



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 : godlewski@ann.jussieu.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 : postel@ann.jussieu.fr

Résumés des stages en entreprise
effectués par les étudiants du Master IM
parcours Mathématiques Pour l'Entreprise (MPE)
année 2009-2010

<http://www.ann.jussieu.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 sixième 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/index.php>

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 2009-2010

Probabilités - statistiques : J. Berestycki

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 : V. Bonjour, G. Duffes, T. Duquesne, C. Labart, V. Lemaire, Z. Shi, B. Michel, S. Gaiffas

Analyse numérique - calcul scientifique : E. Godlewski

Laboratoire Jacques-Louis Lions, site Jussieu, couloir 15-25, 3^{ème} étage

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

Autres intervenants : F. Hecht, B. Lucquin, O. Pironneau, M. Postel, J. Portès, F.-X. Roux, N. Lantos

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. Alliche, A. Ben Hamida, P. Druault, P. Havé

Options :

C++ : F. Hecht, J. Morice,

Excel VBA : M. Pelletier

Initiation Fluent : L. Dumas

Java : N. Lantos

Recherche opérationnelle : E. Balandreau, M. Le Treust

Responsable des stages

Marie Postel

postel@ann.jussieu.fr

Campus Jussieu, couloir 15-25, 3^{ème} étage, 313

Téléphone : 01 44 27 54 08

Secrétariat du Master Ingénierie Mathématique

Francelise Lacrampe

lacrampe@ann.jussieu.fr

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

Téléphone : 01 44 27 51 14

Responsable du Master Ingénierie mathématique

Edwige Godlewski

godlewski@ann.jussieu.fr

Campus Jussieu, couloir 15-25, 3^{ème} étage, 311

Téléphone : 01 44 27 42 99

4 place Jussieu, 75005 Paris

Air Liquide

Centre de Recherche Claude Delorme - Process, Control & Logistics*

Responsables : Mesdames Florence BOUTEMY et Géraldine CARLOS

Étudiante : Graziella MORIN

Sujet : Développement d'un dispositif de suivi d'un traitement médical

Résumé :

Air Liquide est leader mondial des gaz pour l'industrie, la santé et l'environnement. Au sein de son activité santé, Air Liquide développe des gaz thérapeutiques et des produits et procédés médicaux innovants. C'est dans cette branche d'activité de recherche que se situe le stage proposé. Certaines maladies respiratoires nécessitent des traitements médicaux devant être pris sur des périodes prolongées. Pour assurer le bon fonctionnement de ces traitements, il est nécessaire de suivre, dans la durée, le temps de traitement par jour ainsi que son efficacité thérapeutique. A cette fin un dispositif de suivi de traitement d'une maladie respiratoire est en cours de développement par le groupe Process, Control & Logistics au Centre de Recherche Claude Delorme d'Air Liquide.

Le dispositif de suivi est équipé de plusieurs capteurs. Un algorithme doit être développé pour traiter les signaux des capteurs et en déduire l'information utile au médecin :

- . la durée de prise du traitement par jour
- . l'efficacité du traitement.

La démarche d'analyser l'information disponible pour en déduire une information utile fait partie d'un domaine technique appelé le diagnostic de système. Elle fait appel à des outils mathématiques tels que la reconnaissance de forme, l'analyse statistique ou la modélisation et à des outils de traitement du signal. L'objectif du stage était de participer au développement de l'algorithme de calcul des paramètres de suivi de la prise du traitement et de son efficacité.

La première mission du stage était de spécifier et développer un algorithme de détection d'événements respiratoires caractéristiques de l'efficacité ou non du traitement. Il sera intégré à l'appareil de suivi et doit répondre à des contraintes de gestion de mémoire et de temps de calculs strictes. La seconde mission du stage était de récolter et analyser des données pour la validation de l'algorithme de l'appareil.

* Adresse de l'entreprise : 1 chemin de la Porte des Loges, Les Loges en Josas, 78354 JOUY EN JOSAS

AXA France Solutions

DT-IARD Service Actuariat MRH et Immeuble*

Responsables : Madame Véronique MARPILLAT

Étudiante : Souad MFITIH

Sujet : Rentabilité du client Immeuble à travers ses multi détentions AXA

Le sujet du stage était de réaliser une étude sur la rentabilité du client Immeuble à travers ses multi détentions AXA. Les résultats techniques de ce portefeuille n'étant pas satisfaisants, le but de l'étude était de prévoir des actions à mettre en place pour améliorer la rentabilité du client Immeuble. Cela en se basant sur un indicateur qui prenne en considération les diverses détentions AXA du client en plus de ses contrats Immeuble.

La première étape de l'étude a été la constitution des bases de données. Celles-ci concernaient vingt-quatre produits différents au sein d'AXA. Des produits d'assurance dommage mais également des produits Banque et Épargne.

Ensuite l'analyse descriptive des données a permis de décrire certaines caractéristiques du portefeuille Immeuble. L'étude des corrélations a ensuite permis d'étudier le lien entre les variables à partir du V de Cramer et a mis en évidence l'interaction existante entre certaines variables et l'indicateur de rentabilité globale.

Pour définir le profil du client Immeuble, nous avons d'abord effectué une analyse des correspondances multiples, prenant la rentabilité globale comme variable illustrative. Nous nous sommes par la suite basés sur cette analyse afin d'établir une classification décrivant la typologie du portefeuille. Cette classification mixte, algorithmique utilisant la classification ascendante hiérarchique et l'agrégation autour des centres mobiles, a mis en évidence cinq classes compactes et distinctes.

Par ailleurs, nous avons réalisé une modélisation de l'indicateur de rentabilité globale construite suivant la théorie des modèles linéaires généralisés. La comparaison des déviations par rapport au nombre de degrés de liberté a permis la sélection du modèle obtenu par la méthode d'inclusion "Forward". L'analyse des résidus de déviance et des écarts obtenus entre valeurs estimées et théoriques a montré que le modèle sélectionné satisfaisait certains critères de justesse de prédiction. Ce modèle peut certainement être amélioré par l'ajout de nouvelles variables, permettant de mieux cerner le client Immeuble.

Tout au long de cette étude, des facteurs ont été repérés lors des analyses des correspondances et classification mais sont également ressortis lors de la modélisation, tels que la détention d'un contrat Auto Particulier ou encore le nombre de produits détenus. D'autres facteurs comme la détention d'un contrat Santé, l'ancienneté globale AXA ou l'indice client ont permis d'alimenter les réflexions concernant les mesures concrètes à mettre en place afin d'améliorer la rentabilité globale du client Immeuble.

* Adresse de l'entreprise : 313 Terrasses de l'Arche, 92727 NANTERRE CEDEX

Étudiant : Matthias FRANÇOIS

Sujet : Analyse et développement de schémas volumes finis implicites P_N pour le transport de photons en géométrie 1D plane

Résumé :

Les modèles P_N (harmoniques sphériques) constituent des approximations angulaires de l’équation de transport. En 2009, le CEA/DIF a développé un nouveau code de simulation déterministe de problèmes de rayonnement, le ”code P_N ”, nommé en référence aux modèles P_N (harmoniques sphériques) constituant la base de la méthode utilisée. Ce code C/C++, massivement parallèle, a été élaboré dans le but de fournir des solutions de référence en 1D et 2D, utiles par exemple pour des comparaisons avec des méthodes de type Monte-Carlo. Le code P_N n’autorisant pour le moment que des simulations avec schéma explicite, ce stage de Master 2 constitue une étude préliminaire d’extension implicite, visant à quantifier le gain potentiel en temps de calcul associé à l’utilisation d’un schéma inconditionnellement stable.

J’ai commencé par effectuer un état de l’art et par dériver les modèles P_N en 1D plan. Après avoir étudié le schéma explicite existant, j’ai développé un code C/C++ permettant la résolution du modèle P_1 avec ce schéma Asymptotic-Preserving. Je me suis ensuite focalisé sur l’extension implicite du schéma, en cherchant à préserver la limite diffusion du problème. A cet effet, des études bibliographiques et numériques ont été menées pour identifier les meilleures méthodes de résolution des systèmes matriciels. Le schéma ainsi obtenu a été intégré dans le code 1D plan avec validation via des études de convergence. Des études de performance ont montré que le schéma implicite permet un gain significatif en régime diffusion, mais pas en régime de transport.

* Adresse de l’entreprise : CEA, DAM, DIF, F-91297 ARPAJON

CNAF

Département des Statistiques, des Etudes et de la Recherche*

Responsable : Madame Magali LE-TIEC

Étudiante : Annabelle BÉDARD

Sujet : Typologie des Caisses d'Allocations Familiales

Résumé :

Soucieuse de la bonne utilisation des fonds publics, la branche Famille de la Sécurité Sociale est engagée sur la performance de ses services et de sa gestion. A ce titre, la Caisse Nationale des Allocations Familiales (Cnaf) centralise la production de nombreux indicateurs relatifs à l'activité des Caf : ressources humaines, charges de travail, mesures de productivité, qualité de services, caractéristiques des populations allocataires... L'hétérogénéité persistante au sein du réseau au niveau de sa performance est une source permanente de questionnement pour la Cnaf. Elle est donc amenée à mieux décrire et caractériser les facteurs discriminants parmi les Caf, pour mieux appréhender la diversité du réseau.

L'objet de mon stage d'une durée de quatre mois au sein de la Direction des Statistiques, des Etudes et de la Recherche (DSER) a été d'identifier ces facteurs pour ensuite pouvoir dresser une typologie des cent vingt-trois Caf. L'étude a porté sur l'année 2009 et les sujets observés étaient les cent vingt-trois Caf. Le logiciel SAS a été utilisé pour mener les analyses statistiques.

Dans un premier temps, je me suis familiarisée avec l'organisation des Caf (j'ai à ce titre effectué une journée d'observation à la Caf de Rosny-sous-Bois), avec le langage propre à l'institution, et surtout avec le système d'information permettant le recueil et le stockage automatique des données, notamment dans le cadre du Recueil National des Données des Caf (Rndc). Des indicateurs statistiques sont créés à partir de ces informations et ont été la source principale des données utilisées dans le cadre de mon stage. La Cnaf utilise également des questionnaires pour récolter certains renseignements non enregistrés automatiquement dans le système d'information (ex : le questionnaire du suivi de la démarche stratégique).

A partir de l'ensemble des données nécessaires pour traiter mon sujet, j'ai effectué diverses analyses descriptives indispensables avant toute analyse statistique plus approfondie.

La partie centrale du stage a consisté en un important travail d'analyse de données : régressions logistiques, analyse en composantes principales, classification ascendante hiérarchique. L'utilisation de ces différentes méthodes statistiques m'a permis de répondre petit à petit à la problématique de mon stage. La classification ascendante hiérarchique a finalement permis d'aboutir à une typologie des Caf en neuf catégories distinctes avec leurs propres caractéristiques.

* Adresse de l'entreprise : 32 avenue de la Sibelle, 75685 PARIS CEDEX 14

DASSAULT SYSTEMES

Service Simulia R&D, équipe Meshing*

Responsable : Monsieur Éric SEVENO

Étudiante : Claire HENNUYER

Sujet : Validité et qualité des maillages pour le calcul 3D dans CATIA V6

Résumé :

Dans un premier temps, j'ai dû prendre en main le logiciel CATIA V5 et V6 à l'aide de la documentation. J'ai manipulé l'ensemble du logiciel puis je me suis intéressée plus particulièrement au module consacré au maillage. En parallèle, j'ai également dû lire les rapports des sept précédents stagiaires de mon tuteur. Ceux-ci m'ont permis de mieux appréhender les problématiques liées au maillage. Cette première partie du stage a duré environ deux à trois semaines.

Durant le stage, j'ai utilisé une base d'Objets De Tests constituée de vingt solides provenant essentiellement de l'industrie automobile dont on veut obtenir le maillage volumique. C'est en dressant un premier bilan, un point de départ auquel je me suis référée à chaque étude ou chaque modification de code testée, que j'ai commencé à entrer dans le sujet. À la création de cette base, aucun de ces modèles ne se maillait en 3D. De nombreuses améliorations ont été effectuées jusqu'à aujourd'hui, mais des problèmes persistent encore. Ce sont tous ces problèmes qu'il a fallu tenter de régler, mais avant cela un travail en amont d'analyse était nécessaire pour connaître la cause de chacun de ces problèmes et savoir à quelle étape précise il faudra investir des efforts à l'avenir.

Après cet important travail d'analyse, nous avons pu commencer à effectuer des études diverses et variées nous permettant ensuite de dégager des pistes de correction et des axes de travail. Nous avons par exemple étudié si le fait de fixer un écart entre la géométrie et le maillage pouvait être une solution à différents problèmes (intersections dans le maillage surfacique, qualité du maillage volumique). Ceci nous a d'ailleurs amenés à résoudre un *bug* qui se produisait lors de la construction de ce type de maillage, ce code a été intégré dans le logiciel. Nous avons également implémenté deux corrections dans le but d'augmenter la qualité des maillages volumiques, elles n'ont pas été livrées mais pourront servir à l'avenir.

* Adresse de l'entreprise : 10 rue Marcel Dassault, 78946 VÉLIZY VILLACOUBLAY CEDEX

DASSAULT SYSTEMES

Département ENOVIA / Équipe de répliation ENOVIA V5*

Responsable : Monsieur Jean-Luc MEDIONI

Étudiant : Anh Vu NGUYEN

Sujet : Utilisation du calcul parallèle pour accélérer les échanges de données

Résumé :

Dassault Systemes est le leader mondial sur le marché des solutions logicielles de gestion de cycle de vie des produits s'appuyant sur la puissance de la représentation en trois dimensions. Ces logiciels permettent aux entreprises de concevoir et développer leurs produits industriels en disposant d'une vision en 3D de l'ensemble du cycle de vie du produit, depuis sa conception initiale jusqu'à sa maintenance.

ENOVIA V5 VPM est l'une des solutions de Dassault Systemes permettant aux ingénieurs d'optimiser et de valider la définition du produit dans le cycle de développement.

Effectué au sein de l'équipe répliation ENOVIA V5, mon stage avait pour objectif de valider la faisabilité et l'intérêt d'utiliser les techniques du calcul parallèle dans le cadre des échanges de données.

La première partie de mon stage a consisté en une étude de la bibliographie portant sur les technologies de parallélismes existantes. Cette étude est intégrée dans le mémoire.

Dans la seconde partie de mon stage, j'ai analysé le processus d'extraction de données et découpé celui-ci en deux étapes. Durant la période du stage, on a seulement démontré que le calcul parallèle peut fonctionner sur la première étape.

Après cette étude, j'ai pu réaliser des prototypes en C++ sous Visual Basic. La bibliothèque MPI a été choisie pour l'implémentation. Les premiers résultats sont satisfaisants et permettent d'envisager la parallélisation de la deuxième étape du processus d'extraction, ce qui améliorerait encore les performances.

* Adresse de l'entreprise : 10 rue Marcel Dassault, 78946 VÉLIZY VILLACOUBLAY CEDEX

Distene

Département R&D*

Responsable : Monsieur Aurélien ALLEAUME

Étudiant : Fabien NOBLET

Sujet : Maillages non structurés et correction de CAO

Résumé :

L'entrée en matière du stage a consisté en une recherche bibliographique afin de bien définir le cadre de travail. Il m'a fallu me familiariser avec les méthodes de génération de maillage volumique à partir d'une CAO, dans un contexte de Delaunay contraint.

L'objectif de la première partie de ce stage a été dans un premier temps de générer une discrétisation correcte des courbes CAO à partir de leur support, en évitant notamment les intersections d'arête et les retournements de domaine. Puis, à partir de la discrétisation construite, il a fallu générer le maillage surfacique de la CAO à l'aide d'un mailleur paramétrique. Dans un souci de développer un programme le plus efficace possible, il a fallu utiliser de nombreuses structures accélératrices.

La seconde partie du stage concerne la correction de CAO, j'ai tout d'abord élaboré une méthodologie permettant de corriger la définition des carreaux en m'appuyant sur une méthode de maillage de Delaunay. Enfin, après un travail de bibliographie concernant les méthodes d'optimisation sans contraintes, j'ai implémenté et comparé deux méthodes d'optimisation appliquées à la projection d'un point sur une surface paramétrée : la descente du gradient et la méthode de Broyden.

Le travail effectué lors de la première partie du stage servira de base à un nouveau module de maillage surfacique. Quant aux résultats de la seconde partie du stage, ils serviront de point de départ pour l'extension d'un module de correction de CAO existant et donneront certaines spécialisations techniques cruciales pour ce module.

* Adresse de l'entreprise : Pôle Teratec - BARD, 1 Domaine du Grand Rué , 91680 BRUYÈRES-LE-CHATEL

EADS APSYS

Pôle Logiciels et Innovation*

Responsables : Monsieur Emmanuel ARBARETIER et Madame Zina BRIK

Étudiante : Coralie NARDI

Sujet : Utilisation de l'atelier Simfia V2-V3 à travers la modélisation de systèmes complexes et définition d'une procédure de test de l'outil

Résumé :

L'objectif de ce stage a été de participer à divers projets du pôle Logiciels et Innovation d'EADS APSYS. Dans un premier temps, il a consisté en la prise en main du progiciel SIMFIA V2 et l'étude des documents de formation à la Sûreté de Fonctionnement. Il a également été consacré à la mise en place et l'exécution de tests en vue de la validation des évolutions de SIMFIA V2 et V3. Ce stage a par ailleurs été l'occasion de participer à deux projets de modélisation dont un dans le but d'obtenir des données de fiabilité associées aux défaillances et l'impact de ces défaillances sur la production du système modélisé. Enfin, l'assistance apportée aux équipes d'ingénieurs m'a permis d'avoir une vision globale du processus de modélisation des systèmes complexes.

* Adresse de l'entreprise : 22 quai Galliéni, 92158 SURESNES CEDEX

Étudiant : Dina AL AKHRASS

Sujet : Implémentation du mini-élément pour gérer l'incompressibilité plastique et applications

Résumé :

Dans le cadre d'études d'ingénierie ou de R&D, EDF est amené à modéliser des applications faisant intervenir de grandes déformations couplées à des lois de comportement non linéaires. Lors de ces calculs, la formulation éléments finis en déplacement fait apparaître des oscillations sur les valeurs des contraintes. Ce phénomène bien connu est dû à une incapacité de la formulation à pouvoir gérer le phénomène d'incompressibilité plastique.

L'objectif de ce stage a été d'enrichir et compléter les méthodes numériques du logiciel éléments finis d'EDF, Code_Aster, permettant de gérer l'incompressibilité plastique.

Dans un premier temps, j'ai dû me familiariser avec le logiciel et faire beaucoup de bibliographie sur les différentes méthodes de gestion de l'incompressibilité afin de sélectionner les plus efficaces. Mon choix s'est porté sur la méthode des éléments finis mixtes. Celle-ci était déjà implémentée dans Code_Aster avec une formulation à trois champs, mais les calculs étant longs, je l'ai programmée avec une formulation à deux champs. Ceci a permis un gain de temps et de mémoire pour des résultats aussi bons.

Cependant, avec les formulations mixtes, le choix des ordres d'interpolation n'est pas arbitraire. Il a donc fallu, dans un second temps, se pencher sur les méthodes de stabilisation. Après une étude bibliographique, le choix s'est porté sur l'élément fini mixte appelé mini-élément. Je l'ai implémenté, et ai pu constater son efficacité et sa robustesse. J'ai également mis en place des cas tests trouvés dans la littérature afin de valider les programmes.

Tout le travail a été fait dans le cadre des petites déformations. J'ai commencé l'adaptation aux grandes déformations, mais beaucoup de travail reste à faire. Les méthodes implémentées au cours de ce stage seront bientôt intégrées dans Code_Aster.

* Adresse de l'entreprise : 1 avenue du Général de Gaulle, 92141 CLAMART CEDEX

Étudiant : Jacques FONTAINE

Sujet : Etude de l'opportunité d'utiliser un schéma en temps "pararéel" pour la résolution des équations aux dérivées partielles

Résumé :

EDF R&D /MFEE (Mécanique des Fluides Energie et Environnement) dispose de codes de calcul, développés en interne, pour modéliser les phénomènes thermohydrauliques :

Code_Saturne (<http://www.code-saturne.org>)

et les transferts thermiques dans les solides

SYRTHES (<http://rd.edf.com/syrthes>).

Plusieurs types d'études nécessitent des simulations sur un grand nombre de pas de temps (de quelques dizaines de milliers à plusieurs centaines de milliers) et donc des coûts de calculs importants. La parallélisation en espace permet déjà de réduire de façon conséquente le temps de calcul mais pour des études s'appuyant sur un maillage relativement grossier (quelques centaines de milliers au million d'éléments), il n'y a plus de gain observable au-delà d'un certain nombre de processeurs. L'objectif du stage était d'évaluer l'intérêt pour les codes d'EDF R&D /MFEE d'utiliser le schéma "pararéel", permettant la parallélisation de la boucle en temps.

Une étude bibliographique a été réalisée pour comprendre les méthodes de parallélisation en temps. Après plusieurs présentations du parallélisme en temps auprès des responsables des codes de simulation MFEE, un prototype a été développé, en C++ et en parallèle avec MPI, pour étudier le comportement des algorithmes sur des problèmes modèles. Les importants moyens de calcul dont dispose EDF R&D ont été mis à contribution pour évaluer sur des problèmes 1D ou 2D, par des tests paramétriques, l'efficacité des différents schémas. Ce premier aperçu des avantages et des limitations des méthodes de parallélisation en temps a permis d'évaluer la faisabilité d'introduire le schéma "pararéel" dans les codes de simulation d'EDF R&D /MFEE.

* Adresse de l'entreprise : 6 quai Watier, BP 49, 78401 CHATOU CEDEX

Étudiante : Eve LECOEUR

Sujet : Etude des prévisions météorologiques sur les villes françaises et influence régionale des régimes de temps

Résumé :

La prévision météorologique est aujourd'hui un outil indispensable dans l'anticipation des besoins en électricité et dans la gestion optimisée des moyens de production. En conséquence, EDF R&D développe toute une expertise autour de la quantification de la qualité des prévisions à moyen terme (de 1 jour à 1 année).

L'objectif du stage est d'étudier la qualité des prévisions mensuelles de température (1 à 32 jours) à l'échelle locale (villes françaises) et des régimes de temps, variable représentant les grandes lignes de la circulation atmosphérique. Ces prévisions sont issues du Centre Européen des Prévisions Météorologiques à Moyen Terme (CEPMMT) et sont disponibles sur une période allant d'octobre 2004 à mars 2010.

Dans un premier temps, un travail de bibliographie a été effectué afin d'acquérir quelques notions de météorologie et de découvrir les différentes mesures (*scores*) probabilistes et déterministes servant à quantifier la qualité des prévisions météorologiques.

Dans un deuxième temps, ces tests ont été reproduits sur une trentaine de villes françaises pour la prévision de température ainsi que pour la prévision de deux indicateurs météorologiques liés à la consommation électrique : les HDD (*Heating Degree Days*) et les CDD (*Cooling Degree Days*).

Afin de confronter les informations provenant de variables météorologiques corrélées à la température, on s'intéresse dans une troisième partie à l'impact de certains états préférentiels du système climatique, appelés régimes de temps, sur les températures locales. Les régimes de temps ont d'abord été déterminés grâce à une classification de la hauteur du géopotential à 500 hPa. Les liens entre ces régimes de temps (variable de grande échelle) et les températures sur les villes françaises (variable locale de surface) ont ensuite été établis en se basant sur les observations de 1971 à 2009. Enfin, dans une dernière partie, la qualité des prévisions mensuelles des régimes de temps a été quantifiée dans le but d'utiliser celle-ci comme information complémentaire pour la prévision des températures.

* Adresse de l'entreprise : 6 quai Watier, BP 49, 78401 CHATOU CEDEX

Étudiante : Yujie LIU

Sujet : Évaluation de la version machine hydraulique de *Code_Saturne* à modéliser des écoulements à débit partiel dans une pompe centrifuge

Résumé :

Le stage avait pour objectif principal d'évaluer les capacités de *Code_Saturne*, le code CFD open source développé par EDF R&D, à modéliser les écoulements dans les pompes. Une fonctionnalité turbomachine (couplage rotor/stator) a été développée en 2009 et validée sur un cas test de pompe centrifuge avec diffuseur aubé et dont la géométrie des aubes était bidimensionnelle. Une validation sur une géométrie plus complexe était encore nécessaire.

Le cas test choisi pour remplir l'objectif principal du stage est celui de la pompe centrifuge SHF avec diffuseur lisse (sans aubes). Cette pompe, dont la géométrie des aubes est tridimensionnelle, a été l'objet de nombreuses campagnes de mesures dans le milieu académique.

Un deuxième objectif du stage a été de tester la capacité de la plateforme de CAO/Maillage/post-traitement SALOME développée par EDF R&D à réaliser une CAO d'une pompe centrifuge dont la géométrie des aubes est tridimensionnelle, pour pouvoir ensuite effectuer les calculs sur le maillage de cette pompe SHF.

Le troisième objectif du stage a été de tester la fonctionnalité de couplage rotor/stator de *Code_Saturne* sur différents types de maillages. A cette fin, j'ai utilisé le mailleur STARCCM+ de la société CD ADAPCO pour réaliser les maillages tétraédriques et polyédriques, et le mailleur AUTOGRID dédié turbomachine de la société NUMECA pour les maillages hexaédriques. Tous ces maillages ont été réalisés à partir de la CAO construite précédemment avec SALOME.

De plus, un important travail de bibliographie a été effectué sur les écoulements instationnaires dans les pompes, ainsi que sur la technique expérimentale Particle Image Velocimetry (PIV).

Une fois la CAO et les maillages réalisés à partir de celle-ci, j'ai utilisé *Code_Saturne* dans sa version 2.0 pour effectuer dans un premier temps des calculs à débit nominal. Les trois types de maillage ont été utilisés pour réaliser des calculs avec une méthode de couplage stationnaire puis une méthode de couplage instationnaire. Des calculs stationnaires à débit partiel en maillages tétraédriques ont pu également être menés à convergence et comparés aux mesures PIV. A titre de perspectives de ce stage, il serait intéressant de réaliser des calculs instationnaires à débit partiel afin de savoir si les décollements tournants peuvent être captés par la méthode de couplage standard développée récemment dans *Code_Saturne*. Des calculs avec diffuseur aubé seraient également intéressants à réaliser et étudier, car des mesures PIV sont aussi disponibles pour ce cas.

* Adresse de l'entreprise : 6 quai Watier, BP 49, 78401 CHATOU CEDEX

Étudiante : Hieu LUU THI

Sujet : Evaluation de la simulation des grandes échelles en maillages non structurés dans *Code_Saturne*

Résumé :

La simulation des écoulements des fluides est un domaine de recherche très actif en mécanique des fluides. Les écoulements des fluides sont modélisés par les équations de Navier-Stokes. Développé au sein de la division Recherche et Développement d'EDF, *Code_Saturne* est un code de calcul qui met en œuvre des méthodes permettant de simuler des écoulements incompressibles ou dilatables, avec ou sans turbulence.

Ce stage a pour l'objectif d'évaluer la simulation des grandes échelles en maillages non structurés dans *Code_Saturne* .

La première partie de ce stage consiste à mettre en évidence le comportement de certains paramètres associés aux méthodes numériques dans la simulation des grandes échelles d'écoulements turbulents. Pour cela, plusieurs tests sur ces paramètres sont réalisés. L'objectif est de déterminer un jeu de paramètres pour lequel l'erreur numérique sur le résultat de simulation sur les maillages de tétraèdres est minimisée. Les résultats obtenus dans les "cas tests génériques" permettent de trouver ce jeu de paramètres. Il est ensuite testé dans deux cas tests académiques.

La deuxième partie du stage, plus orientée recherche, consiste à étudier l'énergie cinétique de l'écoulement turbulent. Le problème de la conservation d'énergie cinétique totale est brièvement abordé. Nous nous intéressons notamment au problème de l'analyse du spectre d'énergie cinétique. La difficulté est que l'on n'a pas assez de moyens pour le calculer sur un maillage de tétraèdres. L'objectif principal de cette partie est de proposer et de mettre en œuvre une méthode pour approcher le spectre d'énergie sur ce type de maillage. Ce travail est réalisé sur deux cas tests académiques : Taylor-Green vortex et turbulence homogène isotrope. Une méthode consistant à transformer le maillage de tétraèdres en un maillage d'hexaèdres puis de moyenner le champ de vitesse pour le "projeter" sur ce nouveau maillage a été proposée. La transformée de Fourier est appliquée au champ de vitesse sur le maillage d'hexaèdres choisi afin de calculer le spectre d'énergie. Le spectre obtenu est considéré comme le spectre sur le maillage de tétraèdres. Ce résultat nous permet d'observer le comportement général sur la fluctuation dans la simulation de la turbulence sur le maillage de tétraèdres.

* Adresse de l'entreprise : 6 quai Watier, BP 49, 78401 CHATOU CEDEX

France Active
Contrôle qualité et risques*
Responsable : Monsieur Antoine DUBREUIL

Étudiant : Marc LOTI

Sujet : Chargé de l'évolution du système de notation des risques

Résumé :

L'objectif de ce stage a été de faire évoluer les systèmes de notation des risques des pôles « entreprise solidaire »(FINES) et « création d'entreprise »(TPE). En effet la commission bancaire impose à tous les établissements de crédit de noter le risque de défaillance de ses engagements et de réviser ce système de notation régulièrement s'il est basé sur des analyses statistiques. France Active s'est doté d'un système d'attribution automatique de note appelé « scoring ».

Dans un premier temps un travail de bibliographie a été réalisé afin de connaître les outils et méthodes utilisées pour l'élaboration du scoring FINES. Le programme informatique mettant en oeuvre **l'analyse factorielle discriminante sur partition adaptative**, a été revu et modifié intégrant alors de nouvelles dimensions ainsi que les données historiques les plus récentes.

Ensuite, un travail préliminaire similaire a été effectué pour le scoring TPE. La méthode d'évaluation du risque est ici plus élémentaire car les indicateurs étudiés sont imposés et en nombre raisonnable. Des études complémentaires ont ensuite été réalisées afin de vérifier l'efficacité du nouveau scoring. Enfin, en vue d'une révision future du scoring, un document technique décrivant l'ensemble des travaux réalisés a été rédigé.

* Adresse de l'entreprise : 120-122 rue Réaumur, 75002 PARIS

Étudiante : Qian LIU

Sujet : Implémentation d'un algorithme d'allocation dynamique de spectre avec Metslib basé sur la recherche Tabou

Résumé :

Les nouveaux usages liés aux smartphones créent une augmentation significative des débits des données en mode paquet sur les réseaux mobiles. Cette augmentation des volumes a déjà une conséquence sur le réseau de collecte de certains opérateurs américains et pousse à une meilleure utilisation de la ressource spectrale. Le schéma actuel de gestion du spectre est jugé peu efficace et des schémas d'Allocation Dynamique du Spectre (DSA), ont été largement étudiés ces dernières années. Dans notre travail, on a implanté ces schémas dynamiques à l'aide d'un algorithme meta-heuristique appelé la Recherche Tabou. Le but est de trouver une allocation de fréquences optimale qui contrôle la quantité globale d'interférences et la largeur globale des bandes. Pour aborder ce problème, on a utilisé une bibliothèque C++ Open-Source appelée Metslib qui combine des techniques différentes pour mettre en œuvre notre modélisation du problème DSA.

La performance de cet algorithme dans l'environnement Metslib a été trouvée satisfaisante. La procédure s'est montrée robuste en termes de qualité de la solution avec des temps d'exécution raisonnables pour presque tous les scénarios. La méthode proposée, comparée à une implémentation taillée sur mesure pour le problème sous C++, démontre sa flexibilité, portabilité, la simplicité et la réutilisabilité à tous les niveaux. Dans la simulation numérique, nous avons élaboré le modèle en ajoutant un deuxième critère et avons fait plusieurs essais pour accorder à ces deux critères un poids pertinent. Nous avons pu remarquer que l'implémentation avec la structure Metslib facilite beaucoup la procédure de mise en œuvre des améliorations potentielles grâce à sa modularité.

Un but important de ce travail était d'évaluer l'intérêt d'utiliser ces outils Open-Source pour notre problème plutôt qu'une implémentation sur mesure. Malgré le choix d'une version générique de l'algorithme, cet outil améliore beaucoup la réutilisabilité des codes laissant la place pour de nouvelles modifications potentielles du scénario. De plus, sa facilité permet aussi au développeur d'expérimenter différentes stratégies de recherche ainsi que d'essayer différentes longueurs de la liste tabou au niveau de l'algorithme.

* Adresse de l'entreprise : 38-40 rue du Général Leclerc, 92794 ISSY LES MOULINEAUX CEDEX 9

GASELYS

Service Desk Compte Propre*

Responsable : Monsieur Philippe DEVEILOTTE

Étudiant : Rachid RAMDANI

Sujet : Conception et développement d'automates de trading sur le gaz NBP et le pétrole Brent

Résumé :

Durant ce stage de six mois, j'ai été amené à développer trois sujets.

Le premier sujet est la conception d'un arbitrage sur le gaz NBP au temps de fermeture (closing) 17h30 GMT. Un important travail sur le comportement économique de ce marché a été mené ainsi qu'une étude statistique complète. Une fois l'arbitrage trouvé, il a fallu le mettre œuvre. Pour cela, une application en VBA s'exécutant toutes les trois secondes pour avoir les deals en temps réel donne un signal (achat, vente ou ne rien faire) à 17h29mn53sec. Les résultats de cet automate sont satisfaisants et coïncident avec l'étude statistique.

Le deuxième sujet a porté sur la prévision de la demande en électricité en France par tranche d'une demi-heure, en étroite collaboration avec un météorologue. Le but était de trouver un modèle qui prenne en compte l'évolution structurelle de la demande. Le modèle retenu est une régression linéaire simple.

Le troisième sujet a consisté à étudier et calibrer des indicateurs techniques sur le pétrole Brent et à les implémenter dans un modèle de trading. J'ai mis au point deux indicateurs techniques après avoir établi une librairie informatique d'une dizaine d'indicateurs et une librairie PDF servant de mode d'emploi. Ensuite, un module permet de trouver la calibration de ces indicateurs en les back-testant. Mes deux indicateurs ont été retenus pour leur performance et mis en place par le trader pétrole. Les premiers résultats du PnL semblent prometteurs.

* Adresse de l'entreprise : 1 place Samuel de Champlain, 92930 PARIS LA DEFENSE CEDEX

Étudiante : Ratiba DERFOUL

Sujet : Formulation adaptée de la fonction objectif pour une meilleure prise en compte de la sismique 4D dans un processus de calage des données dynamiques

Résumé :

Un modèle de réservoir est dit fiable lorsqu'il reproduit autant que possible l'ensemble des données disponibles. Ces données sont de deux types : les données statiques, invariables dans le temps, et les données dynamiques, évoluant dans le temps en fonction des mouvements de fluide dans le réservoir. Traditionnellement, les données dynamiques étaient constituées par les données de production collectées aux puits. Aujourd'hui, on dispose également de données sismiques répétées dans le temps. La mise en cohérence du modèle de réservoir avec les données disponibles s'effectue par un processus itératif de calage. Au cours de ce processus, les différents paramètres du modèle sont modifiés de façon à réduire une fonctionnelle appelée fonction objectif, qui mesure l'erreur entre données réelles et données simulées. De façon classique, la fonction objectif est construite à partir d'une formulation de type moindres carrés. Cette formulation s'est avérée efficace dans le cas des données de production au sens où elle peut effectivement être réduite de façon significative pendant le processus de calage. Désormais, on y incorpore aussi un terme relatif aux données sismiques. Cependant, les différentes études reportées dans la littérature montrent que la minimisation de ce terme est extrêmement difficile. La formulation actuelle de l'erreur entre données sismiques et réponses numériques est la somme des erreurs obtenues pour chaque maille du réservoir. Cette erreur n'est pas représentative de la différence entre deux images, ni de la qualité de calage souhaitée.

L'objectif de ce stage est de revenir sur la définition de ce terme sismique et de développer une formulation plus adaptée basée sur une distance d'ensembles. En effet, au lieu de considérer l'image pixel par pixel, l'idée est de mesurer une distance entre les formes de l'image. La première partie du stage a consisté à tester sous matlab la nouvelle formulation. Pour ce faire, on a construit des panels d'images sismiques de plus en plus éloignées d'une image de référence. Ceci a été fait à partir d'une image sismique de référence par des techniques simples de décalage ou rotation et des techniques plus sophistiquées qui dégradent l'image par approximation de la transformée en cosinus ou de la transformée en ondelettes. Après des résultats concluants, la deuxième partie du stage a été d'implémenter (en langage C) la nouvelle formulation de la fonction objectif dans le logiciel de calage d'historique afin de la tester sur un cas de calage synthétique et simplifié. Les résultats sont encourageants et cette nouvelle formulation fait l'objet d'amélioration pour être adaptée à des cas réels afin d'être intégrée définitivement au logiciel de calage.

* Adresse de l'entreprise : 1- 4 avenue de Bois-Préau, 92852 RUEIL-MALMAISON CEDEX

Étudiant : Alexis GOURLIER

Sujet : Optimisation régionale par déformation graduelle pour la caractérisation de réseaux de failles sub-sismiques via calage d'historique de production

Résumé :

L'optimisation de l'exploitation d'un champ pétrolier nécessite une bonne connaissance du milieu géologique. La présence de fractures à plusieurs échelles complique le comportement dynamique du milieu : des fractures conductrices peuvent contrôler l'écoulement, tandis que des fractures imperméables peuvent compartimentaliser le réservoir. Dans tous les cas, la modélisation du comportement dynamique du réservoir nécessite une bonne caractérisation des hétérogénéités susceptibles d'influencer l'écoulement. On s'intéresse ici à caractériser les réseaux de failles sub-sismiques i.e. non détectables par les techniques de caractérisation sismique. Ces fractures s'étendent sur des échelles non négligeables par rapport à l'échelle du réservoir (km), pourtant elles sont difficiles à caractériser. De fortes incertitudes subsistent sur l'estimation de leurs propriétés : densité, longueur et conductivité, par exemple. Elles sont donc modélisées par des méthodes stochastiques, et caractérisées indirectement à partir de données de production (pressions, débits mesurés aux puits).

Un modèle fractal de failles sub-sismiques et une méthode d'optimisation dite de " déformation graduelle " ont été développés à l'IFP Energies Nouvelles, afin de caractériser les propriétés des failles à partir de données de production. L'idée générale de la méthode de déformation graduelle est de perturber des réalisations stochastiques tout en respectant les lois de distribution sous-jacentes, de manière optimale. Cette méthode a été généralisée à un modèle fractal, i.e. les cartes de densités, les distributions des positions des failles peuvent être déformées tout en respectant une dimension fractale donnée. Les distributions des longueurs de failles peuvent également être déformées, en respectant une loi puissance donnée. On présente dans le cadre de ce stage une nouvelle formulation de la déformation graduelle permettant de perturber et d'optimiser les réalisations stochastiques localement. Plusieurs régions de déformation peuvent être définies, dont les extensions peuvent être optimisées simultanément avec des déformations graduelles des paramètres de failles. Des applications sur un cas réaliste illustrent l'efficacité de la méthode à faciliter le calage de données de production pour plusieurs puits.

* Adresse de l'entreprise : 1- 4 avenue de Bois-Préau, 92852 RUEIL-MALMAISON CEDEX

Étudiant : François MCKEE

Sujet : Optimisation basée sur la partition des données pour le calage des modèles de réservoirs pétroliers par les données de production et de sismique

Résumé :

La simulation de réservoir constitue un outil fondamental de décision dans l'industrie pétrolière : elle aide au développement et à la gestion des champs pétroliers. Le calage d'historique est une étape cruciale de toute étude de réservoir qui consiste à intégrer les données dynamiques (données de pression et de production, donnée sismique en 4D) dans la modélisation. Le but du calage est d'obtenir des modèles fiables pour prédire les performances futures du réservoir.

Le calage d'historique est un problème inverse conçu pour rechercher les paramètres minimisant une fonction objectif. On parle de problème inverse, car la démarche physique naturelle serait de simuler la production d'huile en utilisant les propriétés géologiques du réservoir (perméabilité, porosité). Ici on ne connaît que les données de production du réservoir et on veut en déduire ses caractéristiques.

La fonction objectif représente la qualité du calage en mesurant la distance entre les données simulées et observées. Son évaluation est très coûteuse car elle fait appel à des simulations élaborées. Pour réduire le temps de calcul, une étude a été réalisée intervenant dans la méthode de gradient. Celle-ci diminue le nombre de simulations mais nécessite cependant une planification des perturbations par rapport aux paramètres considérés. Dans le cadre de ce stage, on généralise cette méthode afin que la planification soit réalisée automatiquement. On utilise une fonction analytique pour estimer l'erreur sur le gradient et une méthode de coloriage graphique pour réduire la dimension des perturbations. Cette approche est appliquée au calage des données de production et également de sismique 4D.

* Adresse de l'entreprise : 1- 4 avenue de Bois-Préau, 92852 RUEIL-MALMAISON CEDEX

Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC)
Comportements Expérimentaux et Modélisation en Mécanique des Matériaux*
Responsable : Monsieur Jean-Louis TALHAN

Étudiante : Johanna GONCALVES

Sujet : Amélioration des performances de calcul des modèles probabilistes de fissuration des composites cimentaires

Résumé :

J'ai réalisé mon stage au sein du groupe Comportements Expérimentaux et Modélisation en Mécanique des Matériaux(CEM3) du LCPC.

Le groupe étudie les comportements mécaniques des composites cimentaires et développe des modèles de fissuration probabilistes pour le calcul de structures en béton du Génie Civil. Ces modèles conduisent à un nombre important de calculs lourds et nécessitent donc de bonnes performances. Ils sont actuellement développés par l'équipe sous l'environnement MATLAB.

L'objectif de mon stage a été de les développer dans un environnement adapté (ici en Fortran 90) et d'optimiser au maximum les performances de calculs.

Dans un premier temps, il a fallu que je comprenne le contexte de travail à travers la lecture d'articles sur les modèles de fissurations.

Je me suis familiarisée avec le langage de programmation Fortran. Puis j'ai implémenté, à l'aide de la version développée par l'équipe sous l'environnement MATLAB, une première version du programme.

Je l'ai ensuite améliorée, par l'utilisation de bibliothèques et d'outils adaptés. Afin de choisir les meilleurs outils, plusieurs tests ont été effectués. La grande partie du travail s'est concentrée autour de la résolution du système linéaire résultant de la méthode des éléments finis.

Pour finir, le calcul parallèle a été utilisé afin d'améliorer encore les performances.

* Adresse de l'entreprise : 58 boulevard Lefebvre, 75015 PARIS

Étudiant : Mohammed MEQQADMI

Sujet : Évaluation des incertitudes dans le cas de multiples mesurandes

Résumé :

Le Guide for the evaluation of Uncertainty of Measurement (GUM) est le document de référence en métrologie pour évaluer les incertitudes de mesures. Ses auteurs développent des suppléments à ce guide permettant d'élargir le cadre méthodologique d'évaluation des incertitudes.

Le supplément 1, publié en 2008, présente une méthode alternative d'évaluation par simulations de Monte Carlo.

Toutefois, le GUM, comme le supplément 1, décrivent chacun une méthode d'évaluation de l'incertitude se restreignant à une grandeur d'intérêt unique appelée le mesurande.

L'objectif de ce stage a été de faire une étude approfondie du supplément 2 qui est en préparation. Il concerne l'évaluation de l'incertitude de mesure lorsqu'on se trouve en présence de mesurandes multiples, c'est-à-dire de plusieurs grandeurs d'intérêt. Dans ce document, les deux méthodes principales d'évaluation de l'incertitude sont transposées dans un contexte multidimensionnel.

Dans un premier temps il a fallu faire une étude bibliographique, démontrer certains résultats théoriques et mettre en place un résumé pour une consultation plus pratique de ce document .

Ensuite, j'ai traité quelques exemples d'application sous Matlab, pour mettre en oeuvre ces méthodes d'évaluation d'incertitudes dans le cas de multiples dimensionnelles.
Enfin, j'ai pu également estimer les dépendances entre les mesurandes avec l'utilisation des copules sous le logiciel R.

* Adresse de l'entreprise : 29 avenue Roger Hennequin, 78197 TRAPPES CEDEX

ODDO ASSET MANAGEMENT

Service reporting et attribution de performance*

Responsable : Monsieur Francis HUBA

Étudiante : Marion BARTELS

Sujet : Analyse de performance des OPCVM

Résumé :

Avec plus de 2400 milliards d'euros sous gestion, les actifs gérés ayant triplé entre 1997 et 2008, l'industrie française de la gestion se situe aux tous premiers rangs internationaux. Suite à cet élan, la demande d'informations provenant des clients n'a de cesse d'augmenter en matière de mesure de performance. En effet, les investisseurs veulent connaître l'évolution de leur placement ainsi que le risque pris par les sociétés de gestion à qui ils confient leur argent. Il est aussi important de déterminer l'origine des sur-performances mais aussi des sous-performances, c'est ce qu'on appelle l'attribution de performance, ceci est important pour le client mais également très utile pour le gérant afin par exemple de déterminer quels choix de gestion l'ont conduit à performer. On va alors pouvoir identifier et quantifier les sources de la performance obtenue.

Au sein du service reporting et attribution de performance, mon travail a consisté à :

- Alimenter et analyser les résultats de l'outil (programmé sous Excel VBA) qui sert à fournir toutes les informations techniques (valeur liquidative, indicateurs de risques, performances du fond et de son benchmark sur une période donnée...) des OPCVM de la société OAM.
- Déployer de nouvelles solutions de performance.
- Etre l'interlocuteur du département informatique pour l'installation des solutions.

J'ai principalement travaillé avec Excel et Access. Les outils créés sont tous codés en VBA.

* Adresse de l'entreprise : 12 boulevard de la Madeleine, 75440 PARIS CEDEX 09

Étudiant : Bertrand BANNWARTH

Sujet : Méthodes de factorisation pour matrices pleines sur GPU

Résumé :

L'objectif de ce stage a été de rechercher et d'implémenter des stratégies efficaces pour la factorisation LU sur GPU de matrices denses. Les approches étudiées répondent à des cas utilisateurs réalistes : la matrice factorisée peut être très grande et non stockable sur le GPU ou au contraire être stockée entièrement sur GPU.

Dans un premier temps, l'installation de la carte graphique et du langage CUDA a dû être mise en place sur la machine de travail. Il m'a été ensuite nécessaire de me familiariser avec le langage CUDA et ses spécificités techniques dues à l'architecture d'un GPU. Au cours de cette familiarisation, j'ai pu développer quelques programmes tests.

Une portion de code FORTRAN d'un solveur de grands systèmes linéaires creux basé sur la dissection emboîtée a été ensuite portée sur GPU afin de tester les performances possibles. Cela m'a permis de me sensibiliser au langage FORTRAN et de travailler en collaboration sur un code de taille importante. De nombreux tests ont été faits durant ce portage. Les performances globales ne sont pas au final forcément impressionnantes, mais, étant donnée la portion totale parallélisée, on ne pouvait pas espérer en théorie de gros gains.

J'ai été amené à programmer cinq stratégies différentes d'implémentation de la factorisation LU sur GPU. Elles ont été développées et programmées avec CUDA et CUBLAS en utilisant différents couplages CPU-GPU. Un problème de base était de savoir si l'on pouvait être plus rapide en effectuant une factorisation par point des blocs diagonaux (opération peu parallélisable) soit sur GPU donc sans transferts avec le CPU, soit sur CPU en effectuant des transferts avec le GPU. Les expériences ont montré que cette seconde approche était en fait la plus efficace. On termine cette étude par une stratégie d'implémentation très efficace due à Vasily VOLKOV assurant un recouvrement des calculs entre CPU et GPU et du pivotage local.

* Adresse de l'entreprise : 29 avenue de la Division Leclerc, 92322 CHATILLON CEDEX

Office National d'Études et de Recherches Aérospatiales (ONERA)

Département de Simulation Numérique des Écoulements et Aéroacoustique, unité ELCI*

Responsable : Monsieur Éric QUEMERAIS

Étudiant : Kévin CHARPENTIER

Sujet : Etude et développement d'outils parallèles de partitionnement de maillages non structurés

Résumé :

Les besoins toujours croissants en terme de maillages de plus en plus volumineux ont imposé l'emploi des solveurs multi-domaines afin de pallier les défauts de mémoire. Cette approche, employée sur des calculateurs parallèles à mémoire distribuée, consiste à découper un maillage initial en plusieurs sous-domaines et à répartir ces sous-domaines sur les différents cœurs de calcul. L'opération de partitionnement de maillage se faisait jusqu'à présent dans une phase de prétraitement sur un unique processus. Cependant avec l'augmentation des maillages en terme de volume mémoire, le fait d'effectuer cette opération de manière séquentielle pose de véritables problèmes. Pour les cas rencontrés posant des difficultés matérielles, la seule solution actuelle est d'acheter, en complément des clusters de calculs à mémoire distribuée, des machines de prétraitement avec une grosse quantité de mémoire très coûteuse. Cette solution est déjà limitante pour certaines études. Ceci nous motive à introduire du parallélisme dès l'étape de partitionnement.

La première partie du stage fut consacrée à la conception et au développement en C d'un programme non-parallèle de partitionnement de maillage par blocs pour un calcul de gradient sur processeur graphique (GPU). Cette mission a permis de se familiariser avec les bibliothèques de partitionnement, les différentes méthodes qu'elles implémentent, ainsi que leur usage dans le cadre scalaire.

Dans un deuxième temps fut conçu et implémenté un outil entièrement parallélisé en C et C++ permettant de partitionner un maillage en plusieurs sous-domaines. La difficulté étant de faire en sorte que la charge mémoire soit répartie équitablement sur tous les processus pour toutes les étapes du programme, depuis la lecture d'un fichier unique jusqu'à l'écriture des sous-maillages générés. Ceci afin de pallier les problèmes de mémoire.

Ce programme a permis de partitionner avec succès des maillages qui posaient fortement problème en séquentiel, repoussant ainsi la barrière bloquante devant laquelle certains utilisateurs se trouvaient. En outre, la parallélisation du processus de partitionnement a permis d'obtenir des gains en temps assez nets.

* Adresse de l'entreprise : 29, avenue de la division Leclerc, 92322 CHATILLON CEDEX

Étudiant : Alban CARRAZ

Sujet : Modélisation du chargement aéroacoustique en aval du rétroviseur

Résumé : Le bruit perçu par les passagers d'une automobile est dû à trois sources principales de bruit : le moteur, le bruit de roulement (contact pneumatiques/chaussée) et le bruit d'origine aérodynamique. L'effort considérable porté sur la réduction des deux premières sources durant la dernière décennie, ainsi que l'émergence récente de véhicules hybrides et électriques plus silencieux, fait que le bruit d'origine aérodynamique reste plus que jamais une préoccupation majeure pour le confort acoustique à l'intérieur de l'habitacle automobile.

Ce bruit est principalement perçu pour des vitesses supérieures à 100 km/h et pour des fréquences supérieures à 400Hz. Il passe principalement par les vitrages en utilisant deux mécanismes de transfert différents. D'une part l'écoulement turbulent se développant le long des parois du véhicule crée des fluctuations de pression pariétale qui viennent charger les vitrages, les font vibrer et donc rayonner du bruit. Ces fluctuations de pression ne se propagent pas mais sont convectées par les structures turbulentes (tourbillons) de l'écoulement. D'autre part un champ aéro-acoustique compressible existe dans la couche limite turbulente et correspond à des fluctuations de pression qui se propagent à la vitesse du son depuis les structures tourbillonnaires de l'écoulement. Bien que l'amplitude du chargement acoustique soit beaucoup plus faible que celle du chargement élastique convectif, un débat subsiste sur leurs contributions respectives au bruit perçu à l'intérieur du véhicule. Ces deux types de perturbations coexistent dans l'écoulement et on ne peut pas les distinguer à l'aide d'un simple microphone. Il est cependant théoriquement possible de les séparer en exploitant leurs caractéristiques spatiotemporelles différentes dans l'espace des nombres d'onde. En effet la longueur d'onde des perturbations acoustiques est beaucoup plus grande que la longueur d'onde des perturbations convectives, puisque la vitesse des automobiles est largement subsonique. A une fréquence donnée, les nombres d'onde convectifs sont donc beaucoup plus élevés que les nombres d'onde acoustiques. Cette technique de séparation est limitée aux approches numériques, car il est impossible d'atteindre expérimentalement une résolution spatiale suffisante pour exploiter une transformée en nombre d'onde.

Nous avons précisément mis en œuvre dans ce stage la simulation transitoire d'un écoulement compressible autour d'un rétroviseur posé sur un plan à l'aide du logiciel PowerFlow. Cette configuration simplifiée a été choisie car nous disposons de données expérimentales permettant de valider la simulation, et parce qu'elle reste représentative d'un écoulement réel venant charger le vitrage dans le sillage d'un rétroviseur sur véhicule. Nous exploitons ensuite la richesse spatiale du champ de pression pariétale calculé en aval du rétroviseur pour mettre en œuvre la technique de séparation des composantes par transformée en nombre d'onde.

* Adresse de l'entreprise : Centre Technique de Velizy - VVA, route de Gisy, 78140 VELIZY-VILLACOUBLAIS

Sopra Group

DIO Finance Assurance - Service Marché des capitaux*

Responsable : Monsieur Yves RIVEREAU

Étudiant : Jérémie FAVIÈRES

Sujet : Conception d'un module d'outil de Front Office

Résumé : Créé en 1968, Sopra Group est un groupe européen de conseil, d'intégration de systèmes et d'externalisation applicative, ainsi qu'un éditeur de logiciels. Dans le service Marché des Capitaux, j'ai participé, pendant six mois, à la réalisation d'un prototype de progiciel de Front Office, de sa conception à son développement.

Sopra Group édite un progiciel pour les Middle et Back Office, Evolan Capital Market (ECM). Un projet de progiciel de Front Office, Evolan Front, a été mis en place l'année dernière. Les stagiaires de l'année dernière ont réalisé une étude de marché qui recense les différents besoins des acteurs du Front Office et les fonctionnalités qu'un tel progiciel devrait proposer. Mon stage s'inscrit dans la continuité de ce projet.

Le stage s'est déroulé en deux phases principales, à savoir la rédaction de manuels utilisateurs du progiciel financier Evolan Capital Market et la partie la plus importante consistant à concevoir un prototype d'outil destiné au Front Office.

La première phase du stage a donc consisté à rédiger des manuels utilisateurs à destination des clients du progiciel Evolan Capital Market. Cette étape a constitué un moyen efficace de cerner en grande partie le fonctionnement de l'application Evolan Capital Market et de me familiariser avec la méthodologie de travail du service.

J'ai pu par la suite participer à la conception d'un progiciel prototype répondant aux besoins du Front Office. Ce prototype intègre un module de pricing et de saisie de transactions et intégrera d'ici peu un module supplémentaire de valorisation de portefeuille.

Cette partie s'est déroulée en deux étapes : en premier lieu la rédaction de Spécifications Fonctionnelles Détaillées pour ce prototype pour ensuite pouvoir développer l'application à l'aide du langage C-Sharp.

Au final, cette expérience m'a permis de me familiariser avec toutes les étapes d'un projet informatique d'envergure nécessitant l'intervention d'une dizaine de personnes au total.

* Adresse de l'entreprise : Tour Mattéi, 207 rue de Bercy, 75012 PARIS

THALES Communications France
TBU EDS - Service SPM*
Responsable : Monsieur Christophe LE MARTRET

Étudiant : Florian LAPEYRE

Sujet : Optimisation d'algorithmes d'allocation de ressources en OFDM

Résumé :

L'objectif de ce stage a été l'étude de différents algorithmes d'allocation de ressources en OFDM, une certaine façon de partager les ressources. Les travaux que j'ai entrepris se sont déroulés en trois parties sur une période de sept mois.

Après avoir effectué un travail de bibliographie, j'ai étudié de manière théorique un article qui proposait un algorithme basé sur une méthode d'optimisation standard utilisant les multiplicateurs de Lagrange. Ma première mission a été d'expliquer le déroulement mathématique puis de rédiger un document explicatif.

Les phases de codage et de tests qui ont suivi ont permis de mieux cerner les avantages et les inconvénients de cet algorithme : solution optimale mais très longue durée d'exécution. J'ai alors travaillé sur un algorithme qui fournit une solution sous-optimale mais dont le temps de calcul est considérablement réduit.

La dernière phase de ce stage a été la comparaison statistique des deux algorithmes dans le but final d'intégrer l'un ou l'autre à des projets THALES.

* Adresse de l'entreprise : 160, boulevard de Valmy, 92700 COLOMBES

Les étudiants de l'année 2009-2010

Nom	Prénom	Entreprise	Parcours	Page
Al Akhrass	Dina	EDF R&D	MPE ps	11
Bannwarth	Bertrand	ONERA	MPE m	25
Bartels	Marion	ODDO Asset Management	MPE ps	24
Bedard	Annabelle	CNAF	MPE ps	6
Carraz	Alban	PSA	MPE m	27
Charpentier	Kévin	ONERA	MPE m	26
Derfoul	Ratiba	IFP	MPE ps	19
Favières	Jérémy	Sopra Group	MPE ps	28
Fontaine	Jacques	EDF R&D	MPE ps	12
François	Matthias	CEA	MPE m	5
Goncalves	Johanna	LCPC	MPE m	22
Gourlier	Alexis	IFP	MPE ps	20
Hennuyer	Claire	Dassault Systemes	MPE m	7
Lapeyre	Florian	Thales	MPE ps	29
Lecoœur	Eve	EDF R&D	MPE m	13
Liu	Qian	France Télécom	MPE ps	17
Liu	Yujie	EDF R&D	MPE m	14
Loti	Marc	France Active	MPE ps	16
Luu Thi	Hieu	EDF R&D	MPE m	15
McKee	François	IFP	MPE m	21
Meqqadmi	Mohammed	LNE	MPE ps	23
Mfitih	Souad	AXA France	MPE ps	4
Morin	Graziella	Air Liquide	MPE ps	3
Nardi	Coralie	EADS APSYS	MPE ps	10
Nguyen	Anh Vu	Dassault Systemes	MPE m	8
Noblet	Fabien	Distene	MPE ps	9
Ramdani	Rachid	Gazelys	MPE ps	18

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

