

Ingénierie Mathématique
Master mention Mathématiques et applications

UNIVERSITÉ PIERRE ET MARIE CURIE (PARIS 6)



Responsable : Edwige Godlewski
Laboratoire Jacques-Louis Lions
Barre 15-25 bureau 311
Téléphone : 01 44 27 42 99
Télécopie : 01 44 27 72 00
Email : edwige.godlewski@upmc.fr

Responsable des stages : Marie Postel
Laboratoire Jacques-Louis Lions
Barre 15-25 bureau 313
Téléphone : 01 44 27 54 08
Télécopie : 01 44 27 72 00
Email : marie.postel@upmc.fr

Résumés des stages en entreprise
effectués par les étudiants du Master IM
parcours Mathématiques Pour l'Entreprise (MPE)
année 2011-2012

<http://www.ljll.math.upmc.fr/MPE>

Secrétariat : Barre 15-25 bureau 107, 4 place Jussieu, 75005 Paris.

Université Pierre et Marie Curie (Paris 6), BC 187, 4 place Jussieu, 75252 Paris cedex 05

Cette brochure constitue la huitième édition de la publication des résumés des stages en entreprise effectués par les étudiants de M2 du Master spécialité Ingénierie Mathématique (parcours MPE) de l'Université Pierre et Marie Curie.

Elle fait suite à la publication pendant 16 années consécutives d'une brochure des résumés des stages en entreprise effectués par les étudiants du DESS de Mathématiques Appliquées. Cette formation a changé de nom depuis la rentrée universitaire 2004 à la faveur de la réforme LMD (Licence-Master-Doctorat). Elle est devenue, sous le nom Ingénierie mathématique, parcours Mathématiques pour l'Entreprise (MPE), une spécialité professionnelle du Master Sciences et Technologies, mention Mathématiques et applications, de l'Université Pierre et Marie Curie.

Ce document est destiné aux anciens ou futurs étudiants du Master Ingénierie mathématique, aux responsables de stages en entreprise et aux employeurs. Nous espérons qu'il illustrera, par la diversité et la qualité des sujets abordés, le dynamisme de notre formation et la variété des carrières auxquelles elle conduit.

Pour conclure, signalons la création en 2006 de l'Association des Anciens du MAster d'Ingénierie Mathématique, dont le site internet se trouve à l'adresse

<http://a2maim.free.fr/>

Nous encourageons cette initiative émanant d'anciens du DESS, qui, en favorisant les échanges entre les étudiants des différentes promotions, contribuera à leur insertion professionnelle.

Responsables pédagogiques dans les différentes spécialisations en 2011-2012

Probabilités - statistiques : J. Berestycki et V. Lemaire

Laboratoire de probabilités et modèles aléatoires, site Jussieu, couloir 16-26 1^{er} étage

Téléphone : 01 44 27 70 47, Télécopie : 01 44 27 72 23

Autres intervenants : O. Bardou, S. Gaiffas, B. Michel, M. Rosenbaum

Analyse numérique - calcul scientifique : E. Godlewski

Laboratoire Jacques-Louis Lions, site Jussieu, couloir 15-25, 3^e étage

Téléphone : 01 44 27 42 99, Télécopie : 01 44 27 72 00

Autres intervenants : P. Frey, F. Hecht, X. Juvigny, J. Portès, M. Postel, F.-X. Roux, M. Vohralik

Mécanique : A. Monavon

Institut Jean Le Rond d'Alembert, site Jussieu, couloir 55-65

Téléphone : 01 44 27 37 90

Autres intervenants : M. Abbas, A. Ben Hamida, E. Boyère, J. Delmas, P. Druault

Options :

C++ : F. Hecht

Excel VBA : M. Pelletier

Initiation Fluent : Ph. Parnaudeau

Java : N. Lantos

Recherche opérationnelle : E. Balandraud

Responsable des stages

Marie Postel

Marie.Postel@upmc.fr

Campus Jussieu, couloir 15-25, 3^e étage, 313

Téléphone : 01 44 27 54 08

Secrétariat du Master Ingénierie Mathématique

Francelise Hardoyal

Francelise.Hardoyal@upmc.fr

Campus Jussieu, couloir 15-25, 1^{er} étage, 107

Téléphone : 01 44 27 51 14

Responsable du Master Ingénierie mathématique

Edwige Godlewski

Edwige.Godlewski@upmc.fr

Campus Jussieu, couloir 15-25, 3^e étage, 311

Téléphone : 01 44 27 42 99

4 place Jussieu, 75005 Paris

AMUNDI

Maîtrise d'ouvrage Front office *

Responsable : Madame Loubna HALTY

Étudiant : Karim PRIVAT

Sujet : Développement et support logiciel

Résumé

J'ai été accueilli au sein de l'équipe de Maîtrise d'Ouvrage (MOA) gestion taux/crédit. Ce pôle est chargé de gérer les projets liés aux outils informatiques utilisés par les acteurs de la gestion taux/crédit du groupe.

Au sein de cette équipe j'ai été chargé de :

- Remonter pour correction les bugs et incidents identifiés par les utilisateurs des logiciels auprès de la MOE (équipe de programmation et de développement informatique). C'est ce qu'on appelle le «support», aide que l'on apporte à l'utilisateur pour résoudre les problèmes qu'il rencontre.
- Prendre en charge des demandes de corrections et d'évolutions sur les outils monétaires. Les outils informatiques utilisés par les équipes du pôle monétaire doivent être évolutifs pour diverses raisons, par exemple afin d'effectuer la mise en place de nouvelles normes réglementaires, de permettre la mise en place de nouvelles stratégies d'investissement, etc...
- D'effectuer des tests et de rédiger des documents de recettes. Une fois les modifications des logiciels effectuées par l'équipe de programmation, il est nécessaire de vérifier qu'elles atteignent leur objectifs et qu'il n'y a pas eu de régressions, c'est-à-dire de problèmes sur les fonctionnalités que remplissait déjà le logiciel.

*. Adresse de l'entreprise : 90 boulevard Pasteur, Paris 75014

Arkema

MAP - Modélisation des Applications et des Procédés *

Responsable : Monsieur Thomas BOUCHERES

Étudiant : Nicolas HECHT

Sujet : Analyse et implémentation de modèles d'advection dans OpenFOAM

Résumé

Ce stage est la première pierre d'un projet à long terme qui consiste à disposer d'une plate-forme de simulation propre au MAP destinée à remplacer progressivement tout ou partie des logiciels commerciaux actuellement utilisés.

L'objectif de ce stage a été le développement d'une méthode robuste de suivi d'interface dans OpenFOAM. La méthode devait pouvoir être utilisable aussi bien pour des cas de simulations fluides multiphasiques standards que pour des cas de prise en compte de frontières matérielles mobiles. Le choix d'une méthode basée sur la formulation LevelSet s'est alors imposé naturellement.

Dans un premier temps, il a fallu me familiariser avec le logiciel OpenFOAM aussi bien d'un point de vue utilisateur que programmeur. J'ai aussi dû me mettre à niveau sur les méthodes de suivi d'interface de type VOF (Volume of Fluid) et LevelSet. Ceci fait, je me suis consacré à l'étude du solveur VOF déjà existant dans OpenFOAM, mais dont les résultats sont insuffisants pour traiter les cas du MAP. J'ai ensuite implémenté un solveur CLSVOF (hybride VOF/LevelSet) original en utilisant des algorithmes de redistanciation et de conservation locale de la masse notamment. Finalement, j'ai comparé les performances du nouveau solveur CLSVOF avec celles du solveur natif d'OpenFOAM.

Le solveur CLSVOF sera utilisé par le MAP dans l'optique d'un couplage avec les solveurs fluide natifs d'OpenFOAM. Enfin, il sera utilisé pour le développement futur de méthodes de type Immersed Boundary nécessaires à la réalisation d'études telles que l'extrusion bivis et l'agitation dans des réacteurs.

*. Adresse de l'entreprise : Route du Rilsan, 27470 Serquigny

Arkema

CETIA - Direction Technique *

Responsable : Monsieur Yann FAIVRE

Étudiante : Aurélie LAMY

Sujet : Développement d'outils d'analyse statistique dans l'industrie chimique

Résumé

Les statistiques sont indispensables dans les méthodes d'analyse et d'aide à la décision. Elles permettent de faire des choix en se basant sur des critères factuels et valident ceux de l'industriel lorsqu'il s'agit par exemple de réduire les pertes, d'augmenter les rendements, de maîtriser la qualité. Aujourd'hui, lors de l'analyse statistique de données, la création de modèle, la sélection de variables suffisamment explicatives ou encore les comparaisons des résultats d'analyses entre laboratoires se font manuellement.

Effectué au sein de la Direction Technique du CETIA (CEntre Technique, Informatique et Administratif) de chez Arkema, mon stage avait pour objectif de créer un outil de sélection de variables afin d'identifier les paramètres critiques vis-à-vis d'une réponse. Pour ce faire, j'ai étudié la régression et plus précisément la régression PLS (Partial Least Squares) puis une méthode de sélection de variables dite du Q^2_{cum} . Cette méthode permet de prendre en compte le caractère prédictif du modèle dans la sélection des paramètres à intégrer dans le modèle final. Cet outil a été fait sur Scilab. Plusieurs applications ont permis de valider celui-ci et des cas concrets ont pu être traités avec succès.

Une fois ce sujet terminé, un deuxième sujet m'a été confié concernant l'analyse des essais inter-laboratoires. L'objectif était d'écrire une macro sous le logiciel Minitab permettant de faire une analyse de ces essais selon la norme ISO 5725. Un travail de bibliographie a également été indispensable pour bien comprendre la démarche et les différents tests à appliquer.

*. Adresse de l'entreprise : Chemin de la Lône, 69492 Pierre-Bénite

BETC 4D Euro RSCG
Département Data/CRM*
Responsable : Monsieur Christophe CONVERT

Étudiante : Laëtitia COLANTONIO

Sujet : Chargée d'études data mining

Résumé

L'objectif de ce stage a été d'employer des méthodes de statistique, de mathématiques et d'informatique que l'on trouve dans le *data mining*, ou exploration de données, appliquées dans le domaine du marketing.

Dans un premier temps, il a fallu intégrer des notions de marketing par un apprentissage du vocabulaire et des outils utilisés. Une fois la familiarisation effectuée, une assimilation des historiques et contextes de chaque campagne marketing fut nécessaire.

La récupération, le nettoyage et la gestion des bases de données forment la première étape de traitement d'un projet de data mining. Cette étape représente un temps d'exécution important qui fait appel au maniement des outils comme ceux du web analytics (entités, telle que Google Analytics, qui permettent la collecte de données sur le comportement des internautes sur un site) et m'a permis de programmer avec le logiciel SAS et/ou en VBA.

J'ai abordé différentes méthodes du data mining telles que :

Le ciblage : identification des individus à potentiel, c'est-à-dire le repérage des individus « cibles » d'une campagne marketing.

Le scoring : affectation, par un score, d'une probabilité qu'un individu soit dans la cible.

Ces méthodes ont nécessité des notions statistiques telles que les modèles de durée de vie, la régression logistique ou encore la classification non supervisée par le biais des méthodes des centres mobiles, des k-means et de la classification ascendante hiérarchique. Elles ont servi à effectuer des calculs de scores de survie et de mixité, ainsi qu'à établir des typologies.

J'ai assisté un client au déploiement du programme de calcul de scores en le guidant au cours de différentes étapes.

La réalisation d'analyses se déroulant sur plusieurs années a fait partie de mes attributions. Elle doit montrer les grandes évolutions, les comparaisons et améliorations, le tout dans un esprit synthétique afin d'être présentée au client.

J'ai récupéré, par plusieurs procédés, les données des analyses mensuelles regroupées dans les tableaux de bords qui présentent l'évolution des indicateurs clés de performances.

J'ai également dû alimenter en données le site mis à disposition par le département pour les salariés de l'agence. Il regroupe certaines données des campagnes d'e-mailing de nos clients afin de fournir des comparaisons de performances.

*. Adresse de l'entreprise : 85-87 rue du Faubourg Saint Martin, 75480 Paris Cedex 10

BRGM

Service risques naturels/Unité risques sismiques et volcaniques*

Responsable : Monsieur Florent DE MARTIN

Étudiante : Maimouna MINT BRAHIM

Sujet : Inversions de colonnes de sol 1D lors du séisme de Tohoku, Japon en mars 2011

Résumé

J'ai effectué mon stage au sein du bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) à Orléans. Le BRGM est l'établissement public spécialiste des applications des sciences de la Terre pour gérer les ressources et les risques du sol et du sous-sol.

L'objectif de ce stage est triple. Premièrement comprendre la théorie du problème inverse utilisé pour quantifier les effets de site en utilisant les données de puits accélérométriques et comprendre l'algorithme génétique utilisé pour résoudre ce problème inverse. Deuxièmement ajouter deux méthodes à l'algorithme génétique : une méthode de nichage qui permet d'éviter la stagnation des individus d'une population d'algorithme génétique autour d'un minimum local et une méthode de recherche autour des meilleurs individus pour essayer d'accélérer la convergence de l'algorithme génétique et ainsi réduire son temps d'exécution. Troisièmement, réaliser des inversions en utilisant l'algorithme génétique et en utilisant des données réelles enregistrées par des stations KiK-net japonaises pour essayer de trouver des preuves du comportement nonlinéaire du sol lors des mouvements sismiques forts.

Les résultats obtenus en inversant les données réelles ont permis d'observer une diminution de la vitesse des ondes de cisaillement dans le rocher lors des mouvements sismiques forts. Des recherches sont en cours pour savoir si ces résultats sont une preuve du comportement nonlinéaire du rocher lors des mouvements sismiques forts.

*. Adresse de l'entreprise : 3 avenue Claude Guillemin, 45100 Orléans

Nom de l'entreprise : CDH CORAUD
Département R&D*
Responsable : Monsieur Philippe SOUBEYRAND

Étudiant : David BERTOIN

Sujet : Etude et développement d'un module de supervision des points de fragilité des systèmes complexes observés

Résumé

Depuis sa création en 1989, la société CORAUD s'est spécialisée dans le conseil et le service aux clients grands comptes des secteurs des télécoms, de l'énergie et de la banque de financement et d'investissement.

L'un des atouts majeurs de CORAUD est son pôle Recherche et Développement, centre de recherche en mathématique reconnu par le Ministère de la Recherche.

La principale activité du pôle R&D repose sur le développement d'une solution de supervision des systèmes complexes : Weakness Guard.

Ce module ayant pour objectif d'assurer une supervision et la détection d'incidents sur les points fragiles d'un système, il s'appuie sur des techniques du traitement du signal et de réseaux de neurones.

Après m'être imprégné de la totalité du projet Weakness Guard, afin de comprendre ses objectifs et son fonctionnement, j'ai entamé une phase de recherche sur la technologie des réseaux de neurones et sur leurs applications à la supervision.

Une fois ces recherches validées j'ai pu commencer à implémenter les algorithmes nécessaires à la réalisation du module en langage JAVA.

Les résultats obtenus furent très satisfaisants, le module parvient à émuler le comportement des points de fragilité du système, prédire leur évolution et est capable de détecter les incidents survenus.

*. Adresse de l'entreprise : 53 / 55 Bd Romain Rolland 92120 MONTROUGE

Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives

LATF/DM2S *

Responsable : Monsieur Alain CARTALADE

Étudiante : Xuezhou LU

Sujet : Simulation numérique d'écoulement de fluide de Bingham par la méthode de Boltzmann sur réseau

Résumé

Mon stage s'est déroulé au sein du Laboratoire des Applications en Thermo-hydraulique et mécanique des Fluides (LATF) du Département de Modélisation des Systèmes et Structures (DM2S) du CEA.

L'objectif de ce stage a consisté à modéliser et à simuler un écoulement de fluide non-newtonien. Il est modélisé par les équations de Navier-Stokes dans lesquelles la relation entre le tenseur des contraintes et taux de cisaillement est la loi de Bingham. La résolution numérique de ces équations est effectuée par la méthode de Boltzmann sur réseau (Lattice Boltzmann Method - LBM) avec une étape de collision réalisée par approximation Bhatnagar-Gross-Krook (BGK).

Dans un premier temps, la théorie de la méthode LBM-BGK est présentée ainsi que le calcul avec l'aide du développement de Chapman-Enskog permettant de passer de l'équation de Boltzmann aux équations macroscopiques du système.

Dans un second temps, un code de calcul a été développé en Fortran90 pour valider les schémas LB sur un cas test simple : l'écoulement entre deux plaques parallèles. Les résultats sont comparés avec une solution analytique. Les résultats obtenus sont en bon accord avec les solutions de référence. Enfin, une comparaison entre deux méthodes numériques est également réalisée pour estimer les avantages de chaque méthode.

*. Adresse de l'entreprise : CEA/Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex

Crédit Agricole CIB

Global IT GIO-GIT, service Fixed Income IT / Transverse *

Responsable : Monsieur Olivier RENVOISE

Étudiant : Ahmed SADOUN

Sujet : Développement d'applications en Business Intelligence pour gérer l'activité des équipes IT

Résumé

L'objectif de ce stage a été de développer des applications QlikView au sein de trois logiciels décrits ci-dessous, afin de produire des indicateurs KPI (*Key Performance Indicators*) innovants afin de mieux gérer l'activité des équipes IT (*Information Technology*) :

- Calitrack est un outil pour gérer les incidents sur les applicatifs financiers et des demandes utilisateurs. Une analyse descriptive des six mille demandes mensuelles a été faite selon les différents axes disponibles (par mois, par équipes, par priorité, etc...).
- HP Quality Center est un logiciel qui gère les cas de tests de non régression sur plusieurs applicatifs (environ vingt mille cas de tests). Une analyse ainsi que des outils d'aide à la décision ont été développés pour guider les testeurs dans le choix des tests à effectuer.
- Artémis/Crapull est un logiciel de gestion du budget et de l'effectif du Crédit Agricole. La problématique est de savoir comment le budget est géré par les chefs d'équipes : sous consommation ou sur consommation.

Pour mettre en place les indicateurs j'ai dû recueillir les données depuis différents *Datawarehouses* (entrepôts de données). J'ai dû ensuite comprendre la structure des données et l'information contenue dans ces entrepôts pour pouvoir la restituer sous forme de tableaux croisés, graphiques et indicateurs.

La mise en production des applications a été réalisée pour une consultation journalière des indicateurs par les chefs d'équipes IT.

*. Adresse de l'entreprise : 25 quai du Président Paul Doumer, 92920 Paris La Défense Cedex

Direction des Affaires Sanitaires et Sociales de Nouvelle-Calédonie
Service des Actions Sanitaires*
Responsable : Madame Sylvie LAUMOND

Étudiante : Delphine TRANAP

Sujet : Applications d'épidémiologie en Santé Publique

Résumé

L'objectif de ce stage a été de découvrir un nouveau domaine qu'est la santé publique dans lequel il a été possible d'utiliser mes acquis tant au niveau statistique qu'au niveau informatique.

Dans un premier temps, j'ai participé à deux études déjà en cours.

La première portait sur l'imprégnation au mercure chez les parturientes en Nouvelle-Calédonie et visait particulièrement à établir le lien entre la consommation de poisson et l'augmentation du taux de mercure dans l'organisme. Elle a également permis d'identifier un profil des personnes à risque et d'établir des recommandations sur l'alimentation destinées aux femmes enceintes.

La seconde a consisté à évaluer la couverture vaccinale chez les enfants de 4 ans, et notamment à vérifier qu'il n'y avait pas d'inégalité selon la province de résidence ou le secteur de scolarisation (public ou privé).

Ces deux études ont nécessité la mise en œuvre de notions statistiques telles que la régression linéaire, la régression logistique et l'analyse des correspondances multiples ou encore les tests d'hypothèses. Les outils utilisés ont été les logiciels R et Epi Info.

Dans un second temps, j'ai travaillé pour le registre des cancers géré par le service au sein duquel j'effectuais mon stage. Ce registre se charge de répertorier tous les cas de cancers en Nouvelle-Calédonie avec des renseignements spécifiques sur le patient ou la tumeur elle-même selon plusieurs critères d'enregistrement. Ma tâche principale a été de prendre en charge la gestion de la base de données et de réfléchir à une optimisation du croisement des données avec les sources de signalement.

Mes principaux outils ont été Excel, VBA et le logiciel Canreg (logiciel spécifique aux registres des cancers).

*. Adresse de l'entreprise : 5 rue du Général Gallieni, 98800 Nouméa

EDF Recherche et Développement

Département SINETICS (Simulation Neutronique, Technologies de l'Information et Calcul Scientifique)*

Responsables : Messieurs Thierry FOUQUET, Christian ROSE, Bruno LATHUILIERE

Étudiant : Eleftherios ANAGNOSTOPOULOS

Sujet : Prise en compte de l'atténuation 3D dans un code de calcul élastodynamique par éléments finis structurés

Résumé

Le Contrôle Non Destructif (CND) par ultrasons est largement utilisé dans l'industrie pour inspecter les matériaux durant l'élaboration ou pendant la vie d'un composant. Afin de détecter d'éventuels défauts dans des pièces métalliques, une onde ultrasonore est envoyée à la surface de celles-ci. Si l'objet possède un défaut, l'onde diffracte sur celui-ci, et la mesure du signal à la surface du métal permet de détecter le défaut. Dans ce contexte, de nombreuses simulations de propagation d'ondes dans les métaux permettent d'aider à l'optimisation du dimensionnement des capteurs et à leur positionnement. L'EDF possédant des centrales nucléaires, il est crucial de tester les tuyauteries des circuits primaires, qui sont soumises à de fortes contraintes dues au fonctionnement à haute température et à haute pression. Pour cela depuis plusieurs années EDF a développé un code (Athéna) de simulation de propagation d'ondes dans des matériaux hétérogènes et anisotropes, comportant des fissures de forme éventuellement complexe. Cette simulation se fait par une méthode aux éléments finis mixtes et existe en versions 2D et 3D. Dans la version 2D a été programmée la prise en compte de l'amortissement induit par la structure dans des matériaux particuliers. L'objectif de ce stage a été d'étendre la prise en compte de l'atténuation dans la version 3D du code.

Dans un premier temps on a développé un code permettant de caler les paramètres nécessaires (la matrice d'atténuation anisotrope) pour le modèle atténué sur les mesures des vitesses et d'atténuations. Il s'agit de la technique des moindres carrés pondérés associée à l'algorithme d'optimisation du gradient conjugué. Les premiers usages montrent que ce calage est suffisamment robuste mais il reste encore à se confronter à l'expérimental avec des vraies mesures dont on ne dispose pas actuellement.

Ensuite, on a développé le module d'amortissement dans le code Athéna 3D. Pour les ondes se propageant à 0 et à 90 degrés, on a calculé les atténuations numériques obtenues par Athéna afin de les comparer avec les atténuations de référence. Les résultats sont satisfaisants mais pas suffisants pour valider complètement notre modèle. Il faut réaliser des mesures sur de plus grands domaines et en testant les valeurs pour plusieurs angles de propagation afin d'avoir des résultats plus fiables.

*. Adresse de l'entreprise : 1 avenue du Général de Gaulle, 92141 Clamart Cedex

EDF Recherche et Développement
Département THEMIS*
Responsable : Madame Mélisande BIET

Étudiant : Alexandre BACCHUS

Sujet : Reconnaissance de forme pour le diagnostic de défauts rotoriques sur les turbo-alternateurs

Résumé

Le sujet du stage était de réaliser une étude de faisabilité de la méthode de reconnaissance de forme appliquée au diagnostic des défauts rotoriques d'un turbo-alternateur. On avait la possibilité de réaliser des défauts de type court-circuit et excentricité sur une maquette de turbo-alternateur.

Reconnaître une forme consiste à associer un élément (ou observation) défini par un ensemble de descripteurs (ou attributs) à une classe donnée. Dans le cadre du stage, une observation est extraite à partir de mesures. Finalement la problématique du stage est : à partir de mesures et d'une phase d'apprentissage, comment identifier le type de défaut et sa gravité ?

Pour répondre à cette question, certains travaux avaient déjà été réalisés. Etudier ces méthodes constituait la première partie de mon stage. Ainsi, il a été programmé une ACP pour décrire les données et les représenter ; une méthode de sélection d'attributs se basant sur les matrices de covariance inter et intra classes et enfin une méthode de classification supervisée : les k plus proches voisins. Finalement parmi 650 nouvelles observations tests pour 800 de l'apprentissage on a obtenu un pourcentage de 77% de bonnes réponses en appliquant la méthodologie pré-citée.

Durant mon stage j'ai eu l'occasion d'implanter de nouveaux algorithmes. J'ai donc réalisé une analyse des données en calculant la matrice de représentation et les corrélations entre les attributs. En outre j'ai programmé d'autres méthodes de sélection d'attributs de type forward et stepwise, avec de nouveaux critères d'évaluation, dépendant des attributs sélectionnés, tels que le critère sur les ambiguïtés, deux critères sur la classification par les k plus proches et voisins et grâce à une Analyse Discriminante. Une fois les attributs sélectionnés, l'idée était de créer une base dans laquelle projeter nos données. On a donc utilisé une AFD ainsi qu'une méthode SVM. Les résultats étaient encourageants et atteignaient plus de 90% dans le cas de l'AFD.

Finalement la dernière partie du stage consistait à réaliser des calculs par éléments finis électromagnétiques au moyen du code Carmell.6 appliqués à une coupe de la maquette. L'idée était, ici, de simuler numériquement les défauts de manière à enrichir à la fois la phase d'apprentissage et celle de validation.

*. Adresse de l'entreprise : 1 avenue du Général de Gaulle, 92141 Clamart Cedex

EDF Recherche et Développement

Département THEMIS *

Responsables : Madame Natacha BEREUX et Monsieur Olivier BOITEAU

Étudiante : Sara CORDEIRO

Sujet : Optimisation d'un solveur non-linéaire dans le code d'électromagnétisme basse fréquence Code_Carmel3D

Résumé

Le calcul de champ électromagnétique est au cœur des études menées au département THEMIS d'EDF R&D sur des sujets variés : étude du matériel électrique, évaluation des effets du champ magnétique sur le corps humain, contrôles non-destructifs par des sondes à courants de Foucault.

Pour réaliser ces études, le département développe un code de calcul par éléments finis 3D : Code_Carmel3D. Ce code de calcul résout les équations de Maxwell à basse fréquence, dans le cadre de l'approximation des régimes quasi-stationnaires.

Dans certains matériaux, la loi de comportement $B(H)$ qui lie induction et champ magnétique est non-linéaire. La résolution s'appuie alors sur un solveur de type Newton-Raphson. Cette méthode peut néanmoins conduire à des difficultés de convergence et être coûteuse en capacité de calcul (temps/mémoire).

Dans ce contexte, après une familiarisation avec les notions d'électromagnétisme et le code de calcul, l'objectif du stage a été d'étudier différentes stratégies permettant d'optimiser ces consommations et de fiabiliser la résolution.

Il a notamment été fait une étude sur plusieurs algorithmes de recherche linéaire (approximation quadratique, cubique, algorithme de wolfe, etc), l'interfaçage de solveurs externes avec Code_Carmel3D (M1QN3 et L-BFGS), les critères d'arrêt du solveur et les critères de divergence.

Plusieurs idées pourront être retenues, approfondies et industrialisées pour une prochaine version (temporelle) de Code_Carmel3D.

*. Adresse de l'entreprise : 1 avenue du Général de Gaulle, 92141 Clamart Cedex

EDF Recherche et Développement

Département Analyse mécanique et Acoustique *

Responsables : Messieurs Denis THOMASSON et Fabrice JUNKER

Étudiante : Delphine DEGRAVE

Sujet : Lancer de rayons en présence d'effets météorologiques dans un code industriel

Résumé

Le département AMA d'EDF R&D développe un logiciel d'ingénierie acoustique environnementale : Code_TYMPAN. Celui-ci permet d'étudier l'impact sonore des sites industriels d'un point de vue réglementaire. Les sites industriels d'EDF comportent un grand nombre de sources sonores réparties sur une surface importante. L'impact des émissions acoustiques se fait sentir à grande distance (au-delà de 500m). A ces distances, les conditions météorologiques jouent un grand rôle sur la propagation des ondes sonores. En effet, sous l'influence de la météorologie (vent, champ de température), l'atmosphère ne se comporte pas comme un milieu homogène de propagation. Le front d'onde émis par la source est déformé, ce qui se traduit par de variations importantes du niveau sonore.

Les méthodes de calcul de l'impact sonore actuellement mises en œuvre ne prennent pas en compte efficacement ces effets. Les codes d'acoustique industrielle procèdent en recherchant les chemins de propagation des ondes entre les sources et les récepteurs. Ils calculent l'atténuation acoustique sur chacun des chemins, puis, cumulent l'énergie de tous les chemins en chaque récepteur. Une des méthodes les plus répandues pour la recherche des chemins acoustiques est le lancer de rayons. Code_TYMPAN dispose d'un moteur de lancer de rayon performant. Cependant, il ne permet pas, en l'état, la prise en compte de la météorologie. Il considère que les rayons se propagent en ligne droite entre deux obstacles. Le but de mon stage est donc d'intégrer la prise en compte de la météo à Code_TYMPAN.

Le premier objectif, a été de programmer sous Matlab, le lancer de rayons classique. Ce programme résout l'équation eikonale par une méthode de différences finies. Ce travail a permis de disposer de cas-tests, afin de pouvoir les comparer aux résultats obtenus avec Code_TYMPAN. Le coût de l'algorithme mis en œuvre est prohibitif pour une application à un calcul d'ingénierie. Aussi, afin de bénéficier de l'efficacité du lancer de rayons implantés dans Code_TYMPAN, il est proposé de rechercher une transformation géométrique du modèle qui permette de reproduire les effets de la météorologie pour des rayons se propageant en ligne droite. Après une recherche bibliographique, une transformation géométrique adaptée a été définie. Les résultats Matlab étant concluants, le lancer de rayons courbes ainsi que la méthode de transformation de la géométrie dans laquelle sont lancés des rayons droits ont été programmés dans Code_TYMPAN.

*. Adresse de l'entreprise : 1 avenue du Général de Gaulle, 92141 Clamart Cedex

EDF Recherche et Développement

Département Mécanique des Fluides, Énergie et environnement *

Responsables : Monsieur Bruno AUDEBERT et Madame Ophélie ANGELINI

Étudiant : Félix DEMANGEON

Sujet : Étude de schémas de discrétisation spatiale dans *Code_Saturne* pour un problème de diffusion hétérogène et anisotrope

Résumé

La division Recherche & Développement d'EDF développe plusieurs codes de calcul *open source* permettant de simuler et modéliser différents scénarios ou optimiser les installations de l'entreprise. L'un de ces codes, nommé *Code_Saturne*, est un code de calcul CFD (*Computational Fluid Dynamics*) de simulation numérique en mécanique des fluides. Il permet de résoudre les équations de Navier-Stokes pour les écoulements incompressibles ou faiblement dilatables avec ou sans turbulence ou transfert de chaleur.

Dans le contexte des nouvelles études auxquelles s'intéresse EDF, la partie diffusive des équations de Navier-Stokes prenant une place de plus en plus importante et nécessitant la résolution de diffusion anisotrope hétérogène, les objectifs de ce stage ont été de quantifier les performances de la discrétisation de *Code_Saturne* sur ce genre de problèmes et de comparer les résultats avec un autre schéma, SUSHI (*Scheme Using Stabilization and Hybrid Interfaces*).

Dans un premier temps, nous nous sommes intéressés à la diffusion isotrope afin de nous familiariser avec le code, ce qui nous a permis de constater des difficultés dans la résolution de diffusion hétérogène. Nous avons résolu ce problème grâce à un changement de discrétisation du gradient qui ne prenait pas en compte la continuité du flux.

Dans un second temps nous nous sommes penchés sur la diffusion anisotrope pour laquelle nous disposons du benchmark FVCA6. Nous avons remarqué que la discrétisation spatiale des termes de diffusion ne permettait pas la résolution de tels cas. Nous avons procédé à un changement de discrétisation, et après de nombreux tests, nous avons pu obtenir de bons résultats, similaires à ceux obtenus avec le schéma SUSHI et au benchmark, sur des cas de diffusion orthotropes. Toutefois, les cas de tenseur de diffusion plein n'étaient toujours pas gérés par cette nouvelle discrétisation.

L'une des conclusions de ce stage est que le changement de schéma de discrétisation des termes de diffusion pour un schéma plus adapté présenterait de nombreux avantages. Et comme les preuves de convergence du schéma SUSHI ont été faites, et que ses performances sur des cas de diffusion anisotropes hétérogènes ont été testées sur d'autres benchmarks, le choix de ce schéma semble judicieux.

*. Adresse de l'entreprise : 6 quai Watier, 78401 Chatou Cedex

Enablon

Département de Recherche et Développement *

Responsable : Monsieur Thomas PIART

Étudiant : Liqiang SANG

Sujet : Développement d'une boîte à outils mathématiques et statistiques

Résumé

L'objectif de ce stage a été de travailler sur une boîte à outils mathématiques et statistiques intégrée dans le module de rapport du logiciel de l'entreprise Enablon. Cette boîte à outils propose de faire de la prévision à partir des données et de l'optimisation linéaire.

Dans un premier temps, il a fallu faire des tests unitaires afin de valider que les méthodes utilisées pour faire la prévision sont bien implémentées et produisent des résultats cohérents. Les tests unitaires sont aussi faits pour l'optimisation linéaire binaire.

Ensuite, il a fallu développer dans la boîte à outils des méthodes pour déterminer la loi de probabilité que les données suivent. Puis, les tests sont effectués sur des données simulées avec différentes lois de probabilité.

Ensuite, il a fallu implémenter l'affichage des courbes de tendance sur les données dans la partie *report designer* du module de rapport.

J'ai également travaillé dans la partie *report factory*, qui permet aux utilisateurs de créer leur propre rapport. Mon travail consistait à limiter les tables visibles à partir desquelles l'utilisateur peut construire des rapports.

Les premiers résultats des tests unitaires montraient que la plupart des méthodes étaient bien implémentées, mais qu'il y avait cependant quelques petites erreurs que j'ai corrigées par la suite.

*. Adresse de l'entreprise : 2 boulevard Georges Clémenceau, 92400 Courbevoie

France Télécom/Orange Labs

OLNC/RD/CORE/M2V/IODA *

Responsables : Messieurs Stéphane SENECAI, Richard COMBES et Zwi ALTMAN

Étudiante : Sulan LIU

Sujet : Apprentissage par renforcement coordonné pour les réseaux auto-optimisants (SON) en communications mobiles

Résumé

L'objectif de ce stage a été de proposer des méthodes pour améliorer l'efficacité des algorithmes d'apprentissage par renforcement existants. Un opérateur comme Orange manifeste un intérêt pour le sujet, car les méthodes d'apprentissage par renforcement sont un outil puissant pour résoudre des problèmes de contrôle des réseaux.

Dans un premier temps j'ai pu me familiariser avec les fondements théoriques de l'apprentissage par renforcement. J'ai appris les processus de décision Markoviens, leur contrôle optimal et les techniques numériques nécessaires à leur résolution (itération de fonction valeur etc.). J'ai du ensuite apprendre les algorithmes basiques d'apprentissage par renforcement tels que le Q-learning. Enfin j'ai appris les techniques d'approximation indispensables pour l'apprentissage par renforcement dans les problèmes de grande taille, tels que l'approche de gradient de politique et celle d'approximation de fonction valeur.

Le gradient de politique est une des approches modernes majeures pour l'apprentissage par renforcement. Avec l'aide de mes encadrants, j'ai proposé des techniques de réduction de variance permettant aux algorithmes de gradient de politique de converger plus vite et de réagir à des variations plus rapides de l'environnement.

En dehors de l'analyse théorique de l'algorithme, nous avons également montré l'efficacité de notre approche par de nombreux résultats numériques de simulation. Un article exposant notre contribution a été rédigé par mes encadrants et moi-même, et sera soumis à un journal à comité de lecture dans les semaines à venir.

Ces résultats sont directement applicables pour améliorer les algorithmes répondant à des problèmes d'ingénierie des réseaux, tels que l'allocation de ressources, le contrôle de congestion ou encore la coordination d'interférences.

*. Adresse de l'entreprise : 38/40 rue du Général Leclerc, 92794 Issy-les-Moulineaux Cedex

Groupe Orange - France Telecom
ISAD/STAG *
Responsable : Monsieur Philippe GACHE

Étudiant : Nicolas ROUSSEAU

Sujet : Elaboration du Business Case pour le CLOUD

Résumé

France Telecom-Orange est l'un des principaux opérateurs de télécommunications dans le monde. La DSI Group est chargée de la gouvernance des Systèmes d'Information et porte plusieurs programmes stratégiques, dont le CLOUD interne. La responsabilité de ce dernier étant plus particulièrement assumée par DSIG/OPS (Opération Performance Sécurité). D'autre part DSIG/ISAD est le département d'Architecture et de Design du Système d'Information. Il s'occupe de l'urbanisme technique du SI, des prescriptions et guides d'architecture, des expertises Web/Java, middlewares, bases de données, performances et robustesse des applications et du soutien aux projets. Cette entité est en charge des volets techniques du programme CLOUD. C'est dans cette entité que le stage s'est déroulé, consistant à l'élaboration et l'outillage du Business Case du CLOUD interne et du CLOUD Application Assessment.

- Business Case : Modélisation des plans de migrations des applications sur le CLOUD interne et des retours sur investissement qui en découlent, et ce sur la totalité des entités pays du groupe Orange. Nécessite une compréhension du processus de migration et des avantages et inconvénients de la migration elle-même.
- CLOUD Application Assessment : Listing des applications du groupe Orange, permettant une catégorisation applicable au Business Case. Pour cela, une communication régulière avec les différentes entités pays est nécessaire.

Les deux outils ont été implémentés sur EXCEL, à l'aide du langage VBA. Il a fallu les rendre les plus maintenables possible pour une utilisation ou une modification ultérieure.

*. Adresse de l'entreprise : 67 Avenue Lenine 94110 Arcueil

Global Market Solutions

Centre Recherche et Développement *

Responsable : Monsieur Youssef ALLAOUI

Étudiant : Guillaume SALL

Sujet : Moteur de calcul du risque de contrepartie

Résumé

Les crises financières récentes ont eu plusieurs conséquences notamment une prise de conscience générale qu'aucune entité n'est à l'abri de faire défaut quelque soit sa taille ou son envergure financière (note, réputation, capital...). Le développement de nouveaux acteurs, les conventions ou les normes de marché visant à réduire le risque de contrepartie et l'émergence de nouvelles réglementations grâce à des accords de Bâle III devront permettre une évaluation *in fine* du risque de contrepartie. Ces points ont tendance à considérer le risque de contrepartie comme un élément explicatif du P&L du portefeuille ainsi que le risque de taux d'intérêt, par exemple. D'où la nécessité de gérer ce risque de façon proactive, notamment en terme de couverture. La mise en oeuvre de cette nouvelle façon de gérer le risque de contrepartie est devenue un enjeu majeur pour les banques. Par la nature même du risque de contrepartie (non-linéaire), une solution pour le gérer correctement doit être complète.

- En terme de data : interfaces avec les systèmes hétérogènes de trading, market data, netting, collateral management ...
- En terme de valorisation : dans une banque, il y a généralement plusieurs librairies gestionnaires de récupération de chaque type de sous-jacent ou catégorie de produit qui peuvent être écrites dans des langages différents. L'intégration de ces bibliothèques en constante évolution est un projet d'infrastructure lourd qui n'est pas une priorité pour les banques.
- En outre, les données calculées dans l'évaluation des risques (l'expected exposure de la valeur positive d'une opération) ne sont pas triviales à calculer dans le cas de produit de type *path-dependent* (par exemple les options barrières). Ce calcul peut être très couteux en terme de performance s'il est effectué par un simple appel à une valeur de fonction (conduisant à des imbrications d'algorithmes de Monte-Carlo).

Ce dernier point implique le développement d'une infrastructure globale : c'est l'objet de ce stage. Le stage a été divisé en trois parties, la première a été l'analyse des questions financières (au sens mathématique) qui conduisent à la gestion et au développement des données du marché et des produits dérivés. Le second était l'optimisation des algorithmes de calcul en les déportant sur les unités de traitement graphique (GPU).

*. Adresse de l'entreprise : 17 rue Mogador, 75009 Paris

HSBC

Market Risk Management *

Responsables : Messieurs Antoine de MILLEVILLE et Philippe COLLOMB

Étudiant : Glenn NEBOUT

Sujet : Assistant Market Risk Manager

Résumé

Le Département Market Risk Management (MRM) contrôle l'activité du Front Office sous différents aspects (sensibilités, VaR, etc ...). Par ailleurs, le service doit mener de nombreux projets liés au développement rapide de l'activité, afin d'être à même de remplir au mieux ses missions sur les nouveaux produits et les nouveaux marchés. L'équipe Market Risk Management est scindée en deux groupes : dérivés de taux et dérivés actions.

J'ai effectué mon stage au sein de l'entité MRM Equity. L'entité MRM Equity Derivatives est en charge du contrôle et suivi des risques sur le périmètre dérivés actions de la place de Paris et New York. En étroite collaboration avec les autres membres de l'équipe, j'ai travaillé sur des sujets concrets, stratégiques et variés pour la compréhension, le suivi et l'encadrement des risques de marché des activités dérivés actions.

Les projets ont consisté en l'implémentation (VBA, ACCESS, SQL) de nouveaux outils de suivi du risque visant à compléter ou améliorer les processus existants. Ces projets ont été :

1. Le développement d'un outil de synthèse permettant, en cas de dépassement de limite, une identification des contributions sous-desk.
2. Le développement d'un outil d'extraction permettant d'avoir une vision des grecs (delta, gamma, vega, epsilon) par instrument ou par famille d'instruments.
3. L'implémentation d'une fonction estimant le P&L à l'aide du delta et du gamma pour différents scénarios de prix spot.
4. Le développement d'outils permettant la mise en place d'une nouvelle définition de la liquidité des sous-jacents.
5. La mise en place d'un outil de Stress-test (Spot, Volatilité, dividende, corrélation).

*. Adresse de l'entreprise : 39 rue Bassano, 75008 Paris

Inria

CLIME*

Responsables : Monsieur Dominique BÉRÉZIAT et Madame Isabelle HERLIN

Étudiant : Yann LEPOITTEVIN

Sujet : Suivi d'un objet dans une séquence d'images et identification de la dynamique

Résumé

L'objectif de ce stage a été de mettre en place un algorithme d'assimilation variationnelle de données, afin de suivre un objet dans une séquence d'images satellite et d'estimer la dynamique sous-jacente.

Dans un premier temps, il a fallu se familiariser avec l'assimilation de données et étudier différents opérateurs d'observation. Ces opérateurs d'observation permettent d'assimiler, selon les différentes méthodes développées, les images satellite ou les gradients calculés sur celles-ci. Une analyse de l'impact de chacun d'entre eux sur la qualité de l'estimation du mouvement a été opérée. Cette analyse nous a conduit à la conclusion qu'il fallait faire collaborer ces opérateurs d'observation, et utiliser une information conjointe image-contours.

Dans un second temps, il a fallu développer la méthode de suivi d'objet, ou tracking. L'objet, représenté par une fonction implicite, doit être suivi sans segmentation au préalable de la séquence d'images. Après conception de l'opérateur d'observation, basé sur la distance aux contours calculés sur les images, l'algorithme a été testé au moyen d'expériences jumelles. Ces expériences ont ainsi permis de quantifier la qualité des estimations obtenues, en les comparant à la vérité terrain. Des expériences ont également été effectuées sur des images satellite météorologiques, afin d'effectuer le suivi d'un nuage.

Les travaux, réalisés pendant ce stage, serviront de base pour l'implémentation, au cours d'une thèse à l'Inria, d'une méthode de suivi multi-objets. Les nouvelles difficultés à résoudre concerneront en particulier l'occultation des objets.

*. Adresse de l'entreprise : Domaine de Voluceau - Rocquencourt - BP 105, 78153 Le Chesnay Cedex

LAB-PSA Peugeot-Citroen *

Responsables : Monsieur Nicolas BERTHOLON et Madame Fatima MEGUELLATI

Étudiant : Imed GHERAB

Sujet : Critère de sélection pour un modèle logistique mixte

Résumé

Le stage intervient dans le cadre de la thèse de Fatima Meguellati portant sur la modélisation de la gravité des accidents par régression logistique mixte. Pour modéliser cette variable d'intérêt, on a recours à une famille de modèles, les GL2M (generalized linear mixed models). L'objectif de ce stage a été de construire un critère de sélection pour des modèles de GL2M à données binaires.

Dans un premier temps, il a fallu étudier les méthodes d'estimation des paramètres d'un GL2M ordinaire.

J'ai pu également voir comment se construisait un critère de sélection utilisé couramment en statistique : le critère d'Akaike.

Un important travail de bibliographie a été effectué pour repérer les différentes procédures existantes permettant d'adapter notre critère à des données discrètes.

Une procédure de tests a été mise en place pour vérifier l'efficacité des critères de sélection que nous avons pu établir.

*. 132 rue des Suisses, 92000 Nanterre

Manufacture Française des Pneumatiques Michelin
CTE/DTO/SIM/EF*
Responsable : Monsieur Vincent HORTALA

Étudiant : Thomas BRIFFARD

Sujet : Validation d'une chaîne de calcul par éléments finis pour la modélisation des sculptures des pneumatiques

Résumé

La Manufacture Française des Pneumatiques Michelin, leader mondial dans le domaine du pneumatique, investit continuellement dans la recherche et le développement de ses outils de simulation. Ces derniers sont devenus aujourd'hui indispensables pour la conception d'un pneumatique.

Dans un premier temps, j'ai été formé aux outils de simulation internes. Puis, j'ai participé au cours de mon stage à l'évolution et au développement de la future version de la chaîne, du pré au post-traitement. Ma participation au développement de celle-ci portait sur plusieurs points :

- Tester de nouvelles fonctionnalités de la chaîne pour effectuer les calculs, telle que l'utilisation d'éléments finis quadratiques avec des maillages en tétraèdres.
- S'assurer de la convergence et du dépouillement des résultats.
- Participer à l'amélioration de l'interface de calcul utilisateur, permettant la mise en données et le lancement des calculs.
- Développer un outil d'automatisation du lancement des calculs et de synthèse des différents cas tests.

Au cours du stage, des problèmes de convergence liés notamment au problème complexe du contact ont permis d'échanger à de nombreuses reprises avec l'équipe de développement. Le travail effectué sur le script m'a également permis d'apprendre les utilisations avancées du langage shell. Enfin, ce fut l'occasion de prendre part à un projet industriel de grande ampleur.

*. Adresse de l'entreprise : Centre technologique de Ladoux, Place des Carmes Dechaux, 63040 Clermont-Ferrand Cedex 09

Monoprix

Siège social *

Responsable : Madame Magali CONTAT

Étudiant : Elhadj moussa BA

Sujet : Mise en place d'un plan de contact digital et analyse des opérations commerciales porteuses

Résumé

Le data mining se répand particulièrement dans les secteurs qui, par leur activité, détiennent de nombreuses informations économiques et comportementales individualisées : vente par correspondance, grande distributions, banques...

L'objectif principal de ce stage est la mise en place d'un plan de contact digital et l'amélioration de la connaissance client.

Dans un premier temps j'ai dû m'adapter à un nouveau type de langage de programmation : le SQL (Structured Query Language) qui permet d'interroger les bases de données, afin d'obtenir des jeux de données sur lesquels les analyses statistiques seront réalisées.

L'essentiel de mon travail se divise en deux grandes étapes : une partie opérationnelle et une partie analytique.

J'ai eu à réaliser plusieurs types d'analyses :

- L'analyse d'emailing et sms : étudier le comportement d'achat des clients ciblés versus les témoins en utilisant les techniques statistiques telle que l'Anova (pour expliquer le chiffre d'affaire additionnel par le type de cible), le test du χ^2 (pour vérifier la liaison entre les deux variables qualitatives et en l'occurrence l'impact de l'opération commerciale).
- L'analyse de l'opération dans sa globalité : voir la performance de l'opération commerciale par rapport aux résultats obtenus l'année précédente pour différents indicateurs clés.
- effectuer une segmentation d'une population précise en utilisant les techniques statistiques telle que : l'analyse en composantes principales, la classification par la méthode des k-means, la classification ascendante hiérarchique. L'objectif est de caractériser chaque segment par différents indicateurs clés de façon à effectuer une segmentation durable et mise à jour au niveau du data warehouse. Ceci permettra de mieux connaître le client et d'affiner le ciblage.

*. Adresse de l'entreprise : 14-16 rue Marc Bloch, 92110 Clichy

ONERA

Département DSNA, unités NUMF et ELCI *

Responsables : Messieurs Emeric MARTIN et Florent RENAC

Étudiant : Nabil BIRGLE

Sujet : Validation et optimisation d'un code de calcul basé sur la méthode de Galerkin Discontinu

Résumé

Afin de pouvoir résoudre des problèmes physiques de plus en plus complexes, il devient important d'étudier les méthodes de simulation numérique. Mais la minimisation pure d'une erreur ne suffit plus. Il faut également prendre en compte les moyens mis en oeuvre pour obtenir ce résultat. Ce stage se décompose en deux parties : la validation d'un code de calcul pour la mécanique des fluides compressibles, et l'optimisation des performances de ce code.

Ce code s'appuie sur la méthode de type Galerkin Discontinu qui repose sur une recherche d'une solution numérique polynômiale par morceaux au niveau des éléments du maillage. La validation du code s'effectue par la mise en oeuvre et l'étude du comportement d'un cas-test : le transport d'un tourbillon isentropique. Plusieurs expériences numériques ont alors été menées en utilisant plusieurs schémas de type Runge-Kutta pour la discrétisation en temps, et en faisant varier le degré du polynôme. L'erreur entropique mesurée au moment où le tourbillon retrouve sa position initiale indique que cette erreur respecte globalement la loi de convergence théorique.

Plusieurs améliorations ont ensuite été proposées au sein du code et portent principalement sur la gestion du cache des processeurs et la mise en oeuvre d'un parallélisme hybride MPI/OpenMP. Des factorisations d'opérations, des inversions de boucles, et des regroupements de variables au sein de tableaux ont permis de mieux exploiter le cache. Le parallélisme MPI déjà présent dans le code a été simplifié et une économie sur le nombre d'envois de message a été réalisée. Le parallélisme OpenMP a commencé à être introduit au niveau des boucles les plus internes du code, puis a été étendu petit à petit à plus haut niveau jusqu'à atteindre la boucle en temps. Plusieurs remaniements ont été nécessaires afin d'éviter des écritures concurrentes entre threads. La version finale hybride proposée offre des économies en mémoire : les threads travaillent sur des domaines plus gros, le nombre de processus MPI diminue en conséquence, ainsi que le nombre de cellules fantômes nécessaires. Elle offre également des gains en temps intéressant provenant principalement des multiples optimisations. Le bénéfice apporté par l'OpenMP ne pourra réellement se faire sentir qu'à grande échelle, où la sollicitation du réseau et le choix de la bibliothèque MPI et des procédures d'échanges joueront un rôle primordial sur la performance. Ceci n'a pas pu encore être vérifié compte-tenu des moyens internes de calcul limités (256 cœurs).

*. Adresse de l'entreprise : 29 boulevard de la Division Leclerc, 92322 Châtillon Cedex

ONERA

Département de Simulation Numérique des Écoulements et Aéroacoustique*

Responsable : Monsieur Florent RENAC

Étudiant : Khalil HADDAOUI

Sujet : Couplage interfacial de systèmes hyperboliques

Résumé

Le développement de méthodes numériques performantes permettant de mieux modéliser des écoulements complexes présentant des phénomènes multi-physiques et multi-échelles fait l'objet de recherches récentes car ces écoulements sont rencontrés dans de nombreuses applications d'intérêt industriel. Une difficulté réside dans le fait qu'il est nécessaire de diviser l'écoulement en sous-domaines dans lesquels on utilise un solveur adapté aux échelles physiques locales que l'on souhaite capturer. La méthode de couplage interfacial permet de coupler ces sous-domaines en assurant l'échange d'informations.

L'objectif de ce stage est d'analyser et de mettre en œuvre différentes méthodes de couplage interfacial de deux systèmes des équations d'Euler compressibles, mono-dimensionnelles et possédant des lois d'état différentes pour des gaz parfaits polytropiques. Ce modèle est représentatif des conditions d'écoulement au sein des turbines multi-étagées des turboréacteurs.

La première partie du stage consiste en une analyse bibliographique du sujet concerné. Différentes conditions de couplage interfacial de modèles hyperboliques ont été étudiées. En particulier, le couplage par état permet d'assurer la continuité d'un jeu de variables au niveau de l'interface tandis que le couplage par flux assure la continuité du flux physique. On s'intéresse ici au couplage avec terme source mesure qui permet de reproduire ces deux conditions, mais aussi de déterminer un terme source optimal minimisant une fonctionnelle de coût donnée.

La deuxième partie du stage consiste en la mise en œuvre numérique de cette dernière méthode et son application au contrôle du débit et des pertes de conservativité dans des expériences de type tube à choc.

*. Adresse de l'entreprise : 29 boulevard de la Division Leclerc, 92322 Châtillon Cedex

ONERA

Département de Simulation Numérique des Écoulements et Aéroacoustique*

Responsable : Monsieur Vincent FLEURY

Étudiante : Julia SCHWARTZ

Sujet : Caractérisation mathématique du pouvoir de résolution des techniques d'imagerie acoustique

Résumé

Les techniques de localisation acoustique par réseau de microphones sont très utilisées dans l'industrie aéronautique. Les mesures aéroacoustiques présentent généralement un très mauvais rapport signal/bruit et la technique de formation de voies s'avère être adaptée de part sa robustesse. Cette technique consiste à compenser le retard de propagation entre chaque microphone et un point de focalisation et à en faire la somme. Lorsque le point de focalisation coïncide avec la source réelle, l'estimateur de formation présente un maximum indiquant la présence de la source. La résolution spatiale de cette approche, c'est-à-dire la capacité à séparer deux sources, dépend du rapport entre la taille du réseau de microphones et la longueur d'onde acoustique.

Pour améliorer la résolution, des techniques de déconvolution de l'estimateur de formation de voies sont mises en œuvre. Dans ce cas, la résolution est imposée par le rapport signal/bruit. L'influence de ce rapport n'est pas connue analytiquement et l'objectif de ce stage est d'en caractériser mathématiquement l'effet.

Le problème à résoudre est une équation intégrale de Fredholm de première espèce dont le noyau est soit un sinc , soit un sinc^2 . La résolution spatiale théorique est déterminée à l'ordre de la décomposition en vecteurs propres et valeurs propres de l'opérateur de Fredholm. En fait, la résolution est dictée par le nombre de valeurs propres supérieures au niveau signal/bruit. La résolution est discutée dans le cas spécifique sinc et sinc^2 .

*. Adresse de l'entreprise : 29 boulevard de la Division Leclerc, 92322 Châtillon Cedex

Pacte Novation *

Responsable : Monsieur David JEMMI

Étudiant : Guillaume BEDAINE

Sujet : Amélioration d'un code C++ et création d'une interface graphique en Qt

Résumé

L'objectif de ce stage chez Pacte Novation a été de m'intégrer au sein d'équipes d'ingénieurs s'occupant du développement de logiciels destinés à l'industrie. Nos clients étaient RTE, filiale d'EDF et SIGMA, une société spécialisée dans l'organisation et la logistique de gros chantiers industriels ainsi que la gestion de chantiers ferroviaires sur le réseau existant.

Dans un premier temps, j'ai aidé au développement du logiciel de visualisation et de simulation du réseau électrique. Cela s'est manifesté par l'implémentation de diverses fonctionnalités (importation de données depuis un CD, filtrage et impression de listes d'évènements), par la rédaction de fiches de test puis par le test du logiciel dans le but de vérifier son fonctionnement adéquat et, finalement, par la participation à l'écriture de la documentation. Je suis resté trois mois sur ce projet.

Cela m'a amené à grandement améliorer ma formation reçue en C++ et mes compétences en programmation orientée objet de manière générale. De plus, j'ai développé des connaissances approfondies de Qt et de son débogueur ainsi que d'un logiciel de subversion, venant compléter les enseignements reçus en Java lors du deuxième semestre du Master MPE. Qt Creator ressemblant fortement à Eclipse, je me suis très vite senti à l'aise lors du développement.

Ce projet a été validé puis déployé chez RTE pendant la durée de mon stage.

Dans un second temps et pour le reste de mon stage, je me suis intéressé à un projet s'inscrivant dans le domaine ferroviaire. Il m'a permis de découvrir de nouvelles technologies très prisées dans le monde du développement logiciel sous Windows : le développement sous Visual Studio et l'utilisation du framework .Net, de WPF et du C#.

J'ai participé à ce projet en développant certains éléments de l'interface graphique ainsi qu'en mettant en place le panneau d'identification et la gestion des utilisateurs. En outre, j'ai permis au logiciel de gérer des évènements claviers et je me suis occupé de l'archivage des dépêches en base de données ainsi que de l'historique journalier.

Ce projet a été suivi par SIGMA, le client, tout au long de ma présence dans l'entreprise.

Je suis fier de pouvoir dire que mes contributions aux différents projets sont et seront utilisées quotidiennement au sein des entreprises citées précédemment.

*. Adresse de l'entreprise : 2 rue du Docteur Lombard, 92130 Issy-les-Moulineaux

Les étudiants de l'année 2011-2012

Nom	Prénom	Entreprise	Parcours	Page
Agnagnostopoulos	Elefterios	EDF R&D	MPE m	12
Ba	Moussa	Monoprix	MPE ps	25
Bacchus	Alexandre	EDF R&D	MPE m	13
Bedaine	Guillaume	Pacte Novation	MPE m	29
Bertoin	David	CDH Coraud	MPE m	8
Birgler	Nabil	ONERA	MPE m	26
Briffard	Thomas	Michelin	MPE m	24
Colantonio	Laetitia	BETC 4D Euro RSCG	MPE ps	6
Cordeiro	Sara Milana	EDF R&D	MPE m	14
Degrave	Delphine	EDF R&D	MPE m	15
Demangeon	Félix	EDF R&D	MPE m	16
Gherab	Imed	LAB-PSA Peugeot-Citroen	MPE ps	23
Haddaoui	Khalil	ONERA	MPE ps	27
Hecht	Nicolas	Arkema	MPE m	4
Lamy	Aurélie	Arkema	MPE ps	5
Lepoittevin	Yann	Inria	MPE m	22
Liu	Sulan	France Télécom	MPE ps	18
Lu	Xuezhou	CEA	MPE m	9
Mint Brahim	Maimouna	BRGM	MPE m	7
Nebout	Glenn	HSBC	MPE ps	21
Privat	Karim	Amundi	MPE ps	3
Rousseau	Nicolas	France Télécom	MPE ps	19
Sadoun	Ahmed	Crédit Agricole	MPE ps	10
Sall	Guillaume	Global Market Solutions	MPE ps	20
Sang	Liqiang	Enablou	MPE ps	17
Schwartz	Julia	ONERA	MPE m	28
Tranap	Delphine	DASS Nouvelle-Calédonie	MPE ps	11

Les résumés sont classés dans la brochure par ordre alphabétique de l'entreprise.

Sigles des parcours :

MPE ps : Mathématiques Pour l'Entreprise - analyse numérique, calcul scientifique et probabilités, statistiques

MPE m : Mathématiques Pour l'Entreprise - analyse numérique, calcul scientifique et mécanique