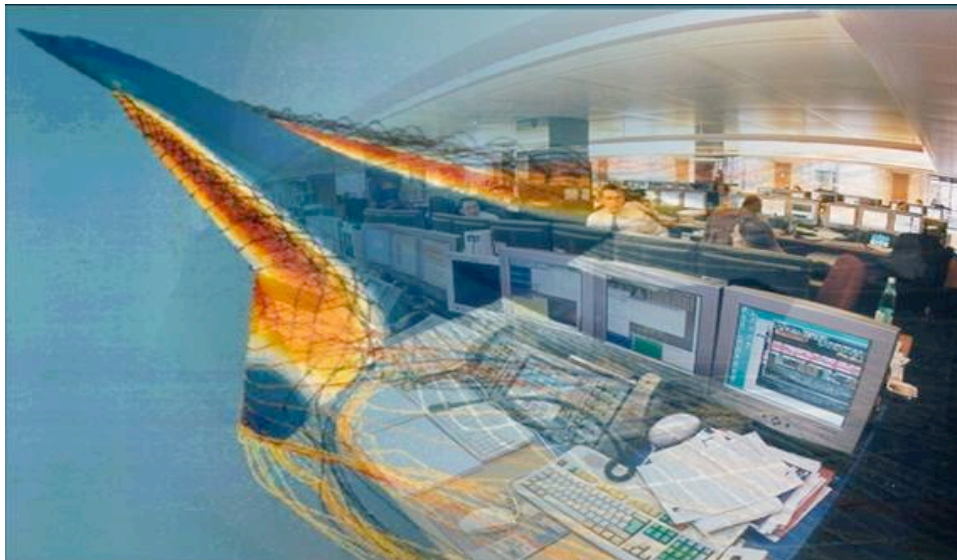


MACS

Mathématiques Appliquées et Calcul Scientifique
(Spécialisations Modélisation en Sciences et Modélisation en Finance)



Formation d'Ingénieurs Sup'Galilée
Université Paris 13

Année 2015 / 2016

Table des matières

LE MOT DU DIRECTEUR.....	5
LA MACS ET SUP' GALILEE	7
OBJECTIFS DE LA FORMATION ET ORGANISATION DES ETUDES.....	9
CURSUS EXTERNES ET RELATIONS INTERNATIONALES.....	13
STAGES ET INSERTION PROFESSIONNELLE.....	15
RESSOURCES WEB	17
LISTE DES COURS PAR ANNEE	19
LISTE DES COURS PAR THEME	23
THEMATIC LIST OF COURSES (ENGLISH VERSION).....	29
PRESENTATION DES COURS DE PREMIERE ANNEE.....	35
PRESENTATION DES COURS DE DEUXIEME ANNEE.....	52
PRESENTATION DES COURS DE TROISIEME ANNEE	75
COORDONNEES DES PROFESSEURS	91

Le mot du directeur

Olivier Lafitte
Directeur de la spécialité MACS,
Polytechnicien, Ingénieur au corps des Mines,
Professeur des Universités, Chercheur au LAGA (Université Paris 13)

Bienvenue dans la spécialité MACS !

Nous sommes tous très heureux de vous accueillir dans notre spécialité, et tous les enseignants et enseignants-chercheurs se joignent à moi pour vous souhaiter des études fructueuses.

Nous avons comme objectif de vous accompagner au cours de vos études pour vous amener au meilleur niveau en mathématiques appliquées et en modélisation afin que vous puissiez vous insérer dans le monde de l'entreprise le mieux possible en ayant des connaissances solides, étayées et générales dans votre spécialité.

Grâce à la modélisation, vous aurez dans notre école spécialisée, un éclairage qui vous permettra d'avoir une vision proche de celle des écoles généralistes, puisque nous vous accompagnons dans une approche de nombreux problèmes de l'art de l'ingénieur faisant intervenir la mécanique du solide ou des fluides, les statistiques et les probabilités pour la finance ou l'assurance, le conseil, l'informatique...

Notre formation a placé au cœur de sa démarche la présence de projets numériques qui permettent l'application précise des connaissances acquises dans les enseignements théoriques, et les enseignants travaillent tous ensemble à vous proposer la scolarité la plus complète et la plus cohérente.

Dès le premier semestre de votre première année, je vous recevrai individuellement chaque semestre pour faire le point de vos études et pour vous aider à affiner votre choix d'orientation professionnelle et de cours de troisième année (choix entre une des deux dominantes « Mécanique » ou « Finance »).

La MACS propose aussi une ouverture importante à l'international, par le biais d'échanges avec l'Université Autonome de Madrid (Espagne), avec laquelle nous avons un accord de codiplômation, l'Université Technique de Munich (Allemagne) et l'Université de Montréal (Canada), avec qui nous travaillons depuis plus de 10 ans. Notre voyage d'études annuel se déroule chaque fois à l'étranger (Londres, Francfort, Madrid...).

La MACS est aussi très reconnue nationally, puisque nous avons un accord de partenariat avec Centrale Marseille (des cours communs, des échanges d'étudiants) et un enseignement commun avec le mastère Finance Internationale à HEC, qui peut accueillir nos meilleurs éléments après examen de leur dossier.

Par ailleurs, nous nous appuyons sur le LAGA (Laboratoire d'Analyse, Géométrie et Applications), laboratoire de notre université qui regroupe plus de soixante dix membres permanents, a obtenu une médaille Fields en 2010 (Ngo Bao Cho), et est classé dans es tous premiers laboratoires de mathématiques de France (note A+ de l'AERES). Nos enseignants-chercheurs, pour beaucoup issus des classes préparatoires aux écoles d'ingénieurs (ingénieurs ou anciens élèves des écoles normales supérieures) sont fiers d'intervenir dans cette filière et seront toujours prêts, à mes côtés, à vous aider à vous insérer dans les entreprises avec lesquelles nous avons des partenariats.

Nous sommes enfin fiers de souligner que certains de nos élèves, parmi les plus brillants, font une formation par la recherche, dans le cadre d'une thèse CIFRE, en France ou à l'étranger, puisque la reconnaissance internationale passe aussi par le PhD (Philosophiæ Doctor, appellation internationale du titre de Docteur).

Nous avons le souci de l'excellence et de vous amener au meilleur niveau, et nous serons toujours présents pour vous accompagner vers ce résultat.

Je ne résiste pas au plaisir de terminer cette lettre par une citation de la série *Numb3rs* : « On utilise chaque jour les mathématiques, pour prévoir le temps qu'il fera, savoir l'heure qu'il est, gérer l'argent... Les maths, c'est bien plus que des formules ou des équations, c'est de la logique, de la rationalité, c'est se servir de son esprit pour résoudre les plus grands mystères qui soient. »

La MACS et Sup'Galilée

La formation d'ingénieurs MACS (Mathématiques Appliquées et Calcul Scientifique) a été habilitée par la Commission du Titre Ingénieurs en 1993. Elle fait suite à la maîtrise de Sciences et Techniques créée au Centre Scientifique et Polytechnique Galilée en 1977, ce qui fait d'elle l'une des plus anciennes formations d'ingénieurs universitaires. C'est aujourd'hui l'une des cinq spécialités de Sup Galilée, école d'ingénieurs de l'Université Paris XIII. Elle est rattachée à l'Institut Galilée, composante qui regroupe l'enseignement et la recherche en mathématiques, physique, chimie et informatique.

L'Université Paris 13 est l'une des treize universités qui ont succédé à la Sorbonne après 1968. Elle compte aujourd'hui près de 23 000 étudiants, répartis sur quatre campus, en formation initiale ou continue. Réellement pluridisciplinaire, l'Université Paris 13 est un pôle majeur d'enseignement et de recherche au nord de Paris. L'Université Paris 13 est membre du [PRES Sorbonne Paris Cité](#), qui regroupe quatre universités (Paris 3, Paris 5, Paris 7 et Paris 13), ainsi que quatre grandes écoles ou instituts (l'IEP Paris, communément dénommé Sciences Po, l'École des Hautes Études en Santé Publique, l'Institut National des Langues et des Civilisations Orientales et l'Institut de Physique du Globe de Paris). Ce PRES regroupe 120 000 étudiants et la subvention du ministère de l'Enseignement supérieur aux quatre universités seules est de 680 Millions d'euros annuels.

L'Institut Galilée regroupe l'école d'ingénieurs Sup'Galilée, des formations universitaires (Licence, Master et Doctorat) et huit laboratoires de recherche : LAGA (Laboratoire d'Analyse, de Géométrie et Applications), LSPM (Laboratoire des Sciences des Procédés et des Matériaux), LPL (Laboratoire de Physique des Lasers), L2TI (Laboratoire de Théorie et de Traitement de l'Information), LIPN (Laboratoire d'Informatique de Paris Nord), BPC (Bio-ingénierie de Polymères Cardiovasculaires), LBPS (Laboratoire de biomatériaux et polymères de spécialité) et CSPBAT (Laboratoire de chimie, structure et propriétés de biomatériaux et d'agents thérapeutiques). Il est dirigé par un directeur, élu par le conseil de l'Institut, qui tient lieu de conseil d'administration et comprend des représentants des enseignants-chercheurs, des personnels administratifs, des étudiants, des élèves-ingénieurs et du monde industriel. Le directeur de l'Institut Galilée est assisté d'un directeur adjoint chargé des licences, un directeur adjoint chargé des master, un directeur adjoint chargé de l'école d'ingénieurs et un directeur adjoint chargé de la recherche.

L'école d'ingénieurs Sup'Galilée comporte quatre spécialités: Energétique, Informatique, MACS et Télécom et réseaux, ainsi que deux formations en alternance (Informatique et réseaux et Energétique). La direction de l'école d'ingénieurs est collégiale et comporte le directeur de l'Institut, le directeur adjoint chargé de la formation d'ingénieurs, et les quatre directeurs de spécialité. Le recrutement s'effectue sur concours d'entrée, accessible aux étudiants ayant validé un L2, un DUT, ou aux élèves des classes préparatoires par l'intermédiaire du concours ARCHIMEDE. Les élèves du concours ARCHIMEDE ont un concours écrit avec une barre d'admissibilité, et passent un oral de motivation dans une des écoles du concours. Les étudiants issus des filières universitaires remplissent un dossier d'admissibilité, et passent également un oral d'admission. Une admission post-bac est également possible par le concours Geipi-Polytech, suivi de deux années de classes préparatoires internes. Les élèves de la classe préparatoire à l'enseignement supérieur du lycée Feyder d'Épinay-sur-Seine peuvent également être admis sur dossier. Enfin, une admission en deuxième année est possible, après examen de leur dossier, pour les étudiants titulaires d'un M1 d'une université française ou étrangère ou d'une Licenciatura 3 de l'Université Autonome de Madrid.

Objectifs de la formation et organisation des études

La formation MACS (Mathématiques Appliquées et Calcul Scientifique) a pour objectif de former des ingénieurs spécialisés en analyse mathématique et en calcul scientifique, aptes à modéliser et traiter mathématiquement des problèmes issus de l'art de l'ingénieur ou du calcul financier, et à proposer un traitement numérique des équations obtenues. A ce titre, les ingénieurs formés par la spécialité sont amenés à faire l'interface avec les ingénieurs, physiciens, analystes financiers... Cet objectif s'appuie sur une formation précise et solide en analyse, analyse numérique, probabilités et statistiques. Ces bases théoriques sont complétées par une formation poussée à l'écriture de codes de calcul numérique, ce qui rend les ingénieurs MACS immédiatement opérationnels dans l'industrie. La formation des ingénieurs MACS peut également permettre à certains d'entre eux d'effectuer le début de leur carrière dans la formation par la recherche en entreprise ou à l'université, en contrat CIFRE, en thèse CFR, en thèse BDI ou en thèse MENRT.

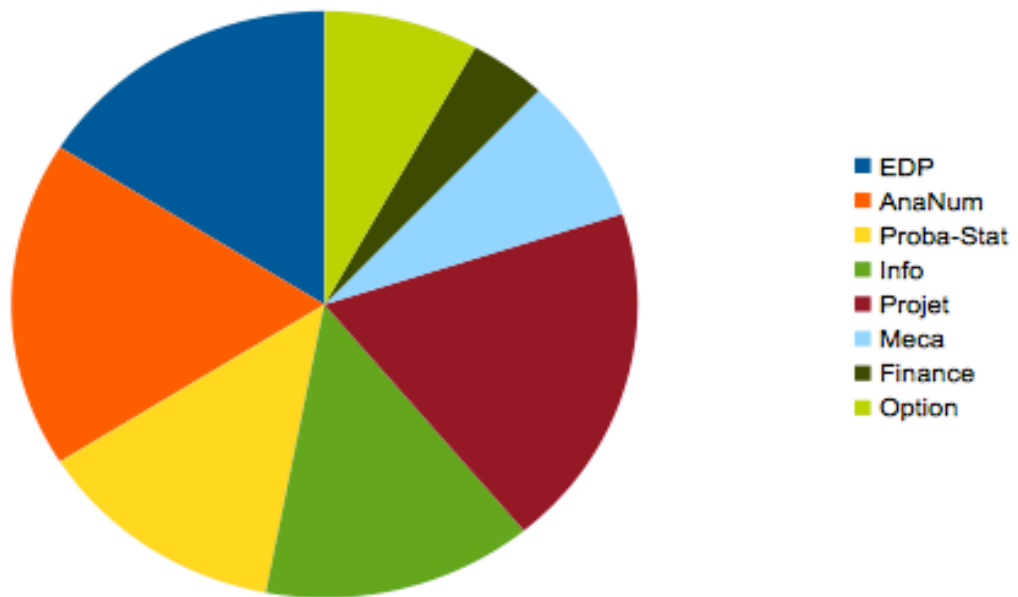
La première année de la formation (cycle Licence, année 3) s'appuie sur des cours de base en analyse, analyse numérique (algèbre linéaire et méthodes numériques de base), probabilités et statistiques. Ces cours sont complétés par des cours d'informatique. Des applications à la mécanique, ainsi qu'une initiation à la finance mathématique sont également proposées. De petits projets numériques permettent aux élèves de mettre en pratique les connaissances acquises et de se familiariser avec l'utilisation de l'outil informatique. Au cours de la première année, tous les élèves ingénieurs de Sup'Galilée suivent, en plus du programme de la spécialité, certains cours communs scientifiques (traitement du signal, langage C). Au cours du premier semestre, dans le cadre d'un module intitulé « Enquête industrielle », les élèves rencontrent un ingénieur issu de la formation MACS et étudient avec lui son parcours professionnel.

La deuxième année de la formation (cycle Master, année 1) s'appuie sur des cours avancés en mathématiques, mathématiques appliquées et probabilités ainsi que sur des cours d'informatique, de finance et de mécanique. Ces cours sont complétés par des enseignements assurés par des intervenants extérieurs, issus du monde de l'entreprise. Un module de formation intitulé 'Projets Numériques' est présent tout au long de cette deuxième année. Les élèves ingénieurs apprennent au cours de ce module à programmer de manière autonome sur des projets individuels et collectifs. Ces heures de formation scientifiques de spécialité sont complétées par des heures de formation générale, communes à tous les élèves ingénieurs de Sup'Galilée : anglais, techniques d'expression et de communication, création d'entreprise, droit du travail, gestion. Ces cours communs non scientifiques (180 heures annuelles) assurent la cohésion des différentes spécialités ingénieurs. En particulier le cours de création d'entreprise se conclut par un concours interne où les équipes, mêlant toutes les spécialités de l'école Sup'Galilée, présentent leurs projets respectifs.

En troisième année (cycle Master, année 2), les élèves choisissent une dominante : modélisation et calcul scientifique pour l'industrie (dominante « Mécanique ») ou probabilités et statistiques pour les mathématiques financières (dominante « Finance »). Les cours du premier semestre sont assurés par des professeurs de l'Université Paris 13 et d'autres établissements universitaires, français et étrangers, ainsi que par des intervenants issus de l'entreprise. En sus de ces cours, les élèves consacrent une journée par semaine à la réalisation d'un Projet de Fin d'Etudes, effectué dans un laboratoire universitaire ou en entreprise. Le second semestre est entièrement consacré au Stage de Fin d'Etudes, pendant lequel l'élève-ingénieur travaille à plein temps sur le sujet proposé. De nombreuses entreprises, tant dans le domaine du calcul scientifique que dans le domaine de la finance, proposent régulièrement des stages aux élèves-ingénieurs issus de la formation MACS.

La structure des enseignements est organisée en semestres, ce qui permet l'accueil d'étudiants ou d'élèves ingénieurs d'autres établissements, ainsi que le départ d'un élève pour un semestre dans une autre formation. Des possibilités de codiplômation, en France ou à l'étranger, sont notamment proposées.

Sur l'ensemble des deux premières années, le volume horaire de chacun des domaines de la formation est le suivant (les pourcentages sont indiqués par rapport au total des cours scientifiques et ne prennent donc pas en compte les cours de culture d'entreprise, d'anglais et de sport) :



soit un total général d'environ 1500 heures d'enseignements scientifiques. Tous les créneaux de l'emploi du temps sont obligatoires, cours, travaux dirigés et séances informatiques. Tous les modules cités sont évalués, et leur poids dans les coefficients du contrôle des connaissances est globalement proportionnel à leur volume horaire. Les enseignements sont validés par année d'études. La note minimale pour valider une matière est de 10. Une matière validée est acquise définitivement. Les jurys d'année de spécialité sont souverains pour appliquer ou infléchir ces règles. Le jury d'école (composé du directeur de l'Institut, du directeur de l'école d'ingénieurs et des quatre directeurs de spécialité) examine et valide in fine les décisions de jury de spécialité.

Le diplôme d'ingénieur ne peut être obtenu que si le niveau B2+ en anglais ou le score de 785 au TOEIC est atteint pendant la scolarité.

Les stages, obligatoires ou facultatifs, du cursus doivent être validés par le directeur de la MACS, par l'intermédiaire d'une convention de stage, établie par le secrétariat, et qui vérifie la conformité du sujet du stage avec les objectifs de formation et les compétences possibles de l'encadrant ou de son organisme pour le sujet (le formulaire de demande de stage est disponible sur le site web de Sup'Galilée). Le directeur nomme par ailleurs un tuteur de stage qui sera l'interlocuteur de l'élève ingénieur pour tout problème intervenant pendant le stage, et qui vérifiera que le rapport de stage a la qualité requise. La note minimale aux deux stages de troisième année (PFE et stage de fin d'études) est de 10.

Les rapports des stages obligatoires effectués par les promotions antérieures sont accessibles sur le site internet de Sup'Galilée et sur le site de la MACS et forment la vitrine des activités possibles des élèves-ingénieurs.

Dès le premier semestre de la formation, les élèves sont reçus en entretien individuel chaque semestre par le directeur de la formation. Le profil de l'élève ingénieur est étudié au cours de ces entretiens individuels, des propositions de solutions sont apportées aux difficultés éventuelles dans les matières scientifiques, et les orientations de chacun sont discutées, en particulier pour le choix de la dominante de troisième année. Les élèves-ingénieurs de la formation sont réunis chaque année pour une assemblée générale où ils peuvent dialoguer avec les enseignants et l'équipe de direction afin d'améliorer les enseignements. D'autre part, les élèves ingénieurs évaluent leurs enseignements de manière anonyme. Ces évaluations sont utilisées par le directeur pour améliorer l'offre de formation. Enfin, à chaque semestre, une conférence sur un sujet de société réunit le directeur et les élèves de façon informelle à l'heure du déjeuner.

Cursus externes et relations internationales

Les élèves de la spécialité MACS sont encouragés, dans la limite de 33% de la promotion sortante de deuxième année, à poursuivre un cursus externe au cours du premier semestre de la troisième année dans un des établissements partenaires ou dans un autre établissement. L'accord définitif est donné par le jury de deuxième année. Les établissements partenaires sont actuellement Centrale Marseille, dans le programme de génie disciplinaire en mathématiques appliquées, le département de mathématiques et statistiques de l'Université de Montréal (Canada), ainsi que les départements de mathématiques de l'Université autonome de Madrid (Espagne) et de l'Université Technique de Munich (Allemagne).

Au cours d'un cursus externe dans une autre école d'ingénieurs habilitée par la Commission du Titre ingénieur, l'élève ingénieur de la spécialité MACS doit valider le semestre dans son intégralité, sans qu'il soit besoin de trouver une équivalence pour chaque cours. La moyenne du semestre externe est reportée dans le relevé de notes de la MACS par la méthode la plus avantageuse pour l'élève. Au cours d'un cursus externe dans un établissement n'appartenant pas à la catégorie précédente, chaque cours de troisième année de la MACS doit trouver son équivalent dans le cursus externe, l'élève doit avoir l'accord du directeur de la formation, du président de jury de troisième année, et du responsable des relations internationales de la spécialité si l'établissement est à l'étranger.

Il est également possible d'obtenir un double diplôme. Les élèves sont ainsi encouragés à valider un M2 en parallèle avec la troisième année, après accord du jury de deuxième année de la spécialité. Cet accord s'appuie sur les aptitudes d'un élève à suivre deux cursus en parallèle. La spécialité MACS a des relations continues avec deux M2 de l'Université Paris 13 : M2 AMI (Master Mathématiques et Informatique, spécialité Algorithmique, Modélisation, Images - Institut Galilée) et M2 IFIM (Master Économie et finance internationales, spécialité Ingénierie Financière et Modélisation, - UFR Sciences économiques et gestion). Pour ces deux Masters, le double diplôme est obtenu par validation de 12 crédits ECTS supplémentaires (soit 120 heures de cours de master 2), suivant les règles suivantes : un cours de la spécialité MACS est validé comme cours du M2 ; un cours du M2 valide par équivalence un cours de la spécialité MACS ; les élèves de la MACS sont dispensés d'au moins deux cours spécialisés de troisième année. Pour le Master IFIM, l'autorisation d'inscription est de plus soumise aux deux conditions suivantes, qui doivent être remplies en fin de deuxième année : avoir le niveau B2+ en anglais et avoir validé l'ensemble des matières. Un contrat pédagogique est alors établi avec les élèves concernés par le partenariat MACS-IFIM, qui les dispensent notamment des cours de culture d'entreprise et d'anglais, ainsi que du PFE.

Un accord de codiplomation a été signé avec l'Université Autonome de Madrid (UAM, Espagne) en 2009. Cet accord permet à des élèves de l'UAM et de la MACS d'obtenir également le diplôme de l'autre institution (diplôme d'ingénieur de l'Université Paris 13 ou diplôme du Master « Matematicas y Aplicaciones » de l'UAM). Dans ce cadre, les élèves de la MACS peuvent effectuer leur troisième année à Madrid (les étudiants de l'UAM peuvent quant à eux effectuer une partie de la deuxième année et le premier semestre de la troisième année au sein de la MACS). De plus, un module « Projectos Numericos » a été créé dans le Master de l'UAM, les cours étant assurés par nos chercheurs, ce qui nous amène à exporter notre savoir-faire. Cet accord de codiplomation a reçu le soutien des deux ministères de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur (français et espagnol), ainsi que des deux ambassades.

Un partenariat avec HEC a été signé en 2009. Il permet des facilités d'admission au Master spécialisé « Finance Internationale », notamment la gratuité des frais de dossier. Il a conduit à la création d'un cours commun entre les deux écoles (HEC et MACS), assuré sur le campus d'HEC par deux enseignants de la MACS. Ce cours fait partie de la dominante « Finance » de la troisième année de la MACS.

Stages et insertion professionnelle

Le projet de fin d'études se déroule durant le premier semestre de la troisième année d'école. Il s'inscrit dans la continuité des objectifs de la première et de la deuxième année : former les élèves à la modélisation, à l'analyse mathématique, et à l'implémentation numérique. Il s'appuie sur les acquis de ces deux années qui sont, dans le système européen du LMD, la dernière année du L et la première année du M (et qui peuvent être considérées dans le système nord-américain comme deux années de « bachelor »). Le PFE est un travail personnel. C'est en général un travail d'initiation à la recherche. Il est souvent une extension de travaux de recherche en cours et donne généralement lieu à une implémentation numérique. Il s'effectue de préférence un jour par semaine, pendant 10 semaines, dans un laboratoire de recherche, par exemple au sein de l'Institut Galilée, ou dans le cadre d'une entreprise industrielle ou bancaire. Le fait que cela soit un travail étalé dans le temps autorise le choix d'un sujet permettant des approfondissements. Il peut, mais ce n'est pas obligatoire, s'effectuer dans le cadre d'un travail d'équipe, par exemple avec d'autres étudiants ou des chercheurs doctorants. Il est encadré par un enseignant-chercheur ou par un ingénieur. Les contributions de l'encadrant et de l'élève-ingénieur doivent satisfaire à plusieurs critères que nous énumérons ci-après. L'encadrant fournit un sujet de recherche et permet à l'élève-ingénieur, dans la mesure du possible, de travailler dans son laboratoire les 10 journées prévues. La régularité est préférable mais pas impérative. Dans ce cadre, le jeudi est libéré pour ce travail d'initiation à la recherche. L'encadrant apporte ses conseils et son aide à l'élève-ingénieur pour la résolution du problème posé. Cette aide peut par exemple prendre la forme de 5 à 8 rencontres d'une heure environ, et l'appréciation de cette aide est laissée à l'encadrant en fonction du sujet. L'élève-ingénieur concrétise son travail et décrit ses réalisations dans un rapport de stage. Il doit également soutenir ses travaux devant la promotion et un jury, qui compare les soutenances et les rapports de stage. L'encadrant contribue à l'évaluation du travail pour l'attribution de la note de l'élève-ingénieur. Nous insistons sur le fait qu'une convention lie obligatoirement le laboratoire, l'élève-ingénieur et le programme universitaire. Un formulaire de convention de stage est disponible sur le site web de Sup'Galilée.

Le stage de fin d'études se déroule durant le second semestre de la troisième année d'école. Il dure entre quatre et six mois, et se termine nécessairement avant le 30 septembre. Il est la véritable consécration des études d'ingénieur mathématicien. Il s'effectue dans un organisme de recherche, un établissement public de recherche ou industriel, une entreprise privée (grande entreprise ou PMI, PME) sur un sujet utilisant au moins un des points de la formation scientifique de la MACS. L'entreprise accueillant l'élève-ingénieur assure ainsi, durant plusieurs mois, la formation pratique de l'élève et est ainsi un véritable partenaire pédagogique. Le sujet doit être validé par le directeur de la MACS. Un correspondant de stage est nommé, comme pour le PFE, pour répondre aux questions techniques et d'organisation de l'élève ingénieur et pour établir un contact avec l'ingénieur encadrant. Les élèves présentent au directeur, à mi-stage, l'état d'avancement de leur projet. Chaque stage fait l'objet d'un rapport, affiché comme le rapport de PFE sur le site de l'école Sup' Galilée, dans la spécialité MACS, et doit également soutenir publiquement son travail devant un jury et les autres élèves ingénieurs de la promotion.

L'insertion des ingénieurs MACS dans le milieu professionnel s'effectue de manière très satisfaisante. L'observatoire des métiers a ainsi conduit une enquête, portant sur les années 2008 à 2010, sur le devenir des ingénieurs MACS an après l'obtention de leur diplôme. Il apparaît que les ingénieurs MACS se répartissent en trois catégories de taille sensiblement équivalente : un tiers d'entre eux travaille sur un contrat de type CDI, un tiers sur un contrat de type CDD (la moitié de ces contrats sont constitués par des contrats de thèse de doctorat) et un tiers poursuit des études dans des masters spécialisés. Sur les trois dernières promotions, seuls trois ingénieurs MACS étaient à la recherche d'un emploi un après leur sortie de l'école. Le temps de recherche d'emploi est de plus particulièrement court puisqu'il s'établissait en moyenne à moins d'un mois sur l'ensemble de ces trois promotions. Enfin, le salaire brut moyen d'embauche (hors contrats de thèse) s'élève à 36000 euros annuels. L'enquête s'intéressait aussi aux secteurs d'activités professionnels : la moitié des ingénieurs MACS travaille dans les métiers liés aux services financiers, un quart d'entre eux est embauché dans des activités d'ingénierie et le dernier quart exerce dans le secteur informatique.

Ressources web

Sur la MACS et sur l'Université Paris 13

Site de la MACS : <http://www.lamacs.fr>

LAGA : <http://www.math.univ-paris13.fr/>

Sup Galilée : <http://www.sup-galilee.univ-paris13.fr/>

Institut Galilée : <http://www-galilee.univ-paris13.fr/>

Université Paris 13 : <http://www.univ-paris13.fr/>

PRES Sorbonne Paris Cité : <http://www.sorbonne-paris-cite.fr/>

Sur les concours d'entrée

Groupe Archimède : <http://www.archimede-groupe.org/>

Concours Geipi-Polytech : <http://www.geipi-polytech.org/>

Sur les établissements partenaires

Centrale Marseille : <http://www.centrale-marseille.fr/>

Université de Montréal : <http://www.dms.umontreal.ca/>

Université Autonome de Madrid, Master « Matemáticas y Aplicaciones » :
http://www.uam.es/ss/Satellite/es/1242648654015/1242649122154/masteroficial/masterOficia/Master_Universitario_en_Matematicas_y_Aplicaciones.htm

HEC, Master « Finance Internationale » :
<http://www.hec.edu/MSc/Programs/Masters-in-International-Finance-MS-MSc2>

Master AMI (Université Paris 13) :
<http://www.univ-paris13.fr/formationsUP13/form/fiche.php?id=81>

Master MPM (Université Paris 13) :
<http://www.univ-paris13.fr/formationsUP13/form/fiche.php?id=159>

Master IFIM (Université Paris 13) :
<http://www.univ-paris13.fr/formationsUP13/form/fiche.php?id=19>

Master ANEDP (Université Paris 6 – UPMC) :
<http://www.ljll.math.upmc.fr/anedp/>

Liste des cours par année

MACS 1 (Semestre 1) :

Mathématiques pour l'ingénieur

Analyse 1 : Analyse fonctionnelle

Probabilités 1 : Théorie de l'intégration et variables aléatoires

Analyse numérique 1 : Algèbre linéaire, approximation, interpolation

Initiation au calcul numérique avec MATLAB

Informatique de base (cours commun)

Analyse et Traitement du Signal (cours commun)

Enquête industrielle (cours commun)

MACS 1 (Semestre 2) :

Equations différentielles : Approches théoriques et numériques

Statistiques :

Informatique 1 : Langage C pour le calcul numérique

Introduction à la mécanique

Introduction à la finance

Projets déterministes : Approximation et intégration numériques, résolution numérique des EDO

Projets probabilistes : Génération de variables aléatoires, méthodes de Monte Carlo

Cours optionnel : Algèbre

MACS 2 (Semestre 3) :

Analyse 2 : Théorie des Distributions

Probabilités 2 : Chaînes de Markov et martingales à temps discret

Analyse numérique 2 : Optimisation

Informatique 2 : Langage C++ et langages orientés objet

Mécanique des fluides

Projets déterministes : Différences finies et optimisation

Projets probabilistes : Chaînes de Markov et martingales

Métier de l'ingénieur mathématicien en Sciences

Métier de l'ingénieur mathématicien en Finance

MACS 2 (Semestre 4) :

Analyse 3 : Espaces de Sobolev et mécanique quantique

Probabilités 3 : Calcul stochastique

Analyse numérique 3 : Méthode des éléments finis

Informatique 3 : Algorithmique

Problèmes paraboliques : théorie et numérique

Systèmes hyperboliques : théorie et numérique

Statistiques descriptives

Dominante Modélisation en sciences: Mécanique des solides & Milieux poreux

Dominante Modélisation en finance : Mesure du risque & Finance internationale

MACS 3 (Semestre 5) :

Analyse 4 : Contrôle optimal et projets applicatifs

Analyse numérique 4 : Analyse numérique avancée et projets applicatifs

Probabilités 4 : Modélisation des incertitudes et projets applicatifs

Informatique 4 : Calcul parallèle

Optimisation combinatoire

Logiciel OpenTurns

Dominante Modélisation en Sciences :

Bio-Ingénierie

Langage C++ avancé

Modélisation (cours commun avec Centrale Marseille)

Dominante Modélisation en Finance :

Théorie Risque de Crédit

Langage C#

Ingénierie financière (HEC)

Projet de fin d'études (PFE)

MACS 3 (Semestre 6) :

Stage de fin d'études

Courses per year (English version)

MACS 1 (Fall Semester) :

Maths for engineers

Analysis 1 : Functional Analysis

Probability 1 : Integration Theory & Random Variable

Numerical Analysis 1 : Linear Algebra, Approximation, Interpolation

Initiation to Numerics with MATLAB

Informatics (common course)

Analyse et Traitement du Signal (common course)

Enquête industrielle (common course)

MACS 1 (Spring Semester) :

Differential Equations: Theories and Numerics

Statistics :

Informatics 1 : C Programming

Introduction to Mechanics

Introduction to Finance

Numerical Project 1: Numerics for EDO

Numerical Project 2 : Random Variables, Monte Carlo method

Optional Course: Algebra

MACS 2 (Fall Semester) :

Analysis 2 : Distributions
Probability 2 : Markov Chains
Numerical Analysis 2 : Optimisation
Informatics 2 : C++ Programming
Fluids Mechanics
Numerical Project 3: Finite Différences and Optimisation
Numerical Project 4 : Markov Chains
Math modelisation in Sciences
Math Modelisation in Finance

MACS 2 (Spring Semester) :

Analysis 3 : Sobolev spaces and Quantum Mechanics
Probability 3 : Stochastic calculus
Numerical Analysis 3 : Finite Element Method
Informatics 3 : Algorithmics
Parabolic Problems: Thoery and Numerics
Hyperbolic Systems : Thoery and Numerics
Descriptive Statistics
Option Modelisation in Sciences: Solid Mecanics & Porous Media
Option Modelisation in Finance : Risk & International Finance

MACS 3 (Fall Semester) :

Analysis 4 : Contrôle optimal et projets applicatifs

Analyse numérique 4 : Analyse numérique avancée et projets applicatifs

Probabilités 4 : Modélisation des incertitudes et projets applicatifs

Informatique 4 : Calcul parallèle

Optimisation combinatoire

Logiciel OpenTurns

Dominante Modélisation en Sciences :

Bio-Ingénierie

Langage C++ avancé

Modélisation (cours commun avec Centrale Marseille)

Dominante Modélisation en Finance :

Théorie Risque de Crédit

Langage C#

Ingénierie financière (HEC)

Projet de fin d'études (PFE)**MACS 3 (Semestre 6) :**

Stage de fin d'études

Liste des cours par thème

Analyse et algèbre linéaire

Code	Intitulé	ECTS	Année	Semestre
	Mathématiques pour l'ingénieur	2	1	S5
	Analyse fonctionnelle	6	1	S5
	Théorie des Distributions	4	2	S8
	Espaces de Sobolev	2	2	S8
	Mécanique quantique	1	2	S8
	Méthodes multi-échelles	1	2	S8

Analyse numérique et Equations aux dérivées partielles

Code	Intitulé	ECTS	Année	Semestre
	Bases de l'analyse numérique : Approximation, interpolation, solutions approchées des EDO	7	1	S5
	Approche numérique des EDP	5	1	S6
	Problèmes elliptiques / Méthode éléments finis	3	2	S7
	Optimisation continue	3	2	S7
	Problèmes paraboliques/Méthodes Volumes Finis	2	2	S8
	Introduction aux systèmes hyperboliques	2	2	S8
	Analyse numérique avancée	2	3	S9
	Contrôle optimal	2	3	S9

Probabilités et statistiques

Code	Intitulé	ECTS	Année	Semestre
	Théorie de l'intégration et variables aléatoires	4	1	S6
	Statistiques	3	1	S6
	Chaines de Markov / Martingales à temps discret	5	2	S7
	Calcul stochastique	3	2	S8
	Modélisation des incertitudes	2	3	S9
	Méthodes probabilistes en ingénierie	2	3	S9

Informatique

Code	Intitulé	ECTS	Année	Semestre
	Informatique de base (cours commun)	3	1	S5
	Analyse et Traitement du Signal (cours commun)	3	1	S5
	Algorithmique	3	1	S5
	Langage C	2	1	S6
	Langage C++	2	2	S7
	Calcul parallèle	2	3	S9
	Optimisation combinatoire et cryptographie	2	3	S9

Projets

Code	Intitulé	ECTS	Année	Semestre
	Approximation et intégration numériques, résolution numérique des EDO	2	1	S6
	Génération de variables aléatoires, méthode de Monte Carlo	2	1	S6
	Eléments finis et optimisation, applications aux équations elliptiques. Projet FREEFEM	2	2	S7
	Chaînes de Markov et martingales	2	2	S7
	Volumes finis, applications aux équations paraboliques	2	2	S8
	Volumes finis, applications aux systèmes hyperboliques	2	2	S8
	Projets logiciel : SCILAB	1	2	S8
	Projet logiciel : VBA 1	1	2	S8
	Méthodes de résolution de grands systèmes linéaires	1	3	S9
	Projet contrôle optimal	1	3	S9
	Projets logiciel : OPENTURNS	1	3	S9
	Projets logiciel : FLUENT	1	3	S9
	Projets logiciel : VBA 2	1	3	S9
	Lecture d'articles scientifiques	1	3	S9

Mécanique

Code	Intitulé	ECTS	Année	Semestre
	Mécanique des milieux continus	4	1	S6
	Mécanique des fluides et équations de Boltzmann	3	2	S7
	Mathématiques pour l'ingénieur	1	2	S7
	Mécanique de la rupture	2	2	S8
	Propagation d'ondes	2	3	S9
	Modélisation (cours commun avec Centrale Marseille)	1	3	S9

Finance

Code	Intitulé	ECTS	Année	Semestre
	Introduction à la finance	2	1	S6
	Finances de marché	1	2	S7
	Mesure du risque	2	2	S8
	Théorie Risque et Crédit	2	2	S9
	Ingénierie financière (cours communs avec HEC)	1	3	S9

Découverte de l'entreprise et cours d'ouverture (cours commun)

Code	Intitulé	ECTS	Année	Semestre
	Langues	3	1/2/3	S5/S6/S7/ S8/S9
	Enquête industrielle	1	1	S5
	Techniques d'expression et de communication	1	1	S5
	Sport	1/1,5	1	S5/S6
	Economie Générale	1,5	1	S6
	Techniques d'expression et de communication	0,5	2	S7
	Gestion des entreprises	0,5	2	S7
	Stage découverte de l'entreprise	0,5	2	S7
	Projet création d'entreprise	1,5	2	S7
	Développement durable	1	2	S8
	Qualité Sécurité Environnement	1	2	S8
	Sûreté de fonctionnement	1	2	S8
	Jeu d'entreprise	1	3	S9
	Direction de projets	0,5	3	S9
	Droit du travail	0,5	3	S9
	Ethique	0,5	3	S9
	Management interculturel	0,5	3	S9

Thematic list of courses (English version)

Analysis and Linear Algebra

Code	Course Title	ECTS	Year	Semester
	Maths for Engineers	2	1	S5
	Functional Analysis	6	1	S5
	Theory of Distributions	4	2	S8
	Sobolev Spaces	2	2	S8
	Quantum Mechanics	1	2	S8
	Multiple-scale analysis	1	2	S8

Numerical Analysis and PDEs

Code	Course Title	ECTS	Year	Semester
	Basics of Numerical Analysis	7	1	S5
	Numerical Analysis for PDEs	5	1	S6
	Elliptic equations – Finite Element Method	3	2	S7
	Convex Optimization	3	2	S7
	Parabolic equations – Finite Volume Method	2	2	S8
	Hyperbolic systems	2	2	S8
	Advanced Numerical Analysis	2	3	S9
	Optimal control	2	3	S9

Probability and Statistics

Code	Course Title	ECTS	Year	Semester
	Integration Theory – Random Variable	4	1	S6
	Statistics	3	1	S6
	Markov Chain - Discrete-time martingale	5	2	S7
	Stochastic Calculus	3	2	S8
	Uncertainty Quantification	2	3	S9
	Probabilistic methods in engineering	2	3	S9

Informatics

Code	Course Title	ECTS	Année	Semestre
	Informatics	3	1	S5
	Signal Processing	3	1	S5
	Algorithmics	3	1	S5
	C (Programming Language)	2	1	S6
	C++ (Programming Language)	2	2	S7
	Parallel Computing	2	3	S9
	Combinatorial Optimization - Cryptography	2	3	S9

Projects

Code	Course Title	ECTS	Year	Semester
	Basics of Numerical Analysis - Numerical Schemes for ODEs	2	1	S6
	Generating random variables - Monte Carlo methods	2	1	S6
	Finite Element Method – Application to Elliptic Problems - FREEFEM Software	2	2	S7
	Markov Chain – Martingales	2	2	S7
	Finite Volume Method – Application to Parabolic Problems	2	2	S8
	Finite Volume Method – Application to Hyperbolic Problems	2	2	S8
	Projects with SCILAB	1	2	S8
	Projects with VBA	1	2	S8
	Iterative Methods for Large Linear Systems	1	3	S9
	Optimal Control	1	3	S9
	Projects with OpenTurns	1	3	S9
	Projects with FLUENT	1	3	S9
	Advanced Projects with VBA	1	3	S9
	How to Read a Scientific Article ?	1	3	S9

Mechanics

Code	Course Title	ECTS	Year	Semester
	Continuum Mechanics	4	1	S6
	Fluid Mechanics - Boltzmann Equation	3	2	S7
	Applied Maths for Engineers	1	2	S7
	Fracture Mechanics	2	2	S8
	Wave Propagation	2	3	S9
	Modeling (with Centrale Marseille)	1	3	S9

Finance

Code	Course Title	ECTS	Year	Semester
	Introduction to Mathematical Finance	2	1	S6
	Financial Markets	1	2	S7
	Risk Measure	2	2	S8
	Credit Risk	2	2	S9
	Financial Engineering (with HEC)	1	3	S9

Découverte de l'entreprise et cours d'ouverture (cours commun)

Code	Course Title	ECTS	Year	Semester
	English Course	3	1/2/3	S5/S6/S7/ S8/S9
	Meeting with Former Student	1	1	S5
	Communication Techniques	1	1	S5
	Sport	1/1,5	1	S5/S6
	Economy	1,5	1	S6
	Communication Techniques	0,5	2	S7
	Business Management	0,5	2	S7
	Training Period	0,5	2	S7
	Entrepreneurship	1,5	2	S7
	Sustainable Development	1	2	S8
	Quality - Safety - Environment	1	2	S8
	Dependability	1	2	S8
	Business game	1	3	S9
	Project Management	0,5	3	S9
	Labour Law	0,5	3	S9
	Ethics	0,5	3	S9
	Intercultural Management	0,5	3	S9

Présentation des cours de première année

MATHÉMATIQUES POUR L'INGENIEUR

Volume horaire : 30h (TD)

Responsable de cours : O. Lafitte (PU, LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Partiel + Devoirs (5)

UE : Matières de base

Objectifs du cours :

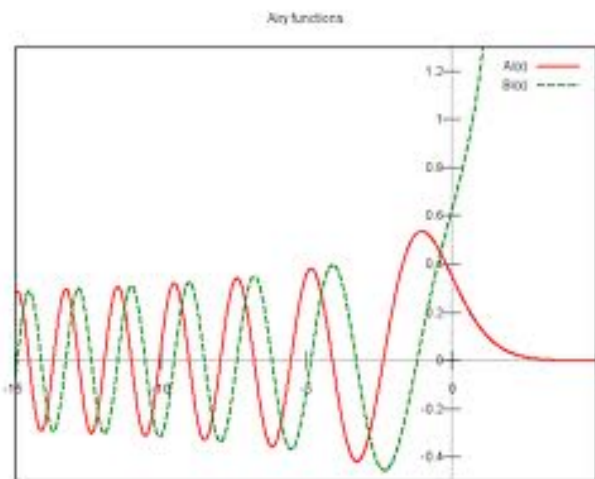
Ce cours a pour but de revoir toutes les notions de mathématiques faisant partie du « background » d'un ingénieur acquises au cours des deux premières années d'études supérieures, et de développer la faculté de choisir les outils adaptés à la compréhension et à la résolution d'un problème donné.

Prérequis :

Mathématiques de base de L1-L2 ou de CPGE

Contenu du cours :

- 1) Suites et séries.
- 2) Notions de topologie réelle et dans un espace de dimension finie. Normes et distances.
- 3) Fonctions: continuité, limites, étude, dérivabilité, extrema.
- 4) Développements limités. Séries entières, séries de Fourier.
- 5) Equations différentielles ordinaires. Systèmes différentiels ordinaires.
- 6) Espaces vectoriels. Endomorphismes et matrices.
- 7) Déterminant. Espaces propres. Rang et théorème du rang.
- 8) Inversion par la méthode du pivot de Gauss.
- 9) Diagonalisation. Propriétés des espaces propres. Espaces stables. Réduction.
- 10) Espaces vectoriels euclidiens et endomorphismes symétriques.
- 11) Suites et séries de fonctions.
- 12) Intégration



Fonction d'Airy intervenant en diffraction d'ondes électromagnétiques

ANALYSE FONCTIONNELLE

Volume horaire : 39h (cours) + 39h (TD)

Chargé de cours : M. Balabane (PU, LAGA, Paris 13)

Chargé de TD : S. Vento (MCF, LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Partiel + Examen

Objectifs du cours :

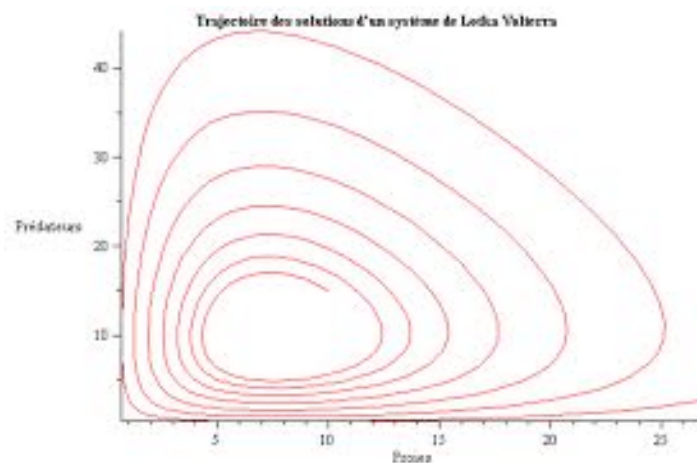
Ce cours a pour but de présenter aux futurs ingénieurs les outils de l'analyse fonctionnelle et leur application à la résolution théorique et numérique d'un problème. Une attention particulière sera portée à la fois à la compréhension et au maniement de ces outils.

Prérequis :

Mathématiques de base de L1-L2 ou de CPGE : Etude de fonctions. Suites et séries.

Contenu du cours :

- 1) Théorèmes d'existence locale pour les EDO
- 2) Inégalité de Gronwall et unicité des solutions d'EDO (conditions de Cauchy)
- 3) Espace de Banach; applications linéaires continues, applications à noyau intégral
- 4) Contractions et théorèmes du point fixe
- 5) Techniques de perturbation et développements de Von Neumann
- 6) Application à l'équation de Laplace 1D
- 7) Espaces de Hilbert
- 8) Théorème de représentation de Riesz et application à l'équation de Laplace 1D
- 9) Bases hilbertiennes. Séries de Fourier. Application à l'équation de Laplace dans le disque.
- 10) Opérateurs auto-adjoints
- 11) Différentielles, calcul différentiel du premier ordre. Extrema libres et liés.
- 12) Application à la résolution d'EDP et au calcul spectral.
- 13) Calcul différentiel du second ordre



Trajectoire des solutions d'un système de Lotka-Volterra modélisant l'évolution d'une population.

ANALYSE NUMÉRIQUE

APPROXIMATION, INTERPOLATION, EDO

Volume horaire : 30h (cours) + 30h (TD) + 30h (TP)

Chargé de cours : C. Basdevant (PU, LAGA, Paris 13)

Chargé de TD et de TP : B. Delourme (MCF, LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Partiel + Examen

Objectifs du cours :

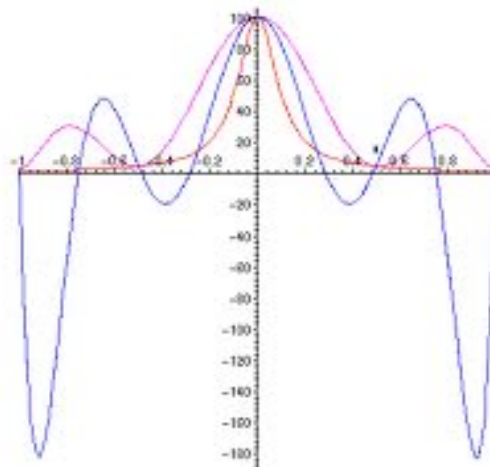
Ce cours, en partenariat avec les TD et TP qui lui sont associés, est destiné à présenter aux futurs ingénieurs les bases de l'analyse numérique : notion de « résolution numérique » d'un problème, choix d'une méthode, analyse de convergence et de stabilité, mise en œuvre informatique.

Prérequis :

Mathématiques de base de L1-L2 ou de CPGE : algèbre linéaire, analyse (intégrales, formules de Taylor, équations différentielles)

Contenu du cours :

- 1) Méthodes directes de résolution de systèmes linéaires (Gauss, Cholewski).
- 2) Méthodes itératives de résolution de systèmes linéaires (Jacobi, Gauss-Seidel, SSOR)
- 3) Interpolation des fonctions (polynôme d'interpolation, splines).
- 4) Approximation des fonctions par des polynômes, polynômes orthogonaux.
- 5) Intégration numérique : définition, méthodes de Newton-Cotes et de Gauss.
- 6) Résolution numérique des équations différentielles : définitions et outils.
- 7) Résolution numérique des équations différentielles : méthodes de Runge-Kutta et multipas.



Approximation d'une fonction par les polynômes de Lagrange - Mise en évidence du phénomène de Runge (oscillations du polynôme interpolant)

INFORMATIQUE

ALGORITHMIE ET STRUCTURE

Volume horaire : 24h (Cours-TD) + 21h (TP)

Chargé de cours : C. Tollu (MCF, LIPN, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Partiels (2)

Objectifs du cours :

Donner aux élèves-ingénieurs des outils élémentaires pour analyser un problème algorithmique (très) simple, concevoir une solution dans une famille d'algorithmes donnée, prouver sa correction, évaluer sa complexité algorithmique, et l'implémenter en langage C.

Prérequis :

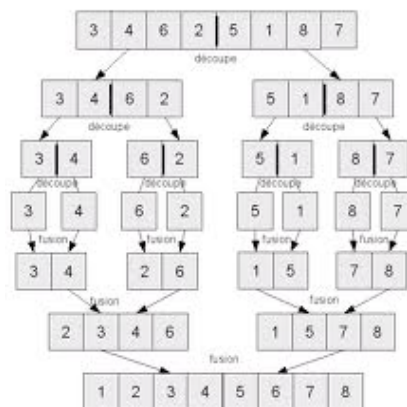
Notions de base de logique.

Contenu du cours :

Le cours présente une partie de la boîte à outils de l'algorithmicien. La conception et l'analyse (complexité en temps et en espace) d'algorithmes sont illustrées par des exemples classiques empruntés à trois grandes familles :

- des algorithmes gloutons pour la planification de tâches, la recherche de chemins de longueur minimale et d'arbres couvrants de poids minimal dans un graphe, le partitionnement de données ;
- des algorithmes du type « diviser pour régner » pour le tri et quelques variantes, la multiplication entière et matricielle ;
- des algorithmes relevant de la programmation dynamique pour la planification de tâches pondérées, la recherche de chemins de longueur minimale dans un graphe.

En TP, les élèves-ingénieurs implémentent en C quelques algorithmes du cours, et d'autres. Ces TP sont aussi l'occasion d'étudier certaines structures de données utiles pour la mise en œuvre concrète de ces algorithmes.



Algorithme de tri par fusion

ANALYSE et TRAITEMENT de DONNEES

Volume horaire : 30h (cours)

Chargés de cours : ???

Contrôle des connaissances : Examen

UE : Outils de base de l'ingénieur

Objectifs du cours :

Comprendre : les contraintes liées aux signaux physiques, les problèmes liés à la numérisation, l'intérêt d'une représentation fréquentielle et d'un filtrage.

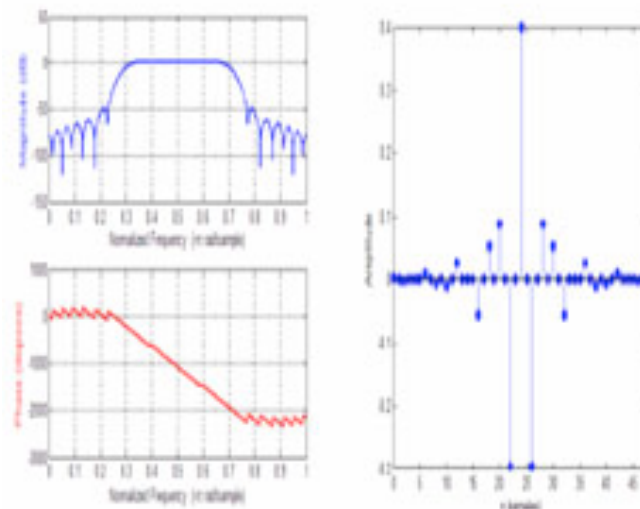
Savoir : numériser un signal, analyser un spectre, analyser la réponse en fréquence d'un filtre, concevoir des filtres numériques simples.

Prérequis :

Aucun

Contenu du cours :

1. Motivation et exemples
2. Signaux analogiques
3. Représentation spectrale
4. De l'analogique au numérique
5. Introduction au filtrage numérique
6. Quelques exemples détaillés
 - TP d'introduction à Matlab pour le TNS
 - TD d'exercices théoriques et appliqués sur PC



Exemples d'outils numériques pour le traitement du signal

ENQUETE INDUSTRIELLE :

DECOUVERTE DU METIER DE L'INGENIEUR

Responsable pédagogique : E. Audusse (Ing., LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Rapport + Soutenance

Objectifs:

Réalisation d'une enquête en groupe auprès d'un ingénieur, ancien élève de la spécialité MACS engagé dans la vie active depuis quelques années, afin d'obtenir une vision assez exacte de la réalité quotidienne de l'ingénieur dans son activité professionnelle et de son parcours professionnel dans son ensemble, depuis l'obtention du diplôme.

Cette enquête est l'occasion, dès la première année, de découvrir différentes facettes du métier d'ingénieur mathématicien. Les élèves-ingénieurs seront également amenés à expérimenter le travail en groupe, à apprendre à rédiger un rapport de synthèse, ainsi qu'à présenter leurs conclusions en public.

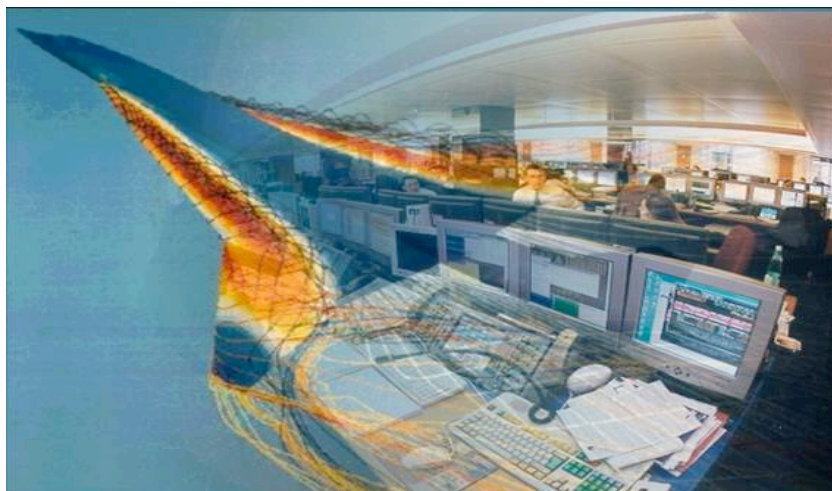
Contenu:

Le panel d'ingénieur est choisi par l'encadrant, représentatif des débouchés offerts aux jeunes diplômés. Les élèves-ingénieurs ont ensuite à mener à bien les étapes suivantes :

- Prise de contact avec l'ingénieur et demande de rendez-vous
- Recherche d'informations en amont sur le métier et l'entreprise, choix des questions
- Entretien avec l'ingénieur
- Débriefing de l'entretien, classement des informations
- Rédaction d'un rapport de synthèse
- Préparation et répétition de la soutenance

Prérequis :

Aucun



Les deux facettes de l'ingénieur mathématicien : calcul scientifique et analyse financière

THÉORIE DE L'INTÉGRATION et VARIABLES ALÉATOIRES

Volume horaire : 30h (cours) + 30h (TD)

Chargé de cours : L. Tournier (MCF, LAGA, Paris 13)

Chargé de TD : C. Foucart (MCF, LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Partiel + Examen

Objectifs du cours :

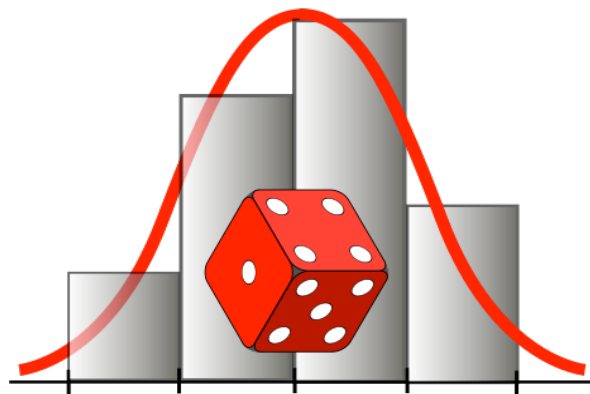
Les futurs ingénieurs de la MACS vont être amenés durant leur carrière à utiliser des probabilités et des statistiques. L'objectif du cours est d'assurer une formation en théorie de la mesure et en probabilités, offrant un bagage solide aux élèves ingénieurs. Il couvre aussi bien des problèmes très théoriques qu'un passage en revue des lois usuelles et de leur manipulation

Prérequis :

Cours d'analyse générale de L1-L2 ou de CPGE.

Contenu du cours :

- 1) Mesure de Lebesgue sur \mathbb{R} . Espaces L^1 et L^2 .
- 2) Théorèmes de convergence monotone et dominée.
- 3) Mesure de Lebesgue sur \mathbb{R}^n . Théorème de Fubini.
- 4) Probabilités sur des ensembles discrets. Variables aléatoires discrètes, espérance, indépendance, couples de variables aléatoires discrètes.
- 5) Variables aléatoires continues.
- 6) Suites de variables aléatoires et convergences.
- 7) Transformée de Fourier et fonctions caractéristiques.



Droite de régression d'une variable aléatoire et représentation de l'écart-type

ANALYSE NUMÉRIQUE pour les ÉQUATIONS AUX DÉRIVÉES PARTIELLES

Volume horaire : 30h (cours) + 30h (TD)

Chargé de cours : C. Basdevant (PU, LAGA, Paris 13)

Chargé de TD: E. Audusse (MCF, LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Partiel + Examen

Objectifs du cours :

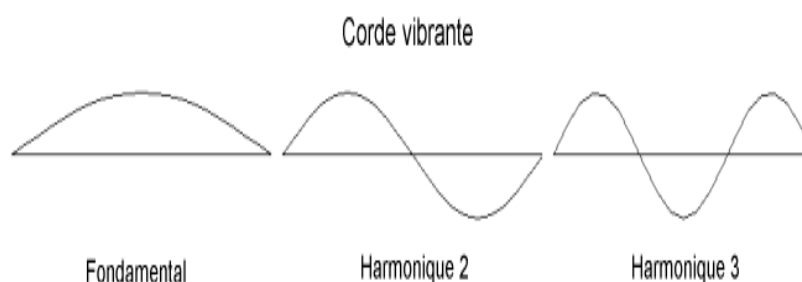
Construire, analyser et mettre en œuvre la discrétisation d'une EDP, notamment par l'écriture de schémas de différences finies ou de volumes finis pour les équations aux dérivées partielles.

Prérequis :

Analyse numérique 1, Analyse 1.

Contenu du cours :

- 1) Introduction - Classification des EDP : Propriétés fondamentales des EDP elliptiques, hyperboliques et paraboliques
- 2) Equation de la chaleur : Propriétés - principe du maximum ; Schéma d'Euler explicite - erreur de troncature ; Notions de consistance, stabilité et convergence ; Analyse de Von Neumann ; Schémas de Richardson, schéma implicite d'Euler, Theta-schémas
- 3) Approximation des problèmes elliptiques : Principe du maximum ; Discrétisation en différences finies et principe du maximum discret
- 4) Equation des ondes en dimension 1 : Schéma explicite ; Analyses de causalité, de Von Neumann, par l'énergie
- 5) Equations hyperboliques : Lois de conservation scalaire, courbes caractéristiques ; Schémas pour l'équation de transport
- 6) Introduction aux équations hyperboliques non linéaires : Notion de solution faible ; Schémas adaptés



*Harmoniques d'une corde vibrante.
L'équation des ondes est omniprésente dans les applications industrielles.*

LANGAGE C AVANCÉ

Volume horaire : 30h (cours)

Chargé de cours : S. Kokh (Ingénieur CEA)

Contrôle des connaissances : Partiel + Examen

Objectifs du cours :

Connaître les spécificités du langage C en vue de son utilisation en analyse numérique.

Prérequis :

Connaissance de base du langage C.

Contenu du cours :

- 1) Aperçu de la gestion mémoire
- 2) structures, pointeurs, allocation dynamique de mémoire
- 3) compilation multi-fichier, utilisation/création de bibliothèques
- 4) gestion de la compilation avec Gnu MAKE
- 5) debugage avec gdb
- 6) Pointeurs sur fonction
- 7) Structure de données
- 8) Entrée/sortie sur fichiers
- 9) Sortie de données pour GNUplot et en format VTK
- 10) utilisation du préprocesseur
- 11) priorité des opérateurs
- 12) chaînes de caractères



Le « C », un langage divin ?

MÉCANIQUE DES MILIEUX CONTINUS

Volume horaire : 30h (cours) + 30h (TD)

Chargé de cours : G. Francfort (PU, LAGA, Paris 13)

Chargé de TD : R. Abdelmoula (MCF, LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Partiel + Examen

Objectifs du cours :

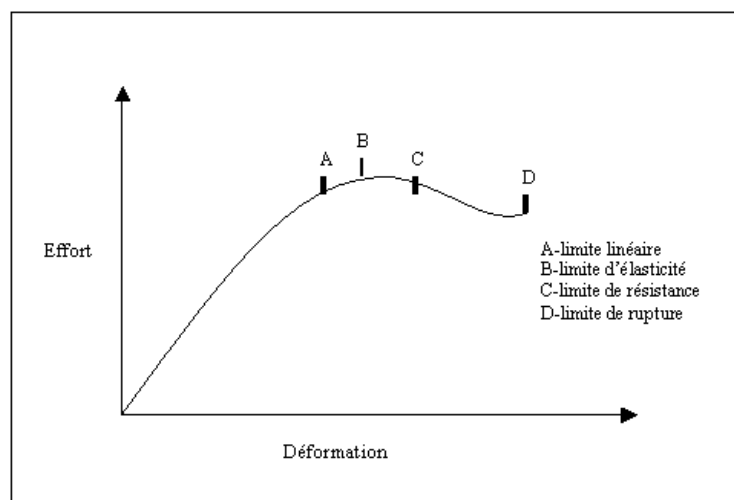
Introduire les notions fondamentales de la mécanique des milieux continus dans un cadre statique, avec une attention particulière à la mécanique du solide (la mécanique des fluides étant étudiée en 2ème année).

Prérequis :

Notions d'algèbre linéaire, de calcul différentiel et d'intégration de L1 et L2 ; quelques notions de mécanique rationnelle

Contenu du cours :

- 1) Milieux curvilignes plans déformables, une introduction aux concepts de la mécanique des milieux continus;
- 2) Déformations des milieux continus 3D : cinématique (Euler - Lagrange), les déformations, les tenseurs de déformation.
- 3) Efforts dans les milieux continus 3D : efforts extérieurs, efforts intérieurs, tenseur des contraintes de Cauchy.
- 4) Equations du mouvement des milieux continus et conditions aux limites.
- 5) Comportement des milieux continus 3D : principes généraux, comportement élastique linéarisé des solides; résolution des problèmes aux limites obtenus.



Des efforts à la déformation...

STATISTIQUES

Volume horaire : 21h (cours) + 30h (TD)

Chargé de cours : Y. Hu (PU, LAGA, Paris 13)

Chargé de TD : I. Balelli (Moniteur, LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Partiel + Examen

Objectifs du cours :

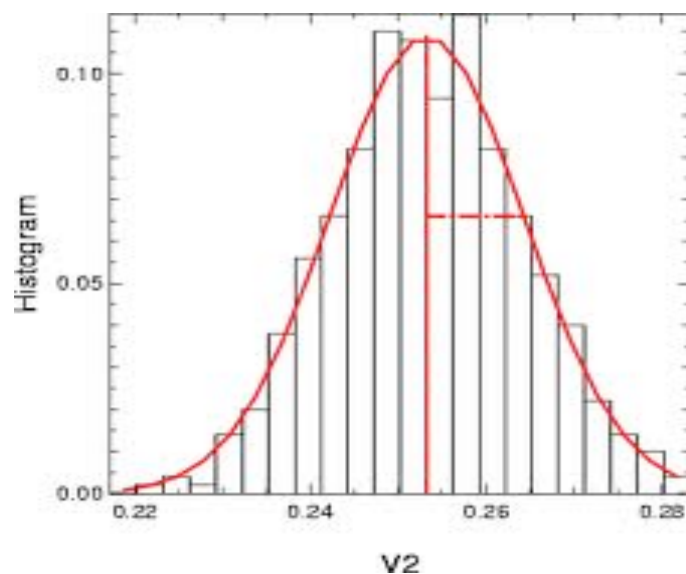
Etudier des méthodes de statistique inférentielle permettant de tirer des conclusions sur une population à l'aide de mesures données provenant d'un échantillon choisi dans cette population.

Prérequis :

Probabilités 1.

Contenu du cours :

- 1) Modèles statistiques, estimation ponctuelle (méthode des moments, maximum de vraisemblance), inégalité de Cramer-Rao, intervalles de confiance.
- 2) Vecteurs gaussiens, loi du χ^2 , de Student, de Fisher, théorème de Cochran, intervalles de confiance pour un échantillon gaussien.
- 3) Tests d'hypothèses, d'adéquation et d'indépendance, Lemme de Neyman-Pearson.
- 4) Modèles linéaire.



Histogramme de populations et enveloppe gaussienne

INTRODUCTION A LA FINANCE

Volume horaire : 15h (cours) + 15h (cours)

Chargés de cours : J. Wiltord (Ingénieur SG) et M. Mrad (MCF, LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Partiels (2)

Objectifs du cours :

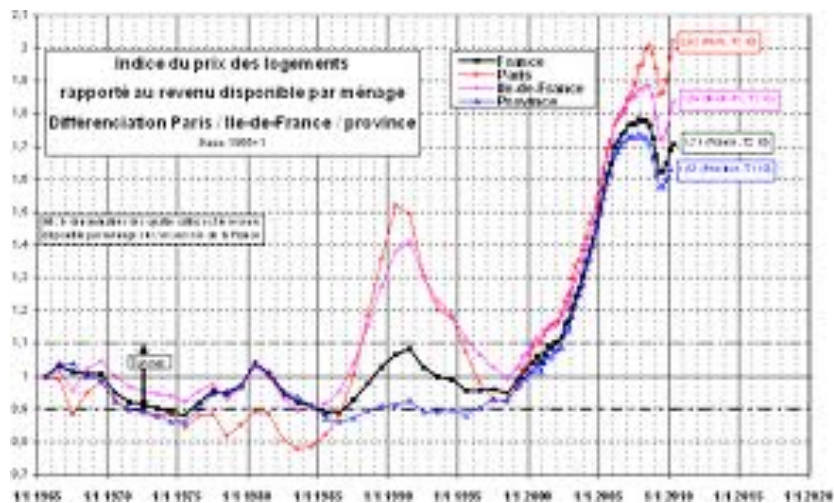
Ce cours est divisé en deux parties. La première a pour but d'introduire des notions relatives au monde de la finance et de présenter quelques métiers de la finance. La deuxième partie présente des modèles simples liés aux marchés financiers.

Prérequis :

Aucun

Contenu du cours :

- 1) Rôles des banques et des organismes financiers dans l'économie
- 2) Rôle des mathématiques et place de l'ingénieur dans la finance
- 3) TP d'initiation à Excel
- 4) Calculs de volatilité
- 5) Couverture et optimisation de portefeuilles



Indice du prix des logements

PROJETS NUMÉRIQUES DÉTERMINISTES

Volume horaire : 30h (projets)

Chargé de cours : B. Delourme (MCF, LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Contrôle continu

Objectifs du cours :

Mettre en œuvre les connaissances acquises en cours d'analyse numérique. Apprendre à manier un langage informatique simple (MATLAB). Apprendre à découper un problème complexe en sous-problèmes simples, puis à écrire les modules permettant de résoudre chacun de ces sous-problèmes. Gérer des petits projets de manière autonome.

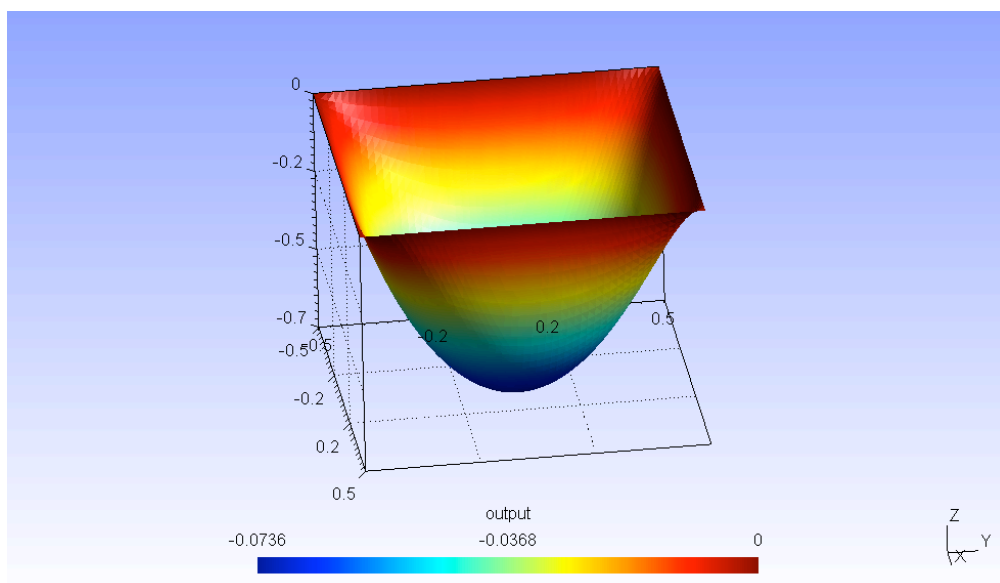
Prérequis :

Analyse numérique 1 et 2 MACS 1

Contenu du cours :

1) Ecriture d'algorithmes à partir de problèmes issus de l'algèbre linéaire, de la résolution de systèmes linéaires par méthode itérative (Jacobi, Gauss-Seidel) ou d'équations non linéaires, de la résolution de problèmes de valeurs propres et vecteurs propres (méthode de Jacobi, QR, puissance, GMRS), de la résolution numérique des Equations Différentielles Ordinaires (Euler explicite, implicite, méthodes de Runge Kutta et multi-pas) et des Equations aux Dérivées Partielles (différences finies, volumes finis).

2) Ecriture de programmes MATLAB à partir de ces algorithmes.



Solution de l'équation de Poisson par la méthode des différences finies

PROJETS NUMÉRIQUES PROBABILISTES

Volume horaire : 30h (projets)

Chargé de cours : A. Kebaier (MCF, LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Contrôle continu

Objectifs du cours :

Mettre en œuvre les connaissances acquises en cours de probabilités et statistiques. Apprendre à manier un langage informatique simple (MATLAB). Gérer des petits projets de manière autonome.

Prérequis :

Cours de Probabilités et Statistiques MACS 1

Contenu du cours :

- 1) Générateurs pseudo aléatoires
- 2) Méthode de génération des lois usuelles : inversion, acceptation - rejet
- 3) Monte-Carlo : calcul d'espérances et de quantiles
- 4) Réduction de variance, échantillonnage préférentiel



Comment générer un nombre aléatoire avec une machine déterministe ???

Présentation des cours de deuxième année

METHODE des ELEMENTS FINIS :

THEORIE ET MISE EN OEUVRE

Volume horaire : 24h (Cours) + 21h (TD)

Chargé de cours : F. Caro (Ing., CEA)

Chargé de TD : C. Japhet (MCF, LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Partiel + Examen + Devoirs

Objectifs du cours :

Ce cours, en partenariat avec les TD et TP qui lui sont associés, est destiné à présenter aux futurs ingénieurs les bases de l'analyse numérique : notion de « résolution numérique » d'un problème, choix d'une méthode, analyse de convergence et de stabilité, mise en œuvre informatique.

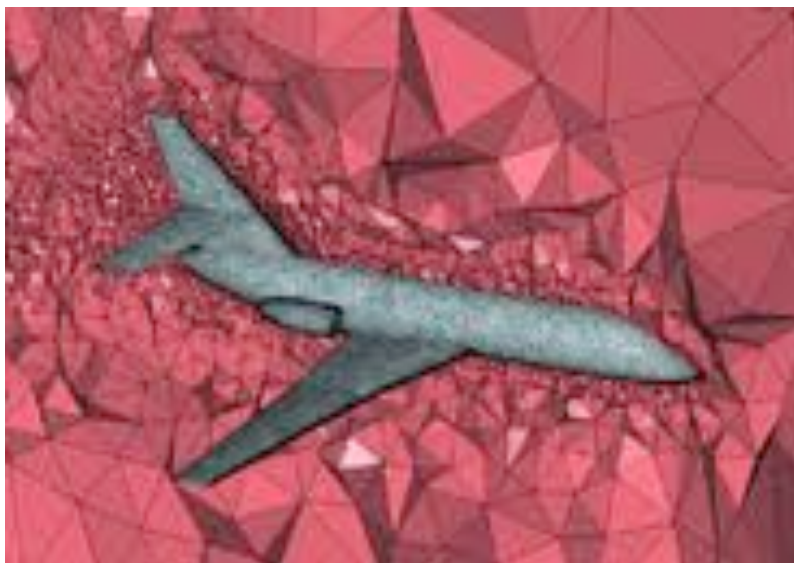
Contenu du cours :

Eléments Finis :

- 1) Espaces de Sobolev, formules de Green, théorème de trace.
- 2) Formulation variationnelle, théorème de Lax-Milgram. Applications et extensions.
- 3) Méthodes d'éléments finis : définition, approximation, convergence, mise en œuvre, assemblage.

Prérequis :

Analyse numérique 1 et 2, Analyse MACS 1



Maillage éléments finis 3D d'un avion et de l'air environnant.

OPTIMISATION CONTINUE

et ANALYSE CONVEXE

Volume horaire : 24h (Cours) + 21h (TD)

Chargé de cours : O. Lafitte (PU, LAGA, Paris 13)

Chargé de TD : E. Audusse (MCF, LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Partiel + Examen + Devoirs

Objectifs du cours :

Ce cours, en partenariat avec les TD et TP qui lui sont associés, est destiné à présenter aux futurs ingénieurs les bases de l'analyse numérique : notion de « résolution numérique » d'un problème, choix d'une méthode, analyse de convergence et de stabilité, mise en œuvre informatique.

Contenu du cours :

Optimisation :

- 1) Optimisation avec ou sans contraintes : convexité, lagrangiens, dualité, point selle.
- 2) Algorithmes pour l'optimisation sans contrainte : gradient, gradient conjugué, GMRES...
- 3) Algorithmes pour l'optimisation avec contraintes : projection, Uzawa, ..

Prérequis :

Analyse numérique 1 et 2, Analyse



Dido Purchases Land for the Foundation of Carthage. Engraving by Matthäus Merian the Elder, in *Historische Chronica*, Frankfurt a.M., 1630. Dido's people cut the hide of an ox into thin strips and try to enclose a maximal domain.

Le problème de Didon ou comment obtenir la plus grande surface pour un périmètre donné.

PROCESSUS STOCHASTIQUES

EN TEMPS DISCRETS

Volume horaire : 30h (cours) + 30h (TD)

Chargé de cours : Y. Hu (PU, LAGA, Paris 13)

Chargé de TD et de TP : L. Tournier (MCF, LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Partiel + Examen + Devoir Maison

Objectifs du cours :

Dans ce cours, on étudiera d'une part en théorie les chaînes de Markov et les martingales en temps discret, et d'autre part leurs applications en finance.

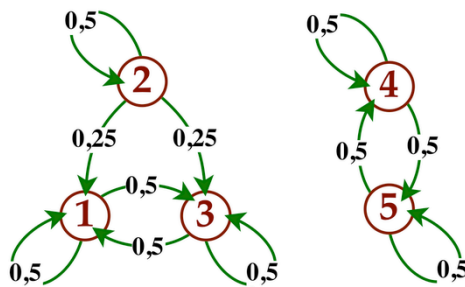
Contenu du cours :

- (1) Chaîne de Markov
- (2) Espérances conditionnelles
- (3) Martingales en temps discret
- (4) Applications de la théorie de martingales en finance : Modèle de Cox-Ross-Rubinstein
- (5) Arrêt optimal et options américaines.

Prérequis :

Probabilités de base de L3 : Variables aléatoires, lois discrètes et continues, espérance, loi des grands nombres, théorème central de limite.

$$P = \begin{pmatrix} 1/2 & 0 & 1/2 & 0 & 0 \\ 1/4 & 1/2 & 1/4 & 0 & 0 \\ 1/2 & 0 & 1/2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1/2 & 1/2 \\ 0 & 0 & 0 & 1/2 & 1/2 \end{pmatrix}$$



Un exemple de chaîne de Markov et la matrice associée

LANGAGE C++

Volume horaire : 30h (cours)

Chargés de cours : P. d'Anfray (Ing., CEA) et X. Juvigny (Ing., ONERA)

Contrôle des connaissances : Partiel + Examen

Objectifs du cours :

Etre capable d'utiliser l'approche orientée objet pour modéliser une application ou rejoindre un projet existant: démarche et mise en oeuvre en langage C++.

Contenu du cours :

- 1) Conception
 - Notions de Génie Logiciel
 - Programmation Objet
- 2) Langage C++
 - De C à C++
 - Nouveaux concepts (et nouveau langage)
- 3) Objets en C++
 - Classes
 - Construire une application
 - Généricité: patrons, héritage
 - Exceptions

Projet/programmation en C++

Prérequis :

Algorithmique, connaissance des langages de programmation, maîtrise du langage C.



Langage C++ : un langage « orienté objet »

MECANIQUE DES FLUIDES

Volume horaire : 15h (cours) + 15h (TD)

Chargé de cours et TD : A. Mekkas (Ing., CEA)

Contrôle des connaissances : Partiel + Examen + Devoirs

ME : Mécanique des fluides et Equation de Boltzmann

Objectifs du cours :

Introduire les principaux concepts de la mécanique des fluides

Contenu du cours :

Statique des fluides :

- 1) Formulation et résolution dans quelques cas simples
- 2) Tension superficielle
- 3) Propriétés énergétiques des configurations d'équilibre.

Dynamique des fluides parfaits incompressibles

- 1) Equation d'Euler et de Navier-Stokes
- 2) Ecoulements irrotationnels et incompressibles
- 3) Théorèmes de Bernoulli
- 4) Ondes de surface

Prérequis :

Mécanique 1



Tourbillons de Von Karmann en aval d'un obstacle

EQUATION DE BOLTZMANN

Volume horaire : 15h (cours)

Chargé de cours : S. Dellacherie (CEA)

Contrôle des connaissances : Examen

ME : Mécanique des fluides et Equation de Boltzmann

Objectifs du cours :

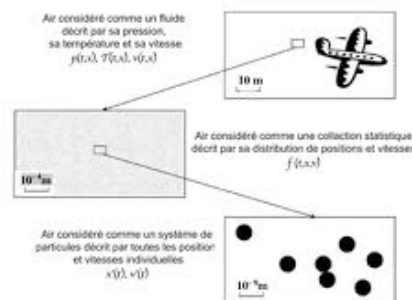
Ce cours s'attache à montrer comment passer d'une description atomique de la matière à une description statistique de la matière *via* l'équation cinétique de Boltzmann, équation qui permet de décrire notamment le comportement d'un gaz en atmosphère raréfiée. Ce cours s'attache également à montrer comment passer de l'équation de Boltzmann aux équations de la mécanique des milieux continus décrivant le comportement d'un fluide (équations d'Euler et de Navier-Stokes).

Contenu du cours :

- 1) Rappels de mécanique du point. Notions de gaz dilué, de section efficace, de libre parcours moyen, de nombre de Knudsen, de gaz raréfié et de gaz dense.
- 2) Dérivation de l'équation cinétique de Boltzmann.
- 3) Propriétés de l'équation de Boltzmann dans le cas homogène en espace : théorème H (notion d'entropie), minimisation de l'entropie, construction de l'état d'équilibre thermodynamique (notion de maxwellienne).
- 4) Dérivation formelle des équations d'Euler et de Navier-Stokes compressibles à partir de l'équation de Boltzmann. Origine des phénomènes de dissipation (viscosité et conduction thermique).
- 5) Résolution numérique de l'équation de Boltzmann (méthode de Monte-Carlo, méthode déterministe).
- 6) Quelques extensions de la théorie cinétique classique de Boltzmann.

Prérequis :

Mathématiques de base de L1-L2, analyse (intégrales, équations différentielles).



De la mécanique du point à la mécanique des fluides - Echelles microscopique, mésoscopique et macroscopique

FINANCE DE MARCHE

Volume horaire : 15h (cours)

Chargé de cours : V. Bendiyan (Ingénieur Société Générale)

Contrôle des connaissances : Examen

ME : Mathématiques dans le métier de l'Ingénieur

Objectifs du cours :

Introduire les différents modèles qui sont utilisés en finance de marché.

Contenu du cours :

Titres de dettes

Marchés financiers

Metiers et stratégies en salle de marchés

Taux interbancaires

Rôle de la banque centrale européenne

Titrisation

Prérequis :

Introduction à la finance



Une salle de marché

METHODES en INGENIERIE MATHEMATIQUE

Volume horaire : 15h (cours)

Chargé de cours : E. Duceau (Directeur scientifique au centre de recherche d'EADS)

Contrôle des connaissances : Soutenances (2 par groupe), en groupe de 2

ME : Mathématiques dans le métier de l'Ingénieur

Objectifs du cours :

Le cours vise à aborder plusieurs dimensions du travail de l'ingénieur « MACS » en poste au sein d'une équipe de R&D : il insiste sur les aspects pluridisciplinaires et donc la communication scientifique entre plusieurs acteurs, c'est pourquoi on insiste sur la présentation de la démarche scientifique autant que sur le contenu mathématique (vu par ailleurs).

Contenu du cours :

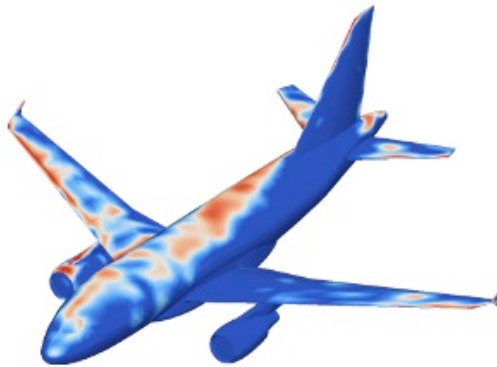
Chaque séance se présente comme une étude de cas :

- interface avec les experts du domaine d'application pour la modélisation,
- démarche de critique et pertinence des modèles retenus : quel modèle pour quel usage ?
- démarche d'analyse d'erreurs (numérique, de données, de modèle) en situation d'incertitudes et de méconnaissance,
- validation : qu'est-ce que ça veut dire dans un contexte industriel

Dans chaque séance, un (ou plusieurs) groupe d'élèves présente un exemple qu'il a choisi et un débat de type « pluri-disciplinaire / pluri-culturel » est déclenché. La progression du groupe est mesurée lors de la dernière séance : c'est cette progression qui mesure la validation du module. (*Un travail effectif du groupe sur l'exposé en construction est donc nécessaire entre 2 séances*). Le choix du thème est laissé au groupe, l'animateur pouvant couvrir la modélisation en « physique » et en « finance ».

Prérequis :

Mécanique 1 et 2, Analyse Numérique 1, 2 et 3



Calcul électromagnétique sur un AIRBUS

PROJETS NUMERIQUES DETERMINISTES

APPLICATION de la METHODE des ELEMENTS FINIS

Volume horaire : 30h (projets)

Chargé de projets : C. Japhet (MCF, LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Contrôle continu + Rapport + Soutenance

Objectifs du cours :

Mettre en pratique les connaissances acquises en cours d'analyse numérique, d'éléments finis et d'optimisation. Apprendre à manipuler un langage informatique évolué (Langage C). Apprendre à mener un projet de manière autonome, individuellement ou en groupe.

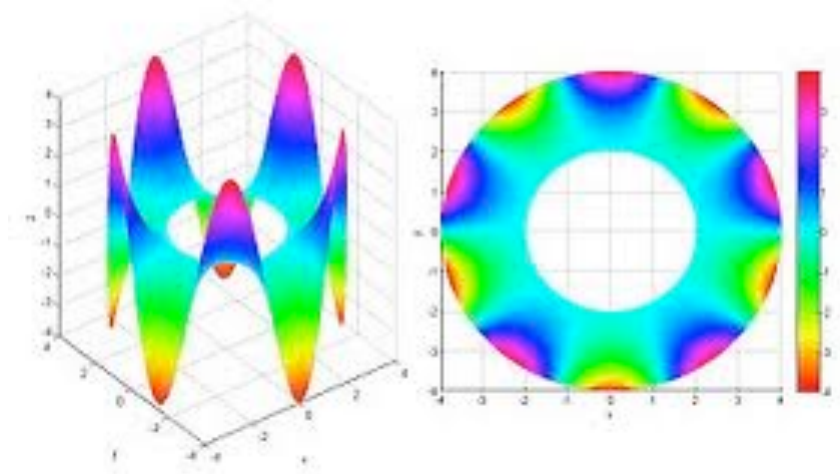
Contenu du cours :

- 1) Mise en œuvre de la méthode des éléments finis 1d et 2d
- 2) Création et manipulation de structures
- 3) Ecriture et comparaison d'algorithmes de résolution de systèmes linéaires
- 4) Visualisation des résultats obtenus
- 5) Utilisation de logiciels libres (maillages, algèbre linéaire, visualisation...)
- 6) Interfaçage de logiciels

Les premières séances seront consacrées à la prise en main des outils au travers de TP. La deuxième partie du projet sera consacrée à la réalisation d'un projet plus ambitieux (par groupe de 3 ou 4 élèves).

Prérequis :

Analyse numérique 1, 2 et 3, Langage C



Solution de l'équation de la chaleur sur une couronne (calculée en utilisant la méthode des éléments finis).

PROJETS NUMERIQUES PROBABILISTES

APPLICATIONS des CHAINES de MARKOV

Volume horaire : 30h (projets)

Chargé de projets: H.Pages (PAST, Banque de France & LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Contrôle continu + Rapport + Soutenance

Objectifs du cours :

The purpose of this course is to highlight a few applications of discrete Markov chains, with an emphasis on their usefulness from end-users' point of view. One thread is the valuation of financial derivatives for both European and American-style exercise, based on the binomial method developed by Cox, Ross & Rubinstein (1979). The essential tools in the theory of backward Kolmogorov equations are recalled. The other thread is recursive macroeconomics, where discrete Markov chains can be used as a powerful tool to solve complicated dynamic problems through a parsimonious representation of the evolution of state variables. In the simplest setting, there is a single agent placed in a stochastic environment that must trade-off current period's utility and a continuation value for utility in all future periods. More sophisticated versions revolve around equilibrium concepts rendering the choices of multiple agents coherent. While a host of practical issues can be studied, the course will focus on the role of distorting taxes and the design of optimal fiscal policy as an example.

Contenu du cours :

Lectures will comprise two parts. Some essential results will first be conveyed on an intuitive level through slides. A "hands-on" session is then devoted to a practical problem and its implementation using either Scilab or Matlab. Students have to hand in the code, individually or in pairs, when the course resumes the following week.

Prérequis :

Basic familiarity with mathematical concepts is expected.



Le jeu de roulette : un des premiers exemples d'applications de martingales en temps discret.

THEORIE des DISTRIBUTIONS

FONDEMENTS et PROPRIETES

Volume horaire : 24h (cours) + 21h (TD)

Chargé de cours : H. Boumaza (MCF, LAGA, Paris 13)

Chargé de TD: S. Vento (MCF, LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Examen + Devoirs

Objectifs du cours :

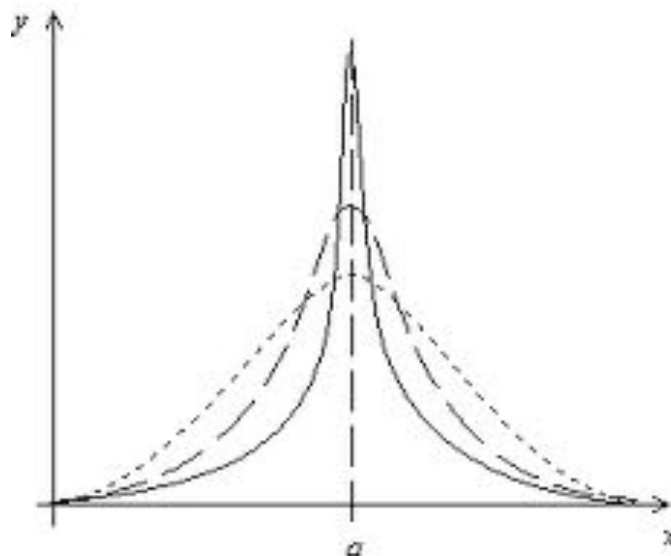
Donner une base théorique solide aux différentes techniques utilisées dans les cours d'Analyse Numérique et d'Optimisation.

Contenu du cours :

- 1) Définition, Mesure de Dirac, Approximation de l'identité
- 2) Dérivée, ordre, support, restriction, opérations élémentaires
- 3) Formule des sauts, formule de Green, convolution.
- 4) Distributions tempérée.
- 5) Transformée de Fourier des distributions tempérées.

Prérequis :

Théorie de l'intégration de MACS1 (ou L3), en particulier le théorème de convergence dominé. Notions d'analyse fonctionnelle (densité dans les espaces de fonctions, convergence uniforme...).



Approximations de la masse de Dirac.

CALCUL STOCHASTIQUE et MOUVEMENT BROWNIEN

Volume horaire : 15h (cours) + 15h (TD)

Chargé de cours et TD : J.S. Dhersin (PU, LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Examen

Objectifs du cours :

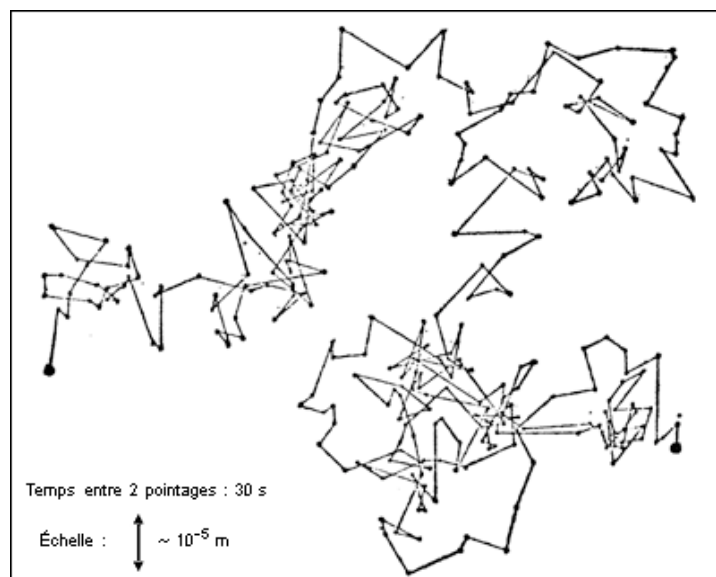
Introduire et se familiariser avec les outils principaux du calcul stochastique, notamment le mouvement brownien et l'utilisation de la formule d'Itô dans l'étude et l'analyse des modèles stochastiques surtout en économie et en finance.

Contenu du cours :

- 0) Rappels de probabilités: vecteurs gaussiens, esperance conditionnelle
- 1) Notions de processus, filtrations, temps d'arrêt
- 3) Mouvement brownien et ses propriétés
- 4) Construction de l'intégrale stochastique
- 5) Formule d'Itô et ses applications
- 6) Changement de probabilités: théorème de Girsanov
- 7) Applications en finance: modèle de Black-Scholes.
- 8) Introduction aux équations différentielles stochastiques et formule de Feynman-Kac

Prérequis :

Probabilités I et II



Le mouvement brownien, d'abord introduit par les physiciens, est aujourd'hui très utilisé en probabilités

ESPACES de SOBOLEV et MECANIQUE QUANTIQUE

Volume horaire : 15h (cours) + 15h (projets)

Chargé de cours : O. Lafitte (PU, LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Examens + Projets

ME : Analyse appliquée avancée

Objectifs du cours :

Pouvoir calculer une fonction de probabilité de présence d'une particule solution de l'équation de Schrödinger. Pouvoir étudier l'évolution d'un système à deux ou trois états.

Contenu du cours :

- Définitions des espaces de Sobolev.
- Application aux problèmes aux limites. Formules de trace.

- Equation de Schrödinger avec potentiel
- Inégalité d'Heisenberg
- Transformée de Fourier et opérateur d'impulsion
- Notion d'observable
- Paradoxe du chat de Schrödinger
- Barrière et puit de potentiel
- Oscillateur harmonique quantique

Prérequis :

Analyse 1 et 2, Optimisation, Statistique



Le paradoxe du chat de Schrödinger

METHODES MULTI-EHELLES

Volume horaire : 15h (cours)

Chargé de cours : J. Liandrat (PU, Centrale Marseille)

Contrôle des connaissances : Examen

ME : Analyse appliquée avancée

Objectifs du cours :

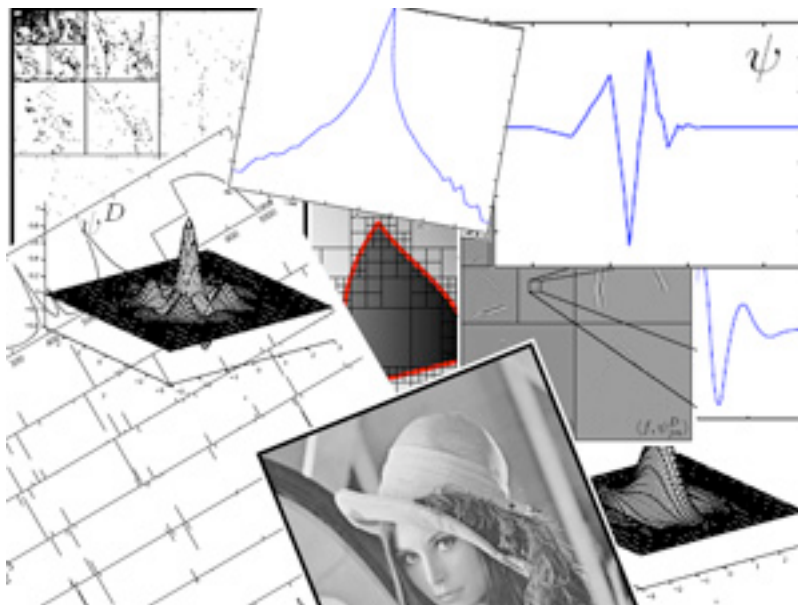
Ce cours porte sur quelques méthodes d'approximation et en particulier sur l'approximation multi-échelle. On abordera en particulier l'approximation spline, la construction des bases d'ondelettes et les schémas de subdivision. On présentera certaines applications pour la représentation/compression des images, l'animation et la résolution numérique d'équations aux dérivées partielles.

Contenu du cours :

- 1) Approximation multi-échelle
- 2) Analyses multi-résolutions et ondelettes ; applications
- 3) Schémas de subdivision ; applications
- 4) Approximation non linéaire

Prérequis :

Analyse et Analyse numérique



Les bases d'ondelettes sont notamment utilisées pour la compression d'images

PROBLEMES PARABOLIQUES

THEORIE et DISCRETISATION

Volume horaire : 15h (cours) + 15h (TD)

Chargé de cours : P. Omnes (PAST, CEA et LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Partiels

Objectifs du cours :

Il s'agit de présenter les techniques fondamentales pour la discrétisation d'équations paraboliques par la méthode des volumes finis centrés sur les cellules.

Contenu du cours :

Une étude complète (discrétisation, existence, unicité, propriétés de la solution du schéma numérique et estimations d'erreur pour la convergence vers la solution du problème continu) est proposée en une dimension d'espace. En deux dimensions d'espace, nous nous focalisons sur la principale difficulté de ce type de schéma, à savoir la construction d'une approximation du flux de diffusion au travers des interfaces entre les volumes de contrôle voisins. Le cas particulier du flux à deux points sur maillages orthogonaux est étudié, mais aussi plusieurs techniques de flux à plusieurs points sur maillages plus généraux. Le cas de coefficients de diffusion anisotropes et discontinus est abordé, ainsi que l'extension des schémas présentés à une équation parabolique et à une équation de convection diffusion.

Prérequis :

Formulation variationnelle des équations aux dérivées partielles elliptiques, espaces de Sobolev L^2 et H^1 , formules de Green-Ostrogradski,

Description d'un milieu poreux

SYSTEMES HYPERBOLIQUES

THEORIE et NUMERIQUE

Volume horaire : 30h (cours)

Chargé de cours : F. Dubois (PU, CNAM Paris)

Contrôle des connaissances : Partiels

Objectifs du cours :

Présenter des éléments d'analyse mathématique et quelques schémas numériques pour les équations aux dérivées partielles hyperboliques et sur un cas particulier de système. Les problèmes hyperboliques ont des applications importantes en mécanique des fluides, mais également pour d'autres phénomènes moins connus, par exemple la modélisation du trafic routier.

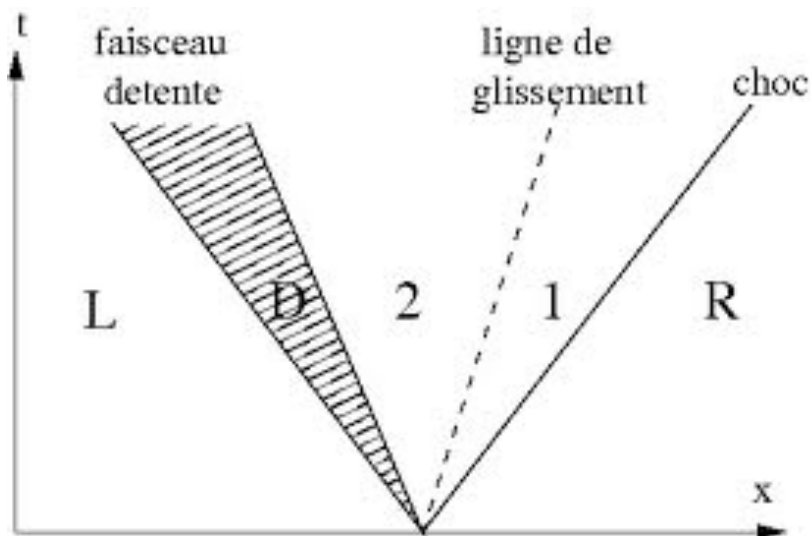
Contenu du cours :

Advection non linéaire : caractéristiques, acoustique linéaire, formulation faible, chocs, détente, entropie mathématique, volumes finis, schéma de Godunov.

Introduction aux équations de Saint Venant : modélisation physique et mathématique, ondes de détente et de chocs, relations de Rankine-Hugoniot, problème de Riemann.

Prérequis :

Mathématiques générales de base, dont les valeurs propres et vecteurs propres en dimension finie et les fonctions convexes.



Solution du problème de Riemann pour les équations d'Euler.

MECANIQUE :

ELASTICITE LINEAIRE

Volume horaire : 15h (cours) + 15h (TD)

Chargé de cours : I. Ionescu (PU, LSPM, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Partiel + Examen

Note : Cours d'option, en balance avec « Mesure de risque »

Objectifs du cours :

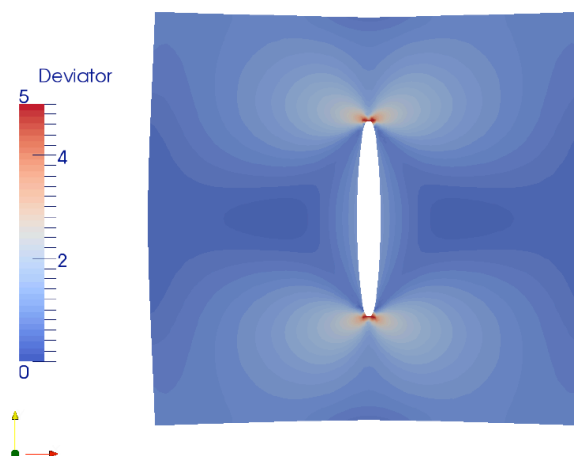
Ce cours est destiné à présenter aux futurs ingénieurs les bases en mécanique des solides : modéliser, analyser et résoudre le problème du chargement statique en élasticité linéaire.

Contenu du cours :

1. Rappels mécaniques des milieux continus : cinématique (description lagrangienne et eulérienne, déformation) et lois de conservation (masse, quantité de mouvement, tenseurs des contraintes, cercles de Mohr).
2. Elasticité linéaire : loi constitutive, isotropie, loi de Hooke, équations de l'elasto-statique, conditions aux limites.
2. Problèmes élémentaires et la signification mécanique des coefficients élastiques.
3. Approche variationnelle en déplacement : existence, unicité, approximation interne (éléments finis).
4. Formulations 2D : problèmes anti-plane, plane et axisymétrique.
5. Ecrire et utiliser un code FreeFem++ pour résoudre un problème de chargement statique en élasticité linéaire. Visualisation (Paraview) et interprétation des résultats.

Prérequis :

Mécanique des milieux continus, équations elliptiques linéaires, discrétisation éléments finis, langage C++.



Déformation plane d'une pièce en présence d'une fissure (calculé avec FreeFem++) et les contours du deviateur des contraintes (visualisé avec Paraview).

MESURE de RISQUE

Volume horaire : 30h (cours)

Chargé de cours : A. Kebaier & M. Ben Alaya (MCF, LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Examen

Note : Cours d'option, en balance avec « Mécanique : Elasticité linéaire »

Objectifs du cours :

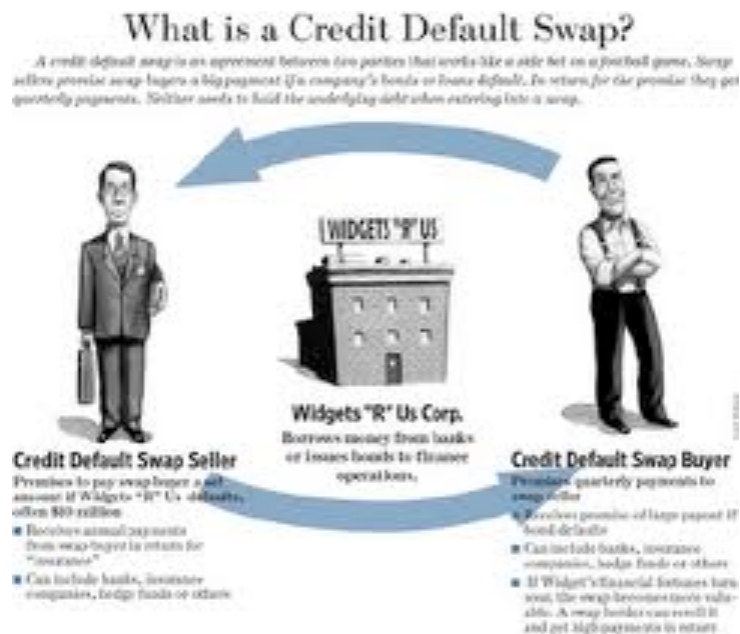
Le but de ce cours est d'initier les étudiants, dans une partie théorique, aux outils de mesure des risques concernant la salle de marché et la gestion du portefeuille d'actifs. Le principal thème théorique est autour de la théorie des valeurs extrêmes.

Contenu du cours :

- 1) Introduction aux produits dérivés dans un marché financier
- 2) Mesures de risque monétaires: propriétés de la VaR et de la CVaR
- 3) Quantiles : définitions et propriétés
- 4) théorie de la loi des valeurs extrêmes
- 5) Estimation des quantiles à l'aide de la théorie des lois de valeurs extrêmes

Prérequis :

Mathématiques de base de L1-L3 avec des acquis de niveau L3 en probabilité et statistique (fonctions convexes, fonctions de répartition, estimation paramétriques, Théorème de la limite Centrale, Intervalle de Confiance)



La mesure de risque, un outil essentiel en finances

PROJETS NUMERIQUES :

VOLUMES FINIS pour les EQUATIONS PARABOLIQUES

Volume horaire : 30h (projets)

Chargé de projets: P. Omnes (PAST, CEA et LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Contrôle continu + Rapport + Soutenance

Objectifs du cours :

Mettre en œuvre les connaissances acquises en cours d'analyse numérique et en cours d'informatique. Apprendre à conduire un projet de manière autonome, que ce soit individuellement ou en équipe. Apprendre à utiliser des logiciels libres.

Contenu du cours :

Mise en œuvre de la méthode des volumes finis 2d : points communs et différences avec la méthode des éléments finis.

Ecriture et comparaison d'algorithmes de résolution de systèmes linéaires basés sur les méthodes de Krylov

Utilisation de logiciels libres (maillages, algèbre linéaire, visualisation...)

Les premières séances seront consacrées à la prise en main des outils au travers de TP. La deuxième partie du projet sera consacrée à la réalisation d'un projet plus ambitieux (par groupe de 3 ou 4 élèves).

Prérequis :

Cours Volumes Finis, Projets Elements Finis, Langage C.

Simulation d'un écoulement en milieu poreux.

PROJETS NUMERIQUES :

VOLUMES FINIS pour les EQUATIONS HYPERBOLIQUES

Volume horaire : 30h (projets)

Chargé de projets: E. Audusse (MCF, LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Contrôle continu + Rapport + Soutenance

Objectifs du cours :

Mettre en œuvre les connaissances acquises en cours d'analyse numérique et en cours d'informatique. Apprendre à conduire un projet de manière autonome, de manière individuelle ou collective.

Contenu du cours :

Mise en œuvre de la méthode des volumes finis en 1d sur différentes équations hyperboliques : transport simple, burgers, systèmes de Saint-Venant.

Introduction de la notion de flux numérique et analyse de différents flux

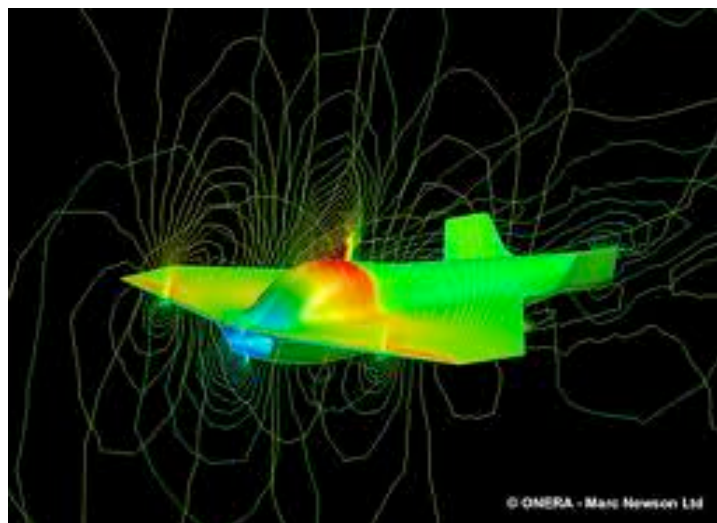
Notions de consistance et stabilité

Utilisation de logiciels libres (maillages, algèbre linéaire, visualisation...)

Les premières séances seront consacrées à la prise en main des outils au travers de TP. La deuxième partie du projet sera consacrée à la réalisation d'un projet plus ambitieux (par groupe de 3 ou 4 élèves).

Prérequis :

Systèmes hyperboliques, Langage C, Langage C++



Simulation numérique de l'écoulement autour d'un avion

ATELIER LOGICIELS : VBA

Volume horaire : 15h (cours)

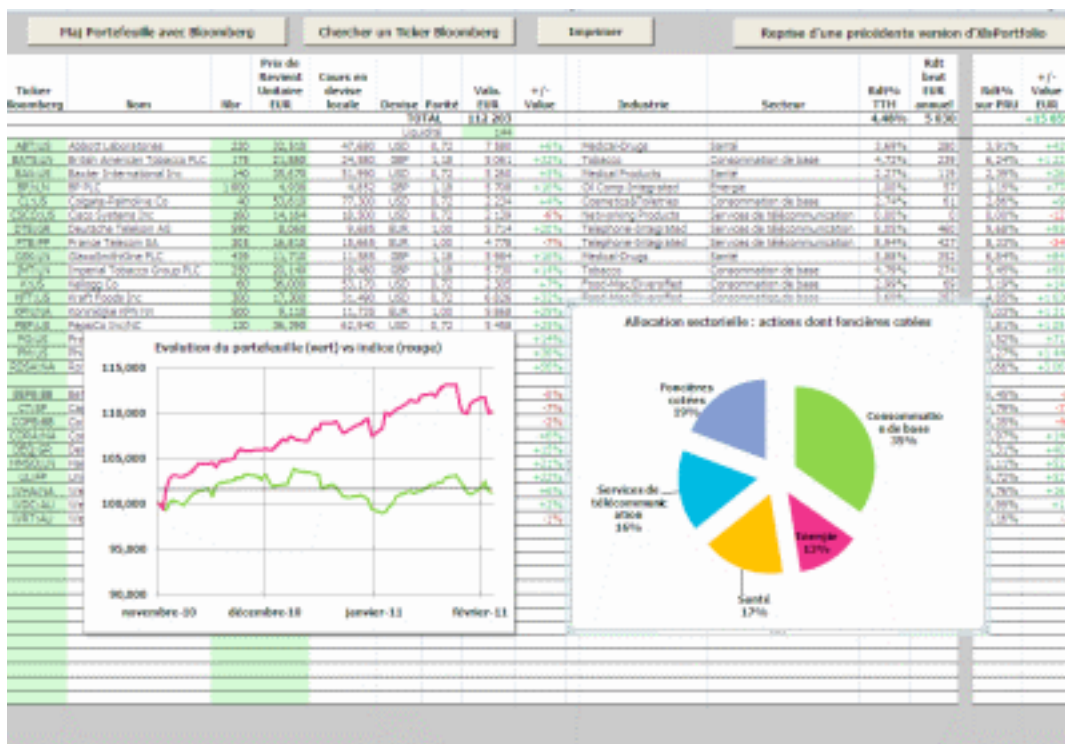
Chargés de cours : H. Pages (PAST, Banque de France & LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Projets

ME : Projets Métiers

Objectifs du cours :

Ces ateliers logiciel, orientation finance, ont pour but d'initier les élèves à la manipulation des logiciels SAS et VBA sur des cas concrets d'études de séries temporelles, d'actions ou de produits dérivés. La manipulation de C-SHARP et des packages dérivés d'EXCEL sont aussi au programme.



Cotation d'action sous EXCEL

ATELIER LOGICIELS : SCILAB

Volume horaire : 15h (cours)

Chargés de cours : E. Flauraud (Ing., IFPEN)

Contrôle des connaissances : Projets

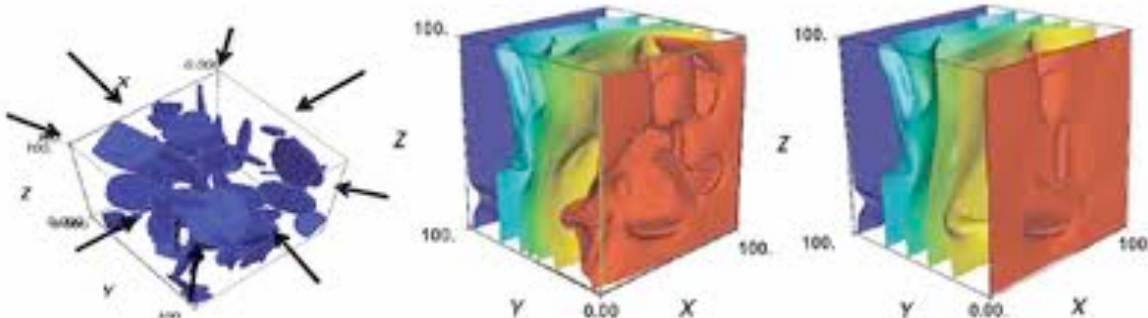
ME : Projets Métiers

Objectifs du cours :

Ce cours se propose d'être à la fois l'occasion de découvrir le logiciel SCILAB, logiciel libre de type MATLAB, ainsi que certaines de ses "boîtes à outils" tout en appliquant les méthodes vues en cours à un problème concret, en l'occurrence la résolution numérique des écoulements diphasiques et incompressibles en milieux poreux.

Contenu du cours :

Le cours débutera par la présentation du modèle mathématique des écoulements diphasiques incompressibles en milieux poreux (équation elliptique en pression et hyperbolique en saturation). On présentera ensuite la discrétisation des équations par une méthode des volumes finis puis on étudiera la stabilité du schéma explicite en saturation et on terminera par la programmation sous Scilab de petits codes prototypes 1D et 2D pour illustrer les résultats théoriques.



Description d'un milieu poreux

Présentation des cours de troisième année

CONTROLE OPTIMAL

Volume horaire : 24h (cours) + 15h (Projets)

Chargé de cours : C. Basdevant (PU, LAGA, Paris 13)

Chargé de projets: E. Joffre (Ing. EADS)

Contrôle des connaissances : Examen + Projet

Objectifs du cours :

Comprendre et maîtriser les outils du contrôle optimal

Contenu du cours :

Optimisation : de la dimension finie à la dimension infinie

Principe du minimum de Pontryaguine

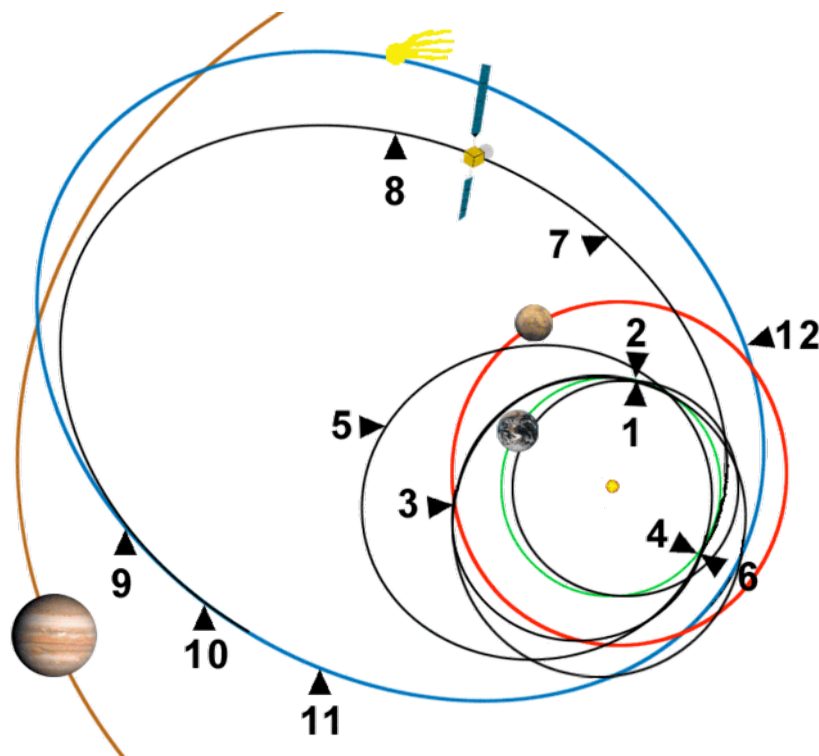
Optimisation dynamique de Richard Bellman et équation d'Hamilton-Jacobi-Bellman

Introduction au contrôle des équations aux dérivées partielles

Optimisation multi-critères ; approche de Pareto

Prérequis :

Outils et méthodes de l'optimisation en dimension finie



*Un exemple de contrôle optimal :
Suivre une trajectoire donnée en injectant une quantité minimale de carburant*

MODELISATION DES INCERTITUDES

Volume horaire : 24h (cours) + 15h (Projets)

Chargés de cours : R. Lebrun (Ing., EADS)

Chargés de projets: F. Mangeant (Ing., EADS) & J.M. Martinez (Ing., CEA)

Contrôle des connaissances : Examen et projet informatique

Objectifs du cours :

Le cours de modélisation des incertitudes dans l'industrie est destiné à sensibiliser les étudiants de la MACS 3 à cette problématique au travers du rappel des principales méthodes utilisées aujourd'hui dans l'industrie. Le cadre général de travail s'appuie sur les modèles statistiques et les méthodes de simulation probabilistes.

Contenu du cours :

- 1) Introduction aux fonctions de répartition et quantiles de variables aléatoires multidimensionnelles
- 2) Estimation paramétrique, théorèmes limite et Intervalles de confiance
- 3) Théorie des copules
- 4) Techniques de réduction de variance
- 5) Analyse d'incertitudes de modèles simplifiés par des polynômes de chaos.
- 6) Analyse de la propagation des incertitudes et méthodes de cumul quadratique

Prérequis :

Mathématiques de base de L1-L3 avec des acquis de niveau L3 en probabilité et statistique (Algèbre linéaire, optimisation, fonctions de répartitions, estimation paramétriques, Théorèmes limites, Intervalle de Confiance)



Evaluer les incertitudes : un enjeu d'importance en aéronautique

MODELISATION et CALCUL SCIENTIFIQUE pour les SYSTEMES COMPLEXES

Volume horaire : 24h (cours) + 15h (Projets)

Chargé de cours : J. Ryan (Ing., ONERA)

Chargé de projets : K. Delamotte (Doctorant, IMACS & Paris 13)

Contrôle des connaissances : Projet

Objectifs du cours :

Ce cours se propose de donner un aperçu des diverses méthodes de décomposition de domaines, inventées au fil du temps dans divers contextes. Pour guider l'étudiant, nous donnerons un problème modèle simple sur lequel nous introduirons les principaux concepts et mécanismes, chaque fois illustrés par des petits programmes Matlab qu'il pourra faire tourner pour comprendre.

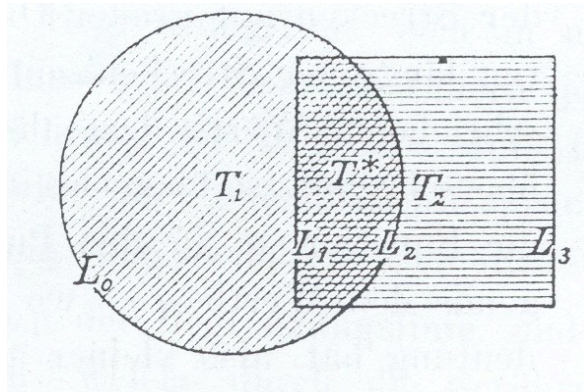
Contenu du cours :

- Rappels sur les méthodes itératives de résolution de systèmes linéaires (Jacobi, Gauss-Seidel, SOR, gradient)
- Méthodes de Schwarz
- Méthode de Schur
- Préconditionneur grille grossière.

D'autre part cinq séances seront consacrées à la réalisation d'un projet de décomposition de domaines. Ce projet consistera en l'application et comparaison de ces méthodes à la résolution des équations d'Euler linéarisé instationnaire par un schéma temporel implicite. Un code explicite 2D sera fourni.

Prérequis :

Analyse numérique 1, 2 et 3



Exemple de décomposition de domaine

METHODES PROBABILISTES EN INGENIERIE

Volume horaire : 15h (Cours) + 15h (TP)

Chargé de cours : J. Wang (MCF, LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Examen

Objectifs du cours :

Les méthodes probabilistes et statistiques sont largement utilisées dans quasiment tous les domaines : analyse de données, traitement d'informations, finance, biotechnologie, etc. Elles deviennent aujourd'hui des outils fondamentaux et parfois incontournables dans un grand nombre d'applications. Le but de ce cours est d'étudier les principales approches stochastiques, accompagnées de projets d'applications sur ordinateur et réalisés sous Matlab. L'algorithmique, permettant d'appliquer concrètement les méthodologies, sera aussi étudiée avec des exemples d'applications au cours des projets.

Contenu du cours :

Simulation de variables aléatoires et de champs aléatoires.

Méthodes de Monte-Carlo.

Méthode de Monte-Carlo pour les chaînes de Markov.

Recuit simulé – une méthode probabiliste d'optimisation.

Analyse en composantes principales (ACP).

Prérequis :

Probabilités 1 et 2, Analyse numérique 1, 2 et 3

CALCUL PARALLELE

Volume horaire : 30h (cours)

Chargé de cours : P. d'Anfray (Ing., CEA) et X. Juvigny (Ing., ONERA)

Contrôle des connaissances : Examen

Objectif du cours :

Etre capable d'écrire des algorithmes et de les mettre en oeuvre sur diverses architectures parallèles à mémoires distribuées ou partagées.

Contenu:

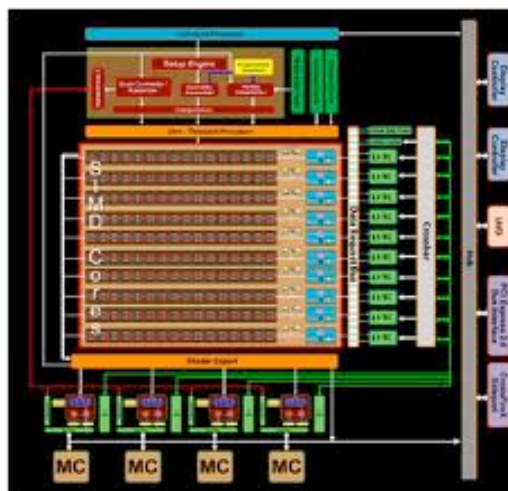
1. Architectures parallèles
Présentation des architectures SIMD et MIMD
Machines à mémoires distribuées ou partagées.
Architecture NUMA.
2. Programmation sur machines à mémoires distribuées
Présentation des principes de base au travers de MPI
3. Programmation sur machines à mémoires partagées
Présentation d'OpenMP
4. Programmation sur des accélérateurs de calculs de type GPGPU
Architecture des GPUs, principes de programmation

Travaux dirigés:

- Programmation d'algorithmes simples en MPI
- Parallélisation d'un code en OpenMP
- Accélération d'un code sur GPU avec OpenCL (en C++)

Prérequis:

Maîtrise du langage C et C++ (pour OpenCL), algorithmique, notions de calcul numérique et d'algèbre linéaire



Le calcul parallèle permet d'utiliser au mieux la puissance des nouveaux ordinateurs

CRYPTOGRAPHIE

Volume horaire : 15h (cours)

Chargé de cours : I. Bartzia (Doctorante, INRIA)

Contrôle des connaissances : Examen

ME : Informatique avancée

Objectifs du cours :

Comprendre les notions et les principes de base de la cryptographie ainsi que la théorie mathématique qui est derrière.

Apprendre les algorithmes les plus importants qui sont utilisés en pratique (comme DES, RSA) et essayer à les programmer.

Contenu du cours :

(1) Cryptographie Symétrique :

Générateurs pseudo-aléatoires - Chiffrement à flot (stream ciphers)

Chiffrement par block (block ciphers)

(2) Cryptographie Asymétrique :

Fonctions à sens unique (one way functions)

Théorie des nombres et problèmes difficiles

Logarithme discret - échange de cle Diffie Hellman - chiffrement El Gamal

Factorisation - chiffrement RSA

Signature électronique



Les mathématiques sont au cœur des processus de cryptage utilisé sur Internet

OPTIMISATION COMBINATOIRE

Volume horaire : 15h (cours)

Chargé de cours : R. Wolfler Calvo (PU, LIPN, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Examen

ME : Informatique avancée

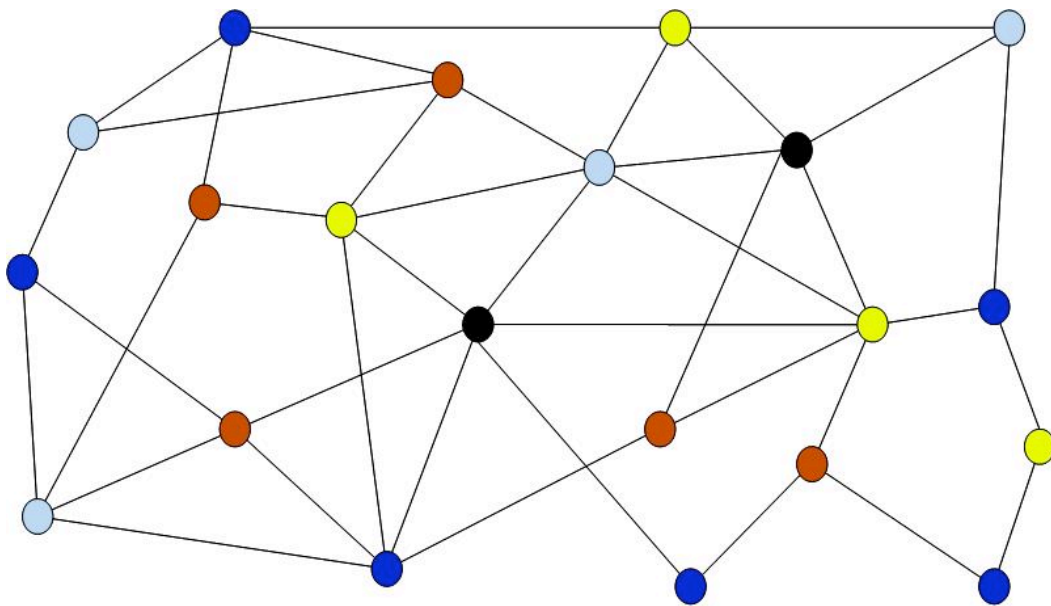
Objectifs du cours :

Ce cours vise à introduire les principaux outils de l'optimisation combinatoire, ou discrète, tant du point de vue théorique que numérique.

Contenu du cours :

Fondamentaux de la programmation linéaire : exemples de problèmes de programmation linéaire, résolution graphique, géométrie de la PL, bases et vertex du polyèdre, algorithme du simplexe.

Eléments de l'optimisation combinatoire : algorithme "cutting plane" et "branch and cut"



Comment trouver la « meilleure » solution sur ce graphe ?

LOGICIEL : OpenTURNNS

Volume horaire : 9h (TP)

Chargé de cours : S. Haddad

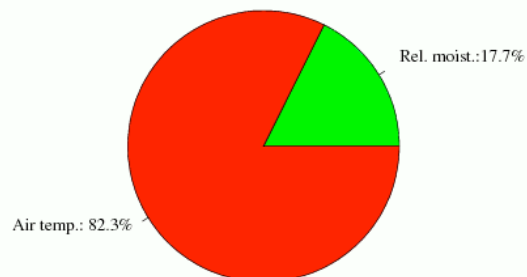
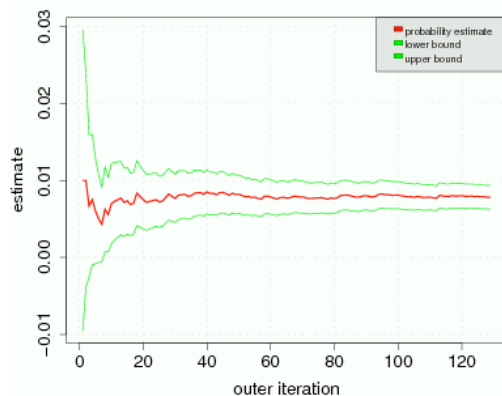
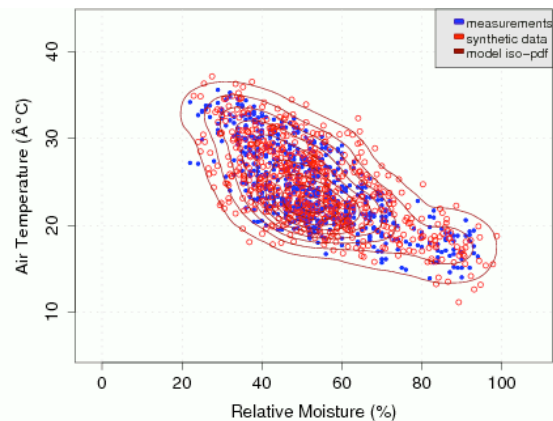
Contrôle des connaissances : Projets

Objectifs du cours :

OpenTURNNS est un logiciel dédié au traitement des incertitudes. En complément du cours théorique dispensé dans la formation, ces TP sont une introduction à ce logiciel. Ils seront l'occasion de découvrir ses principales fonctionnalités.

Webographie : <http://www.openturns.org/>

```
from openturns import *
data = NumericalSample.ImportFromCSVFile("meteo.csv")
distribution = KernelSmoothing(Epanechnikov()).build(data)
X = RandomVector(distribution)
model = NumericalMathFunction("ageing")
Y = RandomVector(model, X)
threshold = 0.1
failure = Event(Y, Greater(), threshold)
algorithm = MonteCarlo(failureEvent)
algorithm.setMaximumOuterIteration(10000)
algorithm.setBlockSize(int(ResourceMap.Get("parallel-threads")))
algorithm.run()
result = algorithm.getResult()
```



Quelques exemples d'utilisation de OpenTURNNS

LECTURE d'ARTICLES SCIENTIFIQUES

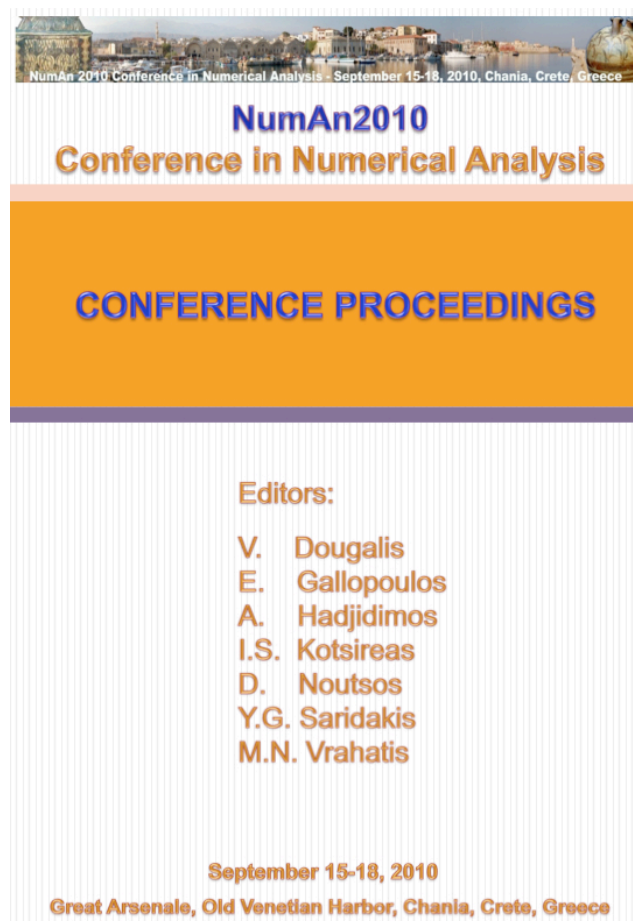
Volume horaire : 15h (cours-TD)

Chargé de cours : E. Audusse (MCF, LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances :

Objectifs du cours :

A partir d'articles issus de Proceedings et présentant un problème modélisé, les élèves, par petits groupes, doivent comprendre le modèle et les calculs formels ou d'analyse numérique proposés puis faire un mini-programme MATLAB de résolution et présenter leurs résultats à leurs camarades. Le cours présente sommairement les équations de la physique les plus usuelles.



Proceedings d'une conférence sur l'analyse numérique et ses applications

Méthodes numériques en ingénierie financière

Volume horaire : 15h (cours)

Chargé de cours : H. Pages (PAST, Banque de France & LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Rapport

Note : Cours d'option, en balance avec « Logiciel : Ansys-Fluent »

Objectifs du cours :

Sauf cas particuliers, il n'est pas possible de résoudre explicitement les problèmes d'évaluation en finance et il faut se tourner vers des méthodes numériques. Ce cours présente les méthodes de différences finies fondées sur la discrétisation de l'équation aux dérivées partielles satisfaite par la fonction valeur recherchée (équations de Kolmogorov). Elles conduisent à des systèmes linéaires qui peuvent être résolus par des approches directes ou itératives classiquement étudiées en analyse numérique. Une attention particulière est accordée à la convergence et à la stabilité des schémas de discrétisation à partir de leur interprétation probabiliste et à la mise en oeuvre des algorithmes sous MATLAB/SCILAB.

Contenu du cours :

Modèles de diffusion et évaluation d'options (rappel)
Méthode des différences finies, un facteur
Méthode implicites (options américaines et trajectoire)
Méthode des différences finies, deux facteurs

LOGICIEL : Ansys-Fluent

Volume horaire : 15h (Projets)

Chargé de cours : A. Michaud (MCF, LSPM, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Rapport

Note : Cours d'option, en balance avec « Méthodes numériques en ingénierie financière »

Objectifs du cours :

Ce cours est une introduction à l'utilisation du logiciel Ansys-Fluent, logiciel dédié à la résolution numérique des équations de la mécanique des fluides. On présentera plusieurs tests d'applications, incluant notamment le cas des écoulements turbulents.

Contenu du cours :

Théorème de Baschy-Buckingham : perte de charge, nombre de Reynolds.

Equations de Navier-Stokes :

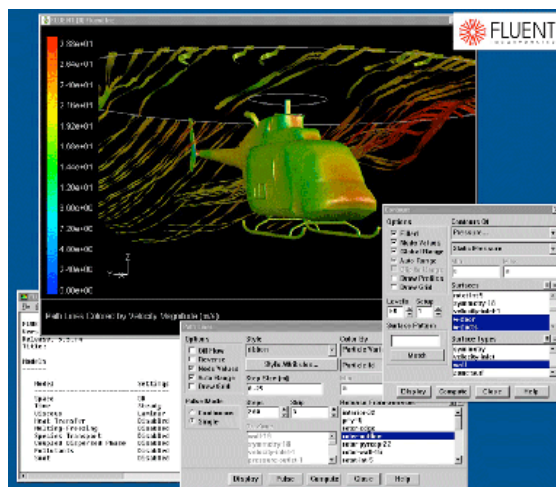
- forme synthétique, forme développée
- adimensionnement, similitude
- régimes d'écoulement
- résolution analytique dans un cas particulier d'écoulement laminaire
- frottement visqueux
- discrétisation : notions de schémas et de maillage

Présentation du logiciel Ansys-Fluent :

- champ d'application et description "menus".
- première application : écoulement laminaire validé par la solution analytique

Exposé sur la turbulence :

- physique de la turbulence et modèles de turbulence (RANS, LES, DNS)
- cas d'application avec Ansys-Fluent : RANS et LES



Un exemple de simulation réalisé avec Ansys-Fluent

MATHEMATIQUES ET INTERACTIONS

Volume horaire : 30h (cours)

Chargé de cours : Intervenants extérieurs différents chaque année

Coordinateurs : O. Lafitte (PU, LAGA, Paris 13), E. Audusse (MCF, LAGA, Paris 13) , C. Pouet (PU, Centrale Marseille)

Contrôle des connaissances : Examen

Note : Cours d'option, en balance avec « Ingénierie financière »

Objectifs du cours :

Ce cours est assuré en partenariat avec l'école d'ingénieur de Centrale Marseille. Il a pour but de présenter les interactions des mathématiques avec d'autres disciplines au travers de plusieurs mini-cours assurés par des spécialistes du domaine abordé.

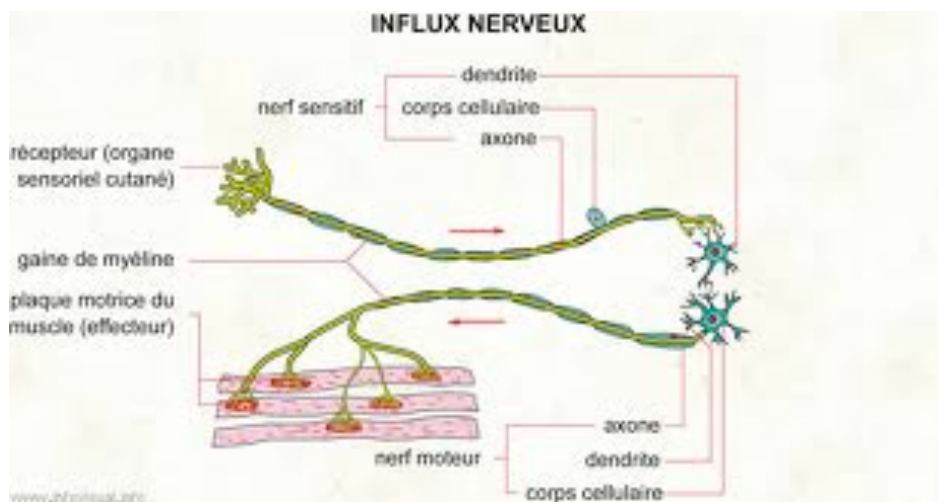
Contenu du cours :

Liste des thèmes abordés les dernières années :

2014 : Modélisation des risques climatiques. Intervenants : J. Carreau (CNRS, Univ. Montpellier)

2013 : Mathématiques et environnement (dans le cadre de l'année des mathématiques pour la planète Terre, parrainée par l'UNESCO). Intervenants : J. Sainte-Marie (CETMEF-UPMC-INIRA) et V. Maller (INRIA).

2012 : Mathématique et biologie



Comment les mathématiques peuvent elles aider à comprendre les phénomènes liés à l'influx nerveux ?

INGENIERIE FINANCIERE

Volume horaire : 30h (cours)

Chargés de cours : M. Ben Alaya et A. Kebaier (MCF, LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Projet restitué sous forme de rapport.

Note : Cours d'option, en balance avec « Mathématiques et Interactions »

Objectifs du cours :

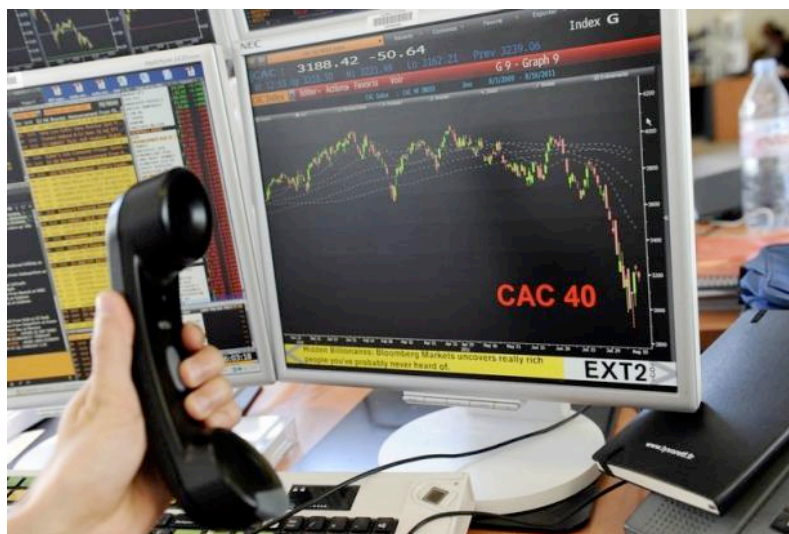
Ce cours, en partenariat avec le Master spécialisé finance HEC Paris, a pour but de fournir les outils de base pour le calcul de risque et la valorisation ainsi que la couverture d'options en finance.

Contenu du cours :

- 1) Calcul de risque.
- 2) Modèle de Black & Scholes et couverture en delta
- 3) Calcul de grecques pour des options exotiques
- 4) Méthodes numériques (EDP, arbre, Monte Carlo) pour la valorisation d'options exotiques et options Américaines

Prérequis :

Mathématiques de base de L1-L3 ou CPGE, ingénierie financière (MACS 2), Calcul stochastique (MACS2).



*Avant de décrocher son téléphone,
mieux vaut savoir comment sont calculées toutes ces courbes !*

MECANIQUE : ELASTICITE DYNAMIQUE

Volume horaire : 30h (cours)

Chargé de cours : I. Ionescu (PU, LSPM, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Examen

Note : Cours d'option, en balance avec « Théorie du risque de crédit »

Objectifs du cours :

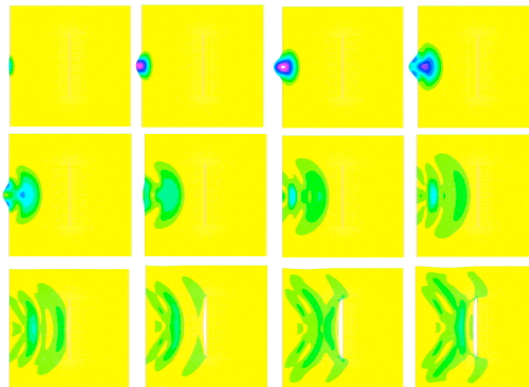
Ce cours est destiné à présenter aux futurs ingénieurs les bases en mécanique des solides : modéliser, analyser et résoudre le problème du chargement dynamique en élasticité linéaire.

Contenu du cours :

1. Rappels. Tenseur des petites déformations, contraintes, équations de mouvement, lois de conservations, le modèle élastique linéaire.
2. Formulation du problème dynamique. Equations, conditions aux limites, formulation en déplacement (second ordre) et formulation en vitesse-contrainte (premier ordre).
3. Ondes en milieu infini : décomposition de Helmholtz, ondes S, ondes P, ondes planes.
4. Ondes dans une dimension de l'espace : méthode des caractéristiques, réflexions des ondes aux bords.
5. Modes et fréquences propres. Formulation variationnelle du problème spectrale, base modale, décomposition de la solution dans la base modale. Calcul éléments fini des fréquences et modes propres.
6. Formulations 2D : problèmes anti-plane, plane et axisymétrique.
7. Approche variationnel en déplacement. Discrétisations en temps (Newmark) et en espace (éléments finis).
8. Utilisation d'un code FreeFem++ pour résoudre un problème de chargement dynamique en élasticité linéaire. Visualisation (Paraview) et interprétation des résultats.

Prérequis :

Mécanique des milieux continus, équations hyperboliques linéaires, discrétisation éléments finis, langage C++.



*Déformation plane d'une pièce en présence d'une fissure (calculé avec FreeFem++).
Solution de l'équation de la chaleur*

THEORIE DU RISQUE DE CREDIT

Volume horaire : 30h (cours)

Chargés de cours : M. Ben Alaya & A. Kebaier (MCF, LAGA, Paris 13)

Contrôle des connaissances : Examen et projet informatique

Note : Cours d'option, en balance avec « Mécanique : Elasticité dynamique »

Objectifs du cours :

Le but du cours est d'introduire les diverses techniques proposées dans la littérature académique et professionnelle pour évaluer le risque de crédit et en déduire les primes de réserves. D'autre part, ce cours donne aux étudiants une vision de leur futur métier d'ingénieur financier. La deuxième partie de ce cours consiste à l'étude des modèles à volatilité stochastique en finance.

Contenu du cours :

- 1) Description de la chaîne du risque dans le marché du crédit
- 2) Modélisation des défauts d'entreprises
- 3) Introduction aux contrats CDS et CDO
- 4) Implémentation numérique de méthodes pour le calcul de la prime des CDS et CDO
- 5) Introduction aux modèles à volatilité stochastique

Prérequis :

Mathématiques de base de L1-L3 avec des acquis de niveau L3 en probabilité et statistique, acquis de calcul stochastique (MACS 2), acquis en implémentation numérique probabiliste (matlab ou scilab)



Comment les mathématiques aident-elles à évaluer le risque en finance ?

Coordonnées des professeurs

Enseignants-chercheurs, Chargés de Recherche, Ingénieurs de recherche, PAST, Moniteurs attachés à l'Université Paris 13 :

Abdelmoula Radhi	radhi.abdelmoula@univ-paris13.fr
Audusse Emmanuel	audusse@math.univ-paris13.fr
Balabane Mickael	balabane@math.univ-paris13.fr
Basdevant Claude	basdevan@math.univ-paris13.fr
Ben Alaya Mohamed	mba@math.univ-paris13.fr
Boumaza Hakim	boumaza@math.univ-paris13.fr
Delourme Bérangère	delourme@math.univ-paris13.fr
Dhersin Jean-Stéphane	dhersin@math.univ-paris13.fr
Foucart Clément	foucart@math.univ-paris13.fr
Francfort Gilles	gilles.francfort@univ-paris13.fr
Hu Yueyun	yueyun@math.univ-paris13.fr
Ionescu Ioan	ioan.r.ionescu@gmail.com
Japhet Caroline	japhet@math.univ-paris13.fr
Kebaier Ahmed	kebaier@math.univ-paris13.fr
Lafitte Olivier	lafitte@math.univ-paris13.fr
Madaule Thomas	thomas@math.univ-paris13.fr
Milisic Vuk	milisic@math.univ-paris13.fr
Mrad Mohamed	mrad@math.univ-paris13.fr
Omnes Pascal	omnes@math.univ-paris13.fr
Pages Henri	pages@math.univ-paris13.fr
Tollu Christophe	Christophe.Tollu@lipn.univ-paris13.fr
Tournier Laurent	tournier@math.univ-paris13.fr
Vento Stéphane	vento@math.univ-paris13.fr
Wang Jiaping	wang@math.univ-paris13.fr
Yuan Linglong	yuan@math.univ-paris13.fr

Intervenant extérieurs :

Bartzia Iro	(Doctorante, INRIA)
Bendiyan Vanessa	(Ing., SG)
Caro Florian	(Ing., CEA)
D'Anfray Philippe	(Ing., CEA)
David Karim	(Ing., RiskLab)
Delamotte Kieran	(Doctorant, IMACS)
Dellacherie Stéphane	(Ing., CEA)
Duceau Eric	(Ing., EADS)
Dubois François	(PU, CNAM)
Haddad Sofiane	(Doctorant, IMACS)
Joffre Eric	(Ing., EADS)
Juvigny Xavier	(Ing., ONERA)
Kokh Samuel	(Ing., CEA)
Lebrun Régis	(Ing., EADS)
Liandrat Jacques	(PU, Centrale Marseille)
Mangeant Fabien	(Ing., EADS)
Martinez Jean Marc	(Ing., CEA)
Mekkas Anouar	(Ing., CEA)
Ryan Juliet	(Ing., ONERA)
Wiltord Jonathan	(Ing., SG)