

Ingénierie Mathématique
Master mention Mathématiques et applications

SORBONNE UNIVERSITÉ



Responsables : Cindy Guichard et Marie Postel

Laboratoire Jacques-Louis Lions

Barre 15-25 bureau 313

Téléphone : 01 44 27 54 08

Email : cindy.guichard@sorbonne-universite.fr, marie.postel@sorbonne-universite.fr

Résumés des stages en entreprise et des missions en alternance

effectués par les étudiants du Master Ingénierie Mathématique

Majeure Ingénierie Mathématique Pour l'Entreprise (IMPE)

année 2018-2019

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

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

Sorbonne Université, BC 187, 4 place Jussieu, 75252 Paris cedex 05

Cette brochure constitue la quinzième édition de la publication des résumés des stages en entreprise effectués par les étudiants de M2 du parcours Ingénierie Mathématique Pour l'Entreprise de Sorbonne Université.

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 de l'Université Pierre et Marie Curie. Cette formation a changé de nom depuis la rentrée universitaire 2004 à la faveur de la réforme LMD (Licence-Master-Doctorat), puis l'année dernière lors de l'ouverture à l'apprentissage, en partenariat avec le CFA des Sciences. Elle est maintenant, sous le nom Ingénierie mathématique pour l'Entreprise (IMPE), une des trois majeures du parcours de M2 "Ingénierie mathématique" de la mention de master Mathématiques et applications, de Sorbonne Université.

Ce document est destiné aux anciens ou futurs étudiants du Master Ingénierie mathématique, aux responsables de stages, aux maîtres d'apprentissage 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 cette première année de la nouvelle formule où nous accueillons dans le même cursus des étudiants "classiques" et des apprentis, quatre étudiants sur vingt-quatre ont suivi la formation en alternance. Cette brochure rassemble les résumés des quatre missions et des seize stages de fin d'étude terminés en 2019.

Pour conclure, signalons les activités de l'Association des Anciens du MAster d'Ingénierie Mathématique, dont le site internet se trouve à l'adresse

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

Cette association créée en 2006 à l'initiative d'anciens du DESS, favorise les échanges entre les étudiants des différentes promotions et contribue à leur insertion professionnelle, par exemple en diffusant des offres de stages et d'emploi.

Responsables pédagogiques dans les différentes spécialisations en 2018-2019

Probabilités - statistiques : Lokmane Abbas Turki, Vincent 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 : E. Aidekon, N. Akakpo, O. Bardou (GDF Suez), J.-P. Baudry, I. Kharroubi, R. Roux, M. Thieullen, F. Pons (CRI4DATA)

Analyse numérique - calcul scientifique : C. Guichard

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 : M. Cerf (Ariane Group), P. Frey, F. Hecht, X. Juvigny (ONERA), N. Lantos (ONERA), M. Postel, F.-X. Roux (ONERA)

Mécanique : P. Druault

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

Téléphone : 01 44 27 37 90

Autres intervenants : M. Abbas (EDF), R. Chakir (IFSTTAR), J. Waeytens (IFSTTAR)

Responsable de l'apprentissage au CFA des Sciences

Nathalie Obert-Ben Taieb

nobert@cfa-sciences.fr

Téléphone : 01 44 27 75 76

Responsables de la majeure

Cindy Guichard, Marie Postel

cindy.guichard@sorbonne-universite.fr, marie.postel@sorbonne-universite.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@sorbonne-universite.fr

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

Téléphone : 01 44 27 51 14

Responsable du Master Ingénierie mathématique

Marie Postel

AVIVA France

Direction des Investissements, Service ALM*

Responsable : Monsieur Malick SY

Étudiant : Laurent SEKONIAN

Sujet du stage : Modélisation et implémentation en R d'un générateur de scénarios économiques "Real World"

Résumé

L'objectif de ce stage a été de modéliser et d'implémenter un générateur de scénarios économiques "Real World" c'est à dire un outil permettant de simuler de manière aléatoire l'évolution des performances financières de différentes classes d'actifs dans un grand nombre d'états du monde.

Dans un premier temps, il a fallu définir une structure pour le générateur, c'est-à-dire lister les classes d'actifs à modéliser, définir les horizons de projection, la granularité par classe d'actifs et poser les bases de la modélisation "Real World". Il a aussi été essentiel de comprendre l'intérêt des scénarios Real World et leur place dans les études d'allocation stratégique d'actifs.

Une fois les bases posées, un important travail de bibliographie a été effectué, premièrement pour faire un état de l'art, puis pour sélectionner des modèles adéquats à notre type de générateur. Cette étape fut essentielle car elle a permis de bien différencier les principes de modélisation en univers "risque neutre" et en univers "monde réel".

Nous avons alors implémenté et calibré des modèles tels que le "Vasicek à deux facteurs", un modèle Jarrow-Lando-Turnbull à transition de notation ou encore le modèle de Black and Scholes. L'ensemble des recherches effectuées, que se soit sur les modèles, les méthodes de calibration ou encore les inputs à utiliser, m'a donné l'opportunité de travailler avec d'autres services. En effet, j'ai pu collaborer avec d'autres équipes telles que le "Capital Economique", le département "Risk Managment" ou encore la partie "Asset Managment" d'AVIVA France et ainsi comparer le point de vue métier à l'aspect théorique des modèles.

Les premiers résultats obtenus nous ont permis de valider le générateur de scénarios économiques et les scénarios générés sont d'ores et déjà utilisés dans le cadre des études de gestion actif-passif.

Le développement du générateur m'a permis d'améliorer à la fois mes compétences en programmation mais aussi d'acquérir une culture générale sur les modélisations existantes et leurs champs d'applications.

*. Adresse de l'entreprise : 80 Avenue de l'Europe, 92270 Bois-Colombes

BETC Digital

Equipe data science *

Responsable : Monsieur Hamid KHAOUA

Étudiant : Kevin FAOU

Sujet du stage : Construction d'une segmentation activable pour le marketing

Résumé

J'ai effectué mon stage au sein de l'équipe data science de BETC Digital, branche de BETC qui est une agence de publicité et de marketing.

La mission principale de ce stage a été de construire une segmentation des données de la Société des Auteurs Compositeurs et Editeurs de Musique (SACEM) ainsi que de construire une base de données consolidée.

J'ai pu mener un projet data-science de bout en bout c'est à dire de la récolte des données jusqu'à la conception de la stratégie d'activation de la segmentation.

Dans un premier temps, il a fallu s'approprier les données ,les nettoyer et les mettre en forme afin de pouvoir utiliser des algorithmes d'apprentissage. Par la suite j'ai utilisé des algorithmes de type K-means et Analyse des Correspondances Multiples (ACM) qui m'ont permis de choisir les variables à sélectionner. Enfin j'ai utilisé un arbre de décisions (CART), algorithme de prédiction afin de segmenter les individus en clusters homogènes.

Ce projet entièrement data-science avait pour but d'aider les équipes opérationnelles à s'adresser de manière plus ciblée à leurs clients.

J'ai également pu, en parallèle, développer un outil de data-visualisation (dashboard) pour un des leaders mondiaux de la location de véhicule : Europcar.

Ce stage m'a permis de développer mes compétences en Python avec les principales bibliothèques de data science telles que Scikit-learn et Pandas, ainsi qu'en SQL, et découvrir l'univers du marketing digital.

*. Adresse de l'entreprise : 1 rue de l'Ancien Canal, 93500 Pantin

Bouygues Travaux Publics

Tunnel Lab *

Responsable : Madame Estelle LORANT

Étudiant : Théophile GOTZORIDES

Sujet du stage : Analyse de données non structurées

Résumé

Mon stage de fin d'études s'est déroulé au sein de Bouygues Travaux Publics, entité s'occupant de la construction d'ouvrages d'art. J'ai travaillé dans l'équipe Data du Tunnel Lab, pôle innovation, qui a pour but d'optimiser la construction des tunnels.

J'ai eu l'occasion de mener de bout en bout un projet de data science, plus précisément en text mining et clustering. Une base d'entraînement a d'abord été créée pour pouvoir entraîner un modèle de machine learning dans le but de classifier des paragraphes de divers documents. Par ailleurs, on peut maintenant déterminer les documents présentant des paragraphes similaires ainsi que la présence, s'il y en a, de différences liées à une erreur ou à une mise à jour. De plus, on est capable de présenter en priorité les paragraphes les plus importants.

Enfin, ces méthodes et outils ont été implémentés en Python ainsi qu'en Azure fonction. Une application a été développée conjointement avec Microsoft puis mise à la disposition de l'entreprise.

*. Adresse de l'entreprise : 1 Avenue Eugène Freyssinet, 78280 Guyancourt

EDF Lab

Département ERMES, groupe Tenue des ouvrages *

Responsables : Mesdames Marina BOTTONI, Ginger EL TABBAL, Sylvie GRANET

Étudiante : Apolline EL BAZ

Sujet du stage : Prise en compte d'une condition d'échange pour le séchage du béton

Résumé

Le stage s'inscrit dans le cadre du projet de gestion des déchets radioactifs mené par EDF, en complément d'une thèse débutée en 2017 par Ginger El Tabbal sur la « modélisation du comportement du béton d'un colis de déchets radioactifs ». En effet, EDF s'intéresse aux effets du séchage sur la tenue mécanique des coques en béton (« colis ») qui contiennent certains déchets radioactifs. L'objectif de ce stage est de mieux appréhender le séchage du béton, à travers une modélisation thermo-hydro-mécanique couplée, implémentée dans le code de calculs par éléments finis d'EDF, *Code_Aster*. Avec ce modèle, on souhaite approcher des résultats d'essais en laboratoire.

La modélisation du séchage dépend de la façon dont sont appliquées les conditions aux limites. Le choix qui paraît convenir le mieux pour modéliser l'échange hydrique avec l'environnement est celui d'une condition mixte. La condition mixte avait donc été précédemment développée, mais pas validée. Il fallait, dans un premier temps, valider ces développements. Des modifications ont ensuite été apportées pour mieux prendre en compte la physique du séchage en écrivant la condition d'échange, par le biais d'une équation non linéaire, de forme exponentielle.

Les essais expérimentaux ne nous permettent pas d'avoir, de manière directe, accès à tous les paramètres (propriétés du béton) du modèle. Il faut les déterminer par une procédure de recalage et d'optimisation, pour laquelle nous avons besoin de réaliser un grand nombre de simulations. Pour cette raison, il est important que la durée des calculs soit limitée, c'est pourquoi nous avons travaillé sur une géométrie 2D équivalente à la géométrie 3D des essais. Un travail important a consisté à étudier la sensibilité des paramètres que l'on souhaite recalibrer (principalement coefficient d'échange et perméabilité). Les premiers résultats obtenus montrent une très grande sensibilité au coefficient d'échange, introduit dans la condition mixte. A partir du coefficient, en nous reposant sur une analogie (analogie valable sous certaines hypothèses, et dépendante du choix des paramètres matériau) entre les équations de transport hydrique et de la chaleur, nous avons mis en valeur deux régimes différents dans lesquels nous pouvons nous trouver. Cela nous a poussé, lors du recalage, à considérer chaque paramètre un à un. Nous en avons déduit, entre autres, une valeur du coefficient d'échange.

*. Adresse de l'entreprise : 7, boulevard Gaspard Monge, 91120 Palaiseau

EDF R&D Lab les Renardières

Département TREE, groupe Applications Électriques Émergentes*

Responsable : Monsieur Thomas PASSUTO

Étudiant : Florian Gaveau

Sujet du stage : Optimisation de la charge d'une flotte de véhicules électriques

Résumé

L'objectif de ce stage a été de développer et d'évaluer l'efficacité de méthodes numériques permettant d'optimiser la charge d'une flotte de véhicules électriques. On cherche à minimiser le coût de la consommation électrique en agissant sur la puissance de charge des véhicules. Le prix de l'électricité est supposé variable dans le temps, on cherche à quels moments et quelle puissance il faut appliquer à chaque véhicule pour obtenir un coût minimal. On suppose que la puissance disponible à un instant donné est limitée de même que celle que peuvent supporter les véhicules. Cela revient à résoudre un problème de contrôle optimal sous contraintes.

Pour résoudre ce problème, nous avons utilisé et comparé deux méthodes. Une méthode directe qui consiste en une discrétisation explicite du problème où l'on contrôle la puissance allouée à chaque véhicule de manière indépendante. Une méthode par classes où l'on étudie l'évolution d'une distribution de l'état de charge des véhicules dont la propagation satisfait une équation de transport. Un des intérêts principaux de cette méthode est que sa complexité est indépendante du nombre de véhicules. La puissance de charge peut être considérée discrète (tout ou rien) ou continue.

Le cas de la puissance discrète mène à un problème d'optimisation combinatoire avec la méthode directe. La complexité calculatoire de cette méthode croît exponentiellement, et elle commence à perdre en robustesse à partir d'une trentaine de véhicules. D'où l'intérêt de se rabattre sur d'autres méthodes.

Par contre lorsque la puissance de charge est continue, la méthode directe présente de bonnes propriétés, tandis que la méthode par classes nous amène à résoudre un problème non linéaire plus compliqué.

Nous avons tout d'abord supposé que les véhicules se chargeaient la nuit et ensuite nous avons considéré d'autres scénarios de charge où nous avons pris en compte les départs et arrivées de véhicules durant la journée. Nous avons aussi considéré la possibilité de redonner de l'énergie au réseau (V2G) et de la stocker dans une batterie externe. Ce processus s'est révélé particulièrement bénéfique lorsque l'on fait l'hypothèse d'une contrainte incitative sur la puissance souscrite représentée par un facteur de pénalisation proportionnel au dépassement.

*. Adresse de l'entreprise : 1 avenue des Renardières, 77250 Moret-Loing-et-Orvanne

EDF Lab

Département ERMES *

Responsable : Messieurs Dominique GEOFFROY & Mickaël ABBAS

Étudiante : Manon LENGLET

Sujet du stage : Mise en place de calculs d'analyse à la fatigue réglementaire (RCC-M) dans la Plateforme Salome-Meca

Résumé

Intitulé initial du stage : Mise en place de calculs de robinetterie dans la Plateforme Salome-Meca (PSM)

Le département ERMES est un département de EDF R&D portant entre autres sur les études de mécanique des structures. Ce stage s'est déroulé dans le groupe ERMES T6A "Outils de simulation en mécanique et dynamique rapide".

EDF R&D développe depuis plusieurs années un code de calcul par éléments finis open source code_aster. Ce code est intégré dans la plateforme de simulation en mécanique des structures Salome-Meca. Celle-ci dispose d'outils métier permettant de mener les études d'ingénierie de la CAO au post-traitement.

Dans le cadre du projet PSM, EDF est en contact avec plusieurs entreprises. Il s'agit d'échanger avec certains grands groupes sur leurs besoins en ingénierie et de déterminer comment Salome-Meca pourrait y répondre. Entre autres, on retrouve dans ces discussions des acteurs clés de l'énergie nucléaire, tels que TechnicAtome et Edvance. Edvance est une entreprise en charge des centrales du nouveau parc nucléaire et une filiale de Framatome et EDF. Comme d'autres, elle utilise des codes commerciaux. Ces acteurs du nucléaire ont un rôle de concepteurs. EDF tient les responsabilités de l'exploitant, et a donc des besoins en ingénierie différents de ceux des concepteurs.

La question qui se pose est donc de savoir si Salome-Meca peut remplacer les logiciels jusqu'alors utilisés pour la justification à la fatigue thermomécanique. Comme EDF a entièrement la main sur cette plateforme, elle pourrait être parfaitement adaptée à leurs études. Ce stage présente deux objectifs, tout d'abord vérifier la faisabilité d'études de conception de pièces de robinetterie sur la plateforme et ensuite proposer des améliorations pour aller dans ce sens. Pour mener à bien ce projet, TechnicAtome et Edvance nous ont fourni des cas à implémenter.

*. Adresse de l'entreprise : 7 boulevard Gaspard Monge, 91120 Palaiseau

EDF Lab

Département ERMES *

Responsable : Monsieur Nicolas TARDIEU

Étudiante : Ana Clara ORDONEZ EGAS

Sujet du stage : Solveurs itératifs pour la Thermo-Hydro-Mécanique

Résumé

Ce stage s'inscrit dans le cadre du projet Cigéo, dont l'objectif est la construction d'un centre de stockage de déchets radioactifs français. On s'intéresse particulièrement au dimensionnement des intersections de galeries, modélisées comme un problème de thermo-hydro-mécaniques avec régularisation par second gradient de dilatation. L'objectif final pour EDF R&D est d'implémenter des solveurs itératifs performants pour ce type de problèmes. Pendant ce stage, nous avons traité d'un côté la partie thermo-hydro-mécanique et de l'autre la régularisation par second gradient de dilatation en mécanique pure.

Pour la thermo-hydro-mécanique, des solveurs itératifs se basant sur des préconditionneurs par blocs avaient été mis en place préalablement. Pour des systèmes de taille inférieure à un million d'inconnues, ils restaient moins performants que les méthodes directes, fondées sur une factorisation. Ces solveurs ont été utilisés sur des systèmes de plus grande taille et nous avons prouvé que le préconditionneur utilisant une méthode multigrille pour résoudre le bloc déplacement devient plus performant au dessus de 3 millions d'inconnues. Une étude de scalabilité a été menée avec de très bon résultats.

Pour la régularisation par second gradient de dilatation en mécanique pure, l'étude de solveurs itératifs performants pour ce problème n'avait pas été traitée à EDF. Cela confère donc une dimension innovante au travail. Un cas test 3D a été mis en place pour tester des solveurs de base utilisant l'approche de préconditionneurs par blocs. Les couplages entre les variables ont été analysés à cette occasion.

La suite de ce stage se fera en thèse CIFRE, où une analyse approfondie des équations sera menée. La prise en compte d'une loi de comportement de type adoucissant très non-linéaire rajoutera une difficulté supplémentaire au problème. Nous allons également étudier une approche de résolution avec une méthode multigrille monolithique conjointement à une approche par blocs comme lisseur.

*. Adresse de l'entreprise : 7 boulevard Gaspard Monge, 91120 Palaiseau

GeoConcept

Département Produit *

Responsable : Monsieur Alexis BERGER

Étudiante : Wenjing WU

Sujet du stage : Implémentation de méthodes de Machine Learning dans des solutions d'optimisation de tournée

Résumé

Le but de ce stage est d'explorer l'application de l'apprentissage automatique dans la résolution du problème de tournées de véhicules. La contribution de ce stage est d'une part de connaître les différentes méthodes de base en apprentissage automatique susceptibles d'améliorer la résolution du problème et d'autre part de tester la possibilité de leur application sur les données de Geoconcept. Avec un important travail de bibliographie, j'ai acquis une première vision sur les possibilités d'appliquer les méthodes d'apprentissage automatique à la résolution du problème de tournées de véhicules. Pendant le stage, nous avons appliqué des méthodes populaires d'apprentissage automatique sur les données de Geoconcept. Le premier cas d'étude montre la possibilité de prédire le retard de la visite. Le deuxième cas d'étude nous permet d'avoir une prédiction possible du temps d'intervention du technicien.

*. Adresse de l'entreprise : 152-160 avenue Aristide Briand, 92220 Bagneux - France

IFP Energies nouvelles

Direction Mécatronique et numérique *

Responsables : Messieurs Miguel MUNOZ ZUNIGA et Frederic DELBOS

Étudiant : Jingang QU

Sujet du stage : Étude des contraintes cachées d'un simulateur de boîte noire avec des méthodes d'apprentissage

Résumé

Chez IFP Energies Nouvelles, le développement de simulateurs numériques permettant de modéliser des phénomènes physiques complexes est un élément essentiel de la conception de nouvelles technologies. Cependant, pour certaines plages des paramètres d'entrée, un simulateur peut parfois diverger. Le temps de calcul passé sur une simulation qui finalement diverge est un temps perdu qui aurait pu être dédié à des simulations convergentes. Cela devient d'autant plus problématique lorsque nous avons besoin de nombreuses simulations afin de pouvoir pousser les analyses. Dans ce contexte, guider les évaluations du simulateur de manière séquentielle à l'aide de méthodes statistiques est une pratique bien établie. Dans ce travail nous proposons un plan d'expérience adaptatif qui vise à générer efficacement des paramètres space-filling dans le domaine faisable du simulateur. Afin de trouver les contraintes cachées à l'origine de la divergence, nous proposons de construire un classifieur capable de prédire la divergence de la simulation de manière automatique. Au cours de mon stage, un plan d'expérience adaptatif avec contraintes cachées d'un simulateur est proposé et testé sur un exemple analytique simple. Une fois le plan d'expériences contraint et "space-filling généré", nous construisons, à partir de ce dernier, un classifieur, dit "fort", mélangeant plusieurs classifieurs classiques capable de prédire la convergence ou non du simulateur. Ce classifieur fort est testé sur un simulateur numérique réel StarWaCS développé par IFPEN. Ce classifieur fort atteint finalement une précision de 92%. En outre dans une dernière partie, nous introduisons les outils et les bonnes pratiques nécessaires à la résolution d'un problème de classification binaire par apprentissage automatique.

*. Adresse de l'entreprise : 1-4 avenue du Bois Préau, 92852 Rueil-Malmaison

INSA Rouen

Laboratoire d'Informatique, de Traitement de l'Information et des Systèmes (LITIS)*

Responsable : Monsieur Gilles GASSO

Étudiant : Mahamadou Klanan Diarra

Sujet du stage : Machine learning pour le diagnostic des éoliennes offshore

Résumé

La détection de pannes sur les éoliennes est un défi majeur pour les contrôleurs de ces dispositifs. En effet la problématique a suscité de nombreux travaux et bon nombre d'approches tant statistiques que purement mécaniques ont été développées. Cet engouement pour les dispositifs éoliens est d'une part dû au paradoxe entre le besoin croissant d'énergie et les défis écologiques auxquels nous faisons face et d'autre part le coût de maintenance de ces dispositifs et la difficulté d'accès aux zones d'implantation. L'objectif de ce travail est d'implémenter des modèles de machine learning qui permettent de diagnostiquer la présence ou non de défauts sur les éoliennes offshore.

Dans un premier temps il a fallu comprendre le sujet, la problématique sous-jacente ainsi que le formalisme de cette dernière. Généralement la problématique de détection en machine learning est formulée sous forme de test d'hypothèses.

A l'issue d'un travail de bibliographie, deux modèles ont été choisis pour ce travail : **Kernel Change Detection** et **Maximum Mean Discrepancy**. Nous avons alors procédé à une étude de ces modèles : comprendre leur principe et le rôle de chaque paramètre.

La dernière étape de ce travail à consister à évaluer les deux modèles. Nous avons vérifié leur capacité à effectivement détecter des changements. Nous avons ensuite tenté de déterminer si ces modèles pouvaient détecter des pannes sur une éolienne en adaptant les deux méthodes à la détection de défauts sur les pales d'une éolienne.

Au terme de ce travail des résultats satisfaisants ont été obtenus sur des données simulées d'éoliennes.

*. Adresse de l'entreprise : 685 avenue de l'Université, 76800 Saint-Étienne-du-Rouvray

ORANGE

DTRS/DREAM/QSBM *

Responsable : Monsieur Tarek BEN REJEB

Étudiante : Dimeng LI

Mission en alternance : Détection des trajets de différents modes de transport

Résumé

L'objectif de ce projet d'alternance a été de créer un algorithme en utilisant les données (avec données GPS privées) collectées par les agents déployés sur une partie de terminaux Android pour labéliser des trajets de différents modes de transport de ces clients. Nous avons ensuite combiné ces décisions avec les données d'usage réseau mobile (sans données GPS privées) afin de construire un jeu de données labélisés. Finalement, nous avons construit un modèle d'apprentissage automatique (Random Forest et Gradient Boosting Models) pour détecter les trajets pour l'ensemble des clients d'Orange France.

La table de décision finale servira à enrichir des indicateurs d'usage et de performance réseau mobile. Cet enrichissement sera fait dans le cadre du projet Customer Experience Management (CEM) mobile, ainsi que dans le cadre d'autres projets et User Cases(UC).

*. Adresse de l'entreprise : 1 avenue du président Nelson Mandela, 94110 Arcueil

Groupe PSA

DQI : Direction de la Qualité et de l'Ingénierie *

Responsable : Monsieur Sebastien DULUCQ

Étudiante : Amira GHERASELGOUM

Mission en alternance : Pilote qualité, coût, délai, et prestation du moteur thermique

La direction de pilotage de la Qualité de la Chaîne de Traction et de Chassis du groupe PSA, la Taskforce Quality Powertrain, est en charge de l'animation et du suivi qualité des moteurs. Pour cela, une feuille de route dans laquelle est regroupée l'ensemble des niveaux qualité (objectifs et réalisés) est mise à disposition des pilotes qualité.

Ces pilotes, en charge de réaliser des dossiers Qualité, Coût, Délai et Prestation, ont pour objectif de tendre vers le niveau de qualité correspondant à l'optimisation des coûts sous les contraintes de la production industrielle (délai et prestation).

L'enjeu de ma mission a été d'analyser les modes de défaillance sur des composants mécaniques moteur, leurs effets et leurs criticités afin de réduire les coûts de garantie. Pour ce faire, des outils d'analyse de la performance sont mis à disposition. Cependant entre approximation et manque de fiabilité, ces outils ont leurs limites. J'ai alors cherché à créer des outils complémentaires (en VBA) simplifiant l'analyse et l'interprétation des données collectées.

Ces outils ont permis lors de ma mission de faciliter mes analyses. Mon périmètre d'analyse s'est étendu du circuit d'huile jusqu'au moteur complet, en passant par le circuit de retour carburant. Des erreurs de classification de données brutes ont également été étudiées.

Pour l'ensemble de mes sujets, nous sommes parvenus à identifier les causes des plus gros écarts, et nous avons proposé des solutions qui sont en cours de validation par des essais et des simulations.

*. Adresse de l'entreprise : 2-10 boulevard de l'Europe, 78300 Poissy

Groupe PSA

DQI : Direction de la Qualité et de l'Ingénierie *

Responsable : Monsieur Issam BAGHDADI

Étudiante : Emmanuelle BERTRAND

Sujet du stage : Optimisation de la recharge en vue d'améliorer la durabilité des batteries

Résumé

Afin de réduire son empreinte en terme d'émissions de CO₂, le groupe PSA s'est engagé dans une politique visant à réduire les rejets de gaz polluants de ses véhicules. Cette réduction passe par une électrification totale ou partielle des chaînes de traction. Un pack batterie est un système complexe et coûteux qui vieillit au cours de l'usage et même au repos. Le groupe PSA garantit ses packs pour une durée de 8 ans ou 150 000 km pour une perte de capacité de 30%. Le groupe s'engage et prend donc un risque financier et la maîtrise de la durabilité de ces systèmes représente un enjeu économique de taille. L'amélioration de la durée de vie du pack passe en partie par l'optimisation de sa recharge à travers des stratégies adaptées à la physico-chimie de la batterie sans que ce soit au détriment de l'usage du client.

Lors de mon stage, j'ai pu proposer, développer et implémenter dans un environnement imposé, une stratégie de recharge adéquate, qui consiste à organiser l'horaire et la durée de la recharge afin d'abaisser au juste nécessaire un facteur de vieillissement déterminant, qui est l'état de charge de la batterie. La stratégie implémentée consiste à charger le juste nécessaire juste avant le roulage, ce qui a permis d'abaisser l'état de charge moyen et la vitesse de dégradation résultante. Ensuite, j'ai pu simuler et quantifier son bénéfice en terme de durabilité sur la base de trente clients représentatifs de la population dans des environnements thermiques différents.

Suite à l'élaboration d'un état de l'art sur les batteries et leurs mécanismes de vieillissement afin de mettre en lien la physique et l'optimisation mathématique, la mise au point de la stratégie de recharge adéquate en fonction de l'objectif et du comportement de la batterie étudiée a été réalisée avant de procéder à l'implémentation de cette stratégie dans un algorithme qui optimise les séquences de recharges dans un environnement de simulation du groupe PSA (Excel, Matlab et Simulink). Enfin, le calcul du vieillissement avec cet outil a permis de quantifier les écarts entre des scénarios d'usage non optimisés et optimisés.

Grâce à cette stratégie, j'ai pu démontrer que la durée de vie peut être étendue en moyenne de 5 ans dans un environnement chaud là où le groupe génère le plus de PPM (Partie Par Million) au niveau de sa qualité.

*. Adresse de l'entreprise : 212 boulevard Pelletier, 78955 Carrières-sous-Poissy

QuantStack

*

Responsable : Monsieur Sylvain CORLAY

Étudiant : Vasavan THIRUSITTAMPALAM

Mission en alternance : Développement de bibliothèques de calcul scientifique autour du Project Jupyter

Résumé

Jupyter est une collection d'outils open-source inter-opérables visant à faciliter le travail des praticiens du calcul scientifique. Les composants phares du Project Jupyter sont le Jupyter Notebook, JupyterHub et le JupyterLab.

QuantStack est une start-up spécialisée dans le calcul scientifique open-source, qui offre des services de développement et du support pour l'écosystème de Jupyter et de nombreux autres outils. L'équipe est composée de core-developpeurs, ils contribuent à de nombreux logiciels open source pour le calcul scientifique dont Jupyter, mais aussi bqplot, xtensor, ipyvolume.

Les projets de cette année d'apprentissage considérés sont divers, ils concernent Jupyter mais aussi d'autres bibliothèques. Mes missions ont ainsi été assez variées :

- Contributions aux bibliothèques de visualisation de données maintenues par QuantStack comme Ipy-leaflet, Xleaflet, Bqplot.
- Développement d'extensions pour JupyterLab (JavaScript, TypeScript, Python).
- Développements de « kernel » pour Jupyter avec la bibliothèque Xeus (C++).
- Développements de Projets Robotiques sur Jupyter avec ROS (Robotics Operating System).

*. Adresse de l'entreprise : 27 rue du Chemin Vert, 75011 Paris

Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

Centre National d'Expertise Réseau *

Responsable : Monsieur Benoît IZAC

Étudiant : Vianney DELBENDE

Mission en alternance : Analyse de survie pour la gestion des actifs des postes électriques

Résumé

L'alternance se déroule au sein du centre national d'expertise du réseau (CNER) département "postes" (ceux qui spécifient et qualifient le matériel des nœuds du réseau, et organisent la maintenance tout au long du cycle de vie du matériel). J'intègre l'équipe "Performance des actifs postes" (PAP), composée de quatre personnes, en charge de piloter et construire la gestion des actifs (type HTB ie $\geq 50\text{kV}$) au long de leur cycle de vie. Les politiques de maintenances sont aujourd'hui basées essentiellement sur dire d'expert et données qualitatives (par description des agents de maintenance, remontée des incidents en bases de données), que l'on moyenne sur le parc. Dans le but de prioriser les programmes de maintenances, de mieux en lisser les coûts et mieux y allouer les ressources, l'équipe PAP entreprend de tirer parti des outils et technologies statistiques et big-data. Elle s'appuie pour cela sur la direction des services informatiques et de télécommunications (DSIT) pour les moyens informatiques (mise à disposition des outils et d'accès aux bases de données), et du département R&D pour la recherche en amont et la bibliographie des méthodologies. Le but est de cerner le vieillissement du matériel par l'étude des évènements récurrents (pannes, incidents, mode dégradé...) et uniques (mort du composant). Puis en corrélant à d'autres données (clients raccordés, environnement agressif, zones urbaines), établir une liste des priorités de remplacement selon une matrice de risques (fréquence-gravité) pour quatre domaines : Qualité de service, Economique, Environnement, Sécurité. La méthodologie préconisée est basée sur les durées de vies et méthode de fiabilité : Kaplan-Meier, estimation paramétrique des fonctions de survie.

Le travail réalisé comprend le rapprochement de deux bases de données d'évènements réseaux, l'automatisation du calcul de l'énergie non distribuée par matériel de poste, l'intégration dans un module python de méthodes prenant en compte la censure à gauche et par intervalle (Algorithme de Turnbull et maximum de vraisemblance), et un cas pratique de discrimination de covariables influant sur la durée de vie des disjoncteurs.

*. Adresse de l'entreprise : 7 C place du Dôme, Immeuble Window, Puteaux 92073 Paris La Défense

SEGULA Technologies

SIMRA*

Responsable : Monsieur Madjid HADDAD

Étudiante : Hannah MALKA

Sujet du stage : Constitution d'une base de données numérique à partir de documents scannés : exploitation et amélioration des procédures

Résumé

Mon stage de fin d'études au sein de la branche SIMRA de l'entreprise SEGULA Technologies a porté sur l'identification d'un système de reconnaissance de texte, Optical Character Recognition (OCR) en anglais, le plus adapté au traitement des formulaires de vérification de pièces aéronautiques. La solution finale utilisera l'OCR pour l'extraction des mots et les organisera dans une base de données exploitable.

Dans la première partie de ce stage, je me suis intéressée à vérifier la pertinence de déployer la méthode OCR sur ma base de données. A cet effet, une analyse de type Big Data a été réalisée sur un échantillon saisi manuellement.

Dans la seconde partie de ce travail, je me suis intéressée à identifier l'OCR le plus adéquat à ce cas d'application. Pour ce faire, j'ai testé plusieurs systèmes OCR existant sur le marché. Devant les résultats insatisfaisants obtenus par ces OCR, j'ai procédé à la création d'un OCR se basant sur deux types de réseaux de neurones pré entraînés CRAFT et deep-text-recognition-benchmark pour la segmentation et la reconnaissance des mots. La solution développée donne des résultats très prometteurs et meilleurs que tous les OCR identifiés dans la littérature. Des améliorations restent toutefois possibles notamment en réalisant un apprentissage sur des bases de données spécifiques. La partie génération de base de données ordonnée est en cours de traitement.

*. Adresse de l'entreprise : 9 avenue Edouard Belin, 92500 Rueil Malmaison

Sorbonne Université

Institut des Sciences du Calcul et des Données *

Responsables : Messieurs Pascal FREY et Nicolas LEYS

Étudiant : Wesley BREGANHA

Sujet du stage : Visualisation de résultats de calcul en combustion

Résumé

Mon travail a consisté à mettre au point une chaîne logicielle allant de la lecture des résultats de calcul à la visualisation scientifique avec un moteur 3D. Les données sont produites par Fire Dynamics Simulator (FDS), c'est un solveur qui résout l'équation de Navier-Stokes pour le cas du feu. Les modèles géométriques sont faits avec Blender, le plugin BlenderFDS ajoute des conditions initiales à la géométrie et précise les propriétés physiques et chimiques des matériaux. Le moteur 3D qui est utilisé est Unreal Engine. Pour visualiser les flammes, différentes méthodes sont testées comme les octrees et les isosurfaces. Des exemples d'applications ont permis de valider la chaîne logicielle.

*. Adresse de l'entreprise : 4 place Jussieu, 75005 Paris

Sorbonne Université
Institut Carnot Smiles*
Responsable : Madame Sarah JULISSON

Étudiant : Geoffrey POULIQUEN

Sujet du stage : Développement d'outils mathématiques et logiciels pour la simulation de la fabrication additive

Résumé

L'objectif du stage était de parvenir, en collaboration avec une entreprise partenaire, à mettre au point une méthode de prédiction des résultats d'une simulation d'un processus de fabrication additive.

Il a fallu, dans un premier temps, se familiariser avec le domaine de la fabrication additive et le logiciel Virfac, utilisé pour simuler un processus de fabrication additive. Un travail de bibliographie a été réalisé à ce sujet. Une simulation est divisée en deux parties : une partie mésoscopique dont les résultats sont utilisés dans une simulation macroscopique. Au cours du stage, seule la partie mésoscopique a été étudiée. La suite du stage a été axée sur deux objectifs : automatiser le processus de simulation et proposer des méthodes mathématiques permettant de prédire les résultats des simulations (sans avoir à les effectuer).

Le processus de simulation se compose de trois étapes : création des fichiers préparatoires de la simulation, validation de la simulation selon des critères assurant la qualité du matériau créé et calcul des résultats de la simulation. Ces trois étapes ont été automatisées avec des programmes Python et le logiciel Paraview.

Le deuxième objectif était de proposer une méthode de prédiction des résultats d'une simulation. A cette fin, un algorithme basé sur une méthode d'approximation tensorielle a été testé de manière concluante. Une analyse de sensibilité devant déterminer les paramètres de fabrication les plus importants, a également été planifiée.

Enfin, quelques pistes ont été évoquées en fin de stage concernant la partie macroscopique des simulations.

*. Adresse de l'entreprise : 4 place Jussieu, 75005 Paris

Les étudiants de l'année 2018-2019

Nom	Prénom	Entreprise	Option	Page
BERTRAND	Emmanuelle	PSA	m	15
BREGANHA	Wesley	ISCD	m	19
DIARRA	Mahamadou Klanan	INSA	ps	12
DELBENDE	Vianney	RTE	app. ps	17
EL BAZ	Apolline	EDF R&D	m	6
FAOU	Kevin	BETC Digital	ps	4
GAVEAU	Florian	EDF R&D	m	7
GOTZORIDES	Théophile	Bouygues	ps	5
GUERASELGOUM	Amira	PSA	app. m	14
LENGLET	Manon	EDF R&D	m	8
LI	Dimeng	Orange	app. ps	13
MALKA	Hannah	SEGULA Technologies	ps	18
ORDONEZ	Ana	EDF R&D	m	9
POULIQUEN	Geoffrey	SMILES	ps	20
QU	Jingang	IFPEN	ps	11
SEKONIAN	Laurent	Aviva	ps	3
THIRUSITTAMPALAM	Vasavan	QuantStack	app. m	16
WU	Wenjing	GeoConcept	ps	10

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

Abbréviations

ps : Ingénierie Mathématique Pour l'Entreprise - analyse numérique, calcul scientifique et probabilités, statistiques

m : Ingénierie Mathématique Pour l'Entreprise - analyse numérique, calcul scientifique et mécanique

app : étudiant apprenti en alternance