domaine automatisée du domaine a été mise en place à la fois pour la génération de maillages mais aussi pour la résolution éléments finis. Cette dernière a été réalisée par une méthode de complément de Schur double-échelle fournissant directement les propriétés effectives du matériau.

ETUDE DE PARAMÈTRES ET PERCOLATION

Nous nous intéressons finalement à l'étude de paramètres morphologiques tels que les dimensions, l'orientation, la distribution et la tortuosité des fibres. Des études préliminaires nous permettent de retrouver des résultats classiques des composites à fibres courtes dans le cadre des stratégies de modélisation et de résolution mises en place. Des études plus poussées ont été effectuées afin de mieux comprendre l'impact du phénomène de percolation, autrement dit la formation de chemins de fibres à fortes densités d'hétérogénéités. Les résultats exhibés ont mis en exergue certains liens entre le renforcement mécanique et le seuil de percolation, autrement dit, le taux de fibres minimal donnant lieu à une probabilité de percolation du réseau supérieure ou égale à 50%.

VISUALISATION



Modélisation d'un composite à renforts fibres aléatoirement réparties par le modèle d'approximation géométrique.

● CONFÉRENCES

Lors de mes 3 années de thèses, j'ai participé à divers congrès nationaux et internationaux. Le but était de présenter mes travaux soit sous forme de posters soit sous forme d'exposés oraux à un public scientifique spécialiste ou non. Différents papiers ont été écrits et mis sous proceeding suite aux participations.

CONGRÈS INTERNATIONAUX

- International Conference on Material Modelling (ICMM2), Paris, 2011 ; présentation orale et proceeding
- Domain Decomposition XXI, Rennes, 2012 ; présentation orale et proceeding
- International Conference on Mechanics of Nano, Micro and Macro Composite Structures, Turin, 2012 ; présentation orale
- International Conference on Composites/Nano engineering, Pékin, 2012 ; présentation orale
- International Conference on Composites/Nano engineering, Ténérife, 2013 ; en prévision
- International Conference on Material Modelling (ICMM3), Varsovie, 2013 ; en prévision

CONGRÈS EUROPÉENS

- EUROMECH Solid Mechanics Conference (ESMC), Graz, 2012 ; présentation orale
- European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering (ECCOMAS), Vienne, 2012 ; présentation orale et proceeding

CONGRÈS NATIONAUX

- Colloque EDP, Caen, 2010 ; présentation poster
- Journées Nationales sur les Composites (JNC17), Poitiers, 2011 ; proceeding
- Colloque National en Calcul de Structures, Giens, 2011
- Congrès Français de Mécanique, Besançon, 2011 ; présentation orale et proceeding
- Euromech Colloquium 537, 2012
- Colloque National en Calcul de Structures, Giens, 2013 ; en prévision
- Congrès Français de Mécanique, Bordeaux, 2013 ; en prévision

● PUBLICATIONS

Lors de mes 3 années de thèses, j'ai soumis plusieurs articles à des journaux spécialisés ou plus généralistes. Certains ont été publiés, d'autres ont été soumis en attente de reviewing.

- Numerical evaluation of the effective elastic properties of 2D overlapping random fibre composites. *Technische Mechanik*, 32 :358-368, 2012
- An efficient stochastic and double-scale model to evaluate the effective elastic properties of 2D overlapping random fibre composites. *Computational Materials Science*, 481-483, 2013
- Effects of fibre dispersion on the effective elastic properties of 2D overlapping random fibre composites (soumis)
- Domain decomposition methods to evaluate effective elastic properties of random fibre composites in the framework of the double-scale homogenisation (soumis)

● FORMATIONS SPÉCIALISÉES

J'ai suivi deux formations ciblées sur le HPC (High Performance Computing). La première consistait à me former aux codes Open/MP et MPI. Il s'agissait alors de me former à de nouvelles compétences en vue de permettre une adaptation de codes C++ au calcul parallèle. Une seconde m'a initié au calcul par GPU via HMPP. L'optique était là aussi de trouver de nouvelles solutions pour améliorer l'efficacité de nos codes de calculs. Enfin, j'ai également suivi une formation de management à l'Institut d'Administration des Entreprises (IAE). Celle-ci a été principalement motivée par l'envie de compléter une formation universitaire qui n'offrait pas la possibilité de suivre des enseignements dans ce domaine.

- OpenMP/MPI, CRIHAN, Saint Etienne du Rouvray
- Cuda/HMPP, CAPS entreprise, Rennes
- Management, Institut d'Administration des Entreprises (IAE), Caen

● ENSEIGNEMENTS

Durant les années 2011/12 et 2012/13, j'ai effectué une mission d'enseignements de 64 heures sous forme de travaux pratiques et dirigés. J'ai eu l'opportunité d'assurer ces enseignements à des étudiants de tous niveaux de la licence première année au master deuxième année au sein de l'université de Caen Basse-Normandie.

INITIATION À LA MÉCANIQUE

2×12 heures de travaux pratiques, licence 1 Maths/SPI

L'unité d'enseignements consistait à éveiller des jeunes universitaires à la mécanique, une matière nouvelle pour la majorité des étudiants en première année. L'idée retenue a été de mettre en place des travaux pratiques relativement simples, à savoir, l'étude de la chute d'une bille dans un fluide, de l'équilibre statique des forces, de l'équilibre statique des moments et du mouvement d'un pendule simple. L'optique était alors de confronter leurs connaissances théoriques à une réalité pratique et ainsi de mieux comprendre les principes fondamentaux (tels les lois de Newton). A titre personnel, mon travail a consisté à aider l'étudiant à mettre en place le protocole expérimental, à manipuler et à mieux comprendre les objectifs et les résultats observés.

APPROFONDISSEMENTS EN MÉCANIQUE

1×15 heures de travaux dirigés, licence 2 SPI

L'unité d'approfondissements en mécanique consistait à inculquer à l'étudiant des connaissances de base en calcul de structure de types poutre (formulation Euler-Bernoulli) ou treillis. Deux approches ont été considérées, l'une basée sur les théorèmes généraux et l'autre basée sur des méthodes énergétiques et le théorème des travaux virtuels. Mon travail a consisté à mettre en place les sujets des travaux dirigés ainsi qu'à rédiger des corrigés détaillés pour aider l'étudiant dans sa démarche d'apprentissage.

VIBRATIONS

1×15 heures de travaux pratiques, master 1 ingénierie mécanique

L'enseignement avait pour but d'approfondir les connaissances en phénomènes vibratoires et d'initier l'étudiant à la vibration de structures simples (principalement à base de poutres et tiges) dans un cadre pratique. Le programme du cours magistral comprenait l'étude de systèmes à 1 degré de liberté (type masse/ressort) avec rappel des notions d'amortissement et d'excitation, l'étude de systèmes plus complexes (tels les oscillateurs couplés) dans le cadre du formalisme de Lagrange (en mode libre ou forcée), un rappel ainsi qu'un approfondissement sur l'équation des ondes, l'étude de vibrations libres de poutres en flexion et l'étude de systèmes complexes par la quotient de Rayleigh. 5 sujets de travaux pratiques ont été mis en place, à savoir, l'étude d'un double pendule, l'étude d'une corde vibrante, l'étude d'une poutre en vibration, l'équilibrage d'un système rotatif et la mise en vibration d'une poutre. Les différents travaux pratiques se basaient sur un protocole expérimental assez simple mais nécessitaient une bonne maîtrise du cours et des techniques de calculs en vibrations. Mon travail a consisté à aider les étudiants d'une part à mettre en place ce protocole expérimental et d'autre part à mieux faire le lien entre leurs connaissances vues en cours et l'expérimental. Il s'agissait également de leur faire comprendre également le sens critique des résultats et d'éveiller leurs curiosité face à des observations parfois surprenantes.

**CONTRÔLE ET VALIDATION
DES CALCULS NUMÉRIQUES**

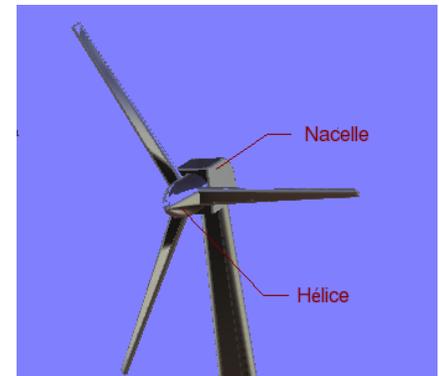
2×12 heures de travaux pratiques, master 1 ingénierie mécanique

Les travaux pratiques mis en place dans le cadre de l'enseignement de contrôle et validation des calculs numériques avaient pour but de sensibiliser l'étudiant à la fois à la propagation des erreurs d'arrondis et aux erreurs de troncature liées à l'approximation de \mathbb{R} par la norme IEEE 754, standard de représentation des nombres à virgule flottante. Une première étape a consisté à observer ces erreurs à travers différents exercices et algorithmes mis en place en langage C++. Dans un second temps, j'ai formé les étudiants à la bibliothèque CADNA (Control of Accuracy and Debugging for Numerical Applications) permettant de détecter les erreurs d'arrondis et les éventuelles instabilités de calculs par la méthode stochastique CESTAC (Contrôle et Estimation Stochastique des Arrondis de Calculs). Un accent a également été porté sur l'écriture des programmes C++, travail que devait faire intégralement l'étudiant. Différents algorithmes de méthodes numériques usuelles telles les méthodes de déflation, d'Uzawa, de Runge-Kutta 4 et du gradient conjugué ont été implémentés sous C++ puis greffés avec la bibliothèque CADNA. Mon travail a d'abord consisté à mettre en place les sujets des travaux pratiques en C++ et à former les étudiants à la bibliothèque CADNA. Il s'agissait par la suite de leur faire bénéficier de mes connaissances en programmation C++ afin de les aider dans l'écriture des algorithmes. Enfin, j'ai mis en place et rédigé un projet final dont l'optique était de reprendre des codes déjà mis en place puis de les améliorer. J'ai personnellement effectué la correction de ce-dernier.

**MODÉLISATION NUMÉRIQUE
AVEC CATIA V5**

1×18 heures de travaux pratiques, master 1 ingénierie mécanique

L'enseignement de modélisation numérique avec Catia V5 avait pour but de former les étudiants au logiciel Catia V5, logiciel de conception assisté par ordinateur (CAO) avec module de résolution éléments finis intégré. Différents travaux pratiques ont été mis en place afin de familiariser l'étudiant avec des stratégies de conceptions usuelles (Génération des esquisses, extrusions, opérations booléennes, etc...). D'autres, plus élaborés, ont ciblé la mise en place de corps plus complexes et la conception d'assemblages de différentes pièces (par exemple : la conception d'un engrenage avec arbre ou d'une hélice de bateau). Différents modèles de conception ont été abordés, à savoir les types solides, surfaciques et tolérances. Enfin, une initiation à la mise en plan a également été effectuée. Mon travail a consisté tout d'abord à mettre en place les travaux pratiques en concevant les tutoriaux permettant de générer les pièces ou assemblages de pièces. J'ai encadré l'étudiant dans sa démarche d'apprentissage en lui faisant bénéficier de mes connaissances tout en prenant l'initiative de me former davantage au logiciel pour parfaire l'apport pédagogique de l'enseignement. Enfin, j'ai mis en place et corrigé un sujet d'examen consistant à la conception puis la mise en plan d'une éolienne.



Exemples de modèles étudiés dans le cadre des travaux pratiques de contrôle et validation des calculs numériques (hélice avec arbre et éolienne).

MATÉRIAUX COMPOSITES

1×15 heures de travaux pratiques, master 2 ingénierie mécanique

L'enseignement de matériaux composites consistait à initier l'étudiant à un domaine suscitant l'engouement actuel des industriels. Il s'agissait de présenter les méthodes de fabrication, les types de composites, les techniques d'homogénéisation classiques (lois des mélanges ou méthodes type Mori-Tanaka ou auto-cohérentes) et les critères de rupture usuels. Un accent a été mis sur l'exemple des composites laminés orientés et les milieux à renforts fibres. Les travaux pratiques ont été effectués à l'aide du support informatique. Les sujets portaient sur l'étude des effets d'orientation sur un pli orthotrope, le calcul et l'étude des critères de rupture et l'étude des laminés et de leurs propriétés homogénéisées. Mon travail a consisté dans un premier temps à mettre en place les sujets de travaux pratiques effectués sous scilab ainsi que des supports pédagogiques. J'ai assisté l'élève dans sa démarche d'apprentissage face à des problèmes nouveaux nécessitant les connaissances parallèlement enseignées. Enfin, j'ai mis en place un projet final reprenant les différents points vus en cours et en travaux pratiques.

HOMOGENÉISATION ET MÉTHODES ASYMPTOTIQUES

1×15 heures et 1×5 heures de travaux pratiques, master 2 ingénierie mécanique

Le sujet des travaux pratiques portait sur l'initiation aux méthodes asymptotiques et au calcul d'homogénéisation par la méthode double-échelle telle décrite par Sanchez-Palencia. L'unité d'enseignement ciblait une approche à dominante recherche en opposition à celui de matériaux composites beaucoup plus orienté industriel. Les objectifs étaient d'initier l'élève aux méthodes asymptotiques et aux problèmes de couches limites, puis de les amener aux problèmes à échelles multiples (temporelles et spatiales). Cette première étape franchie, nous avons abordé le calcul d'homogénéisation à travers les exemples des problèmes thermiques 2D, élastique 2D et élastique 3D. Les travaux pratiques ont été réalisés à l'aide du logiciel scilab et les résultats obtenus mis en parallèle avec les méthodes d'homogénéisation classiques vues en cours de matériaux composites. D'autres travaux ont porté sur l'étude des propriétés effectives d'un milieu poreux (loi de Darcy) ou d'une plaque sous les hypothèses de Love-Kirchhoff. Mon travail a consisté à mettre en place les sujets et supports pédagogiques des travaux pratiques. J'ai assisté l'étudiant dans sa démarche de réflexion théorique, la mise en place des programmes et la critique des résultats obtenus. J'ai enfin mis en place et rédigé un projet final destiné à jauger les compétences acquises par l'étudiant lors des travaux pratiques.