

ENSIIE

MAQUETTE DES ENSEIGNEMENTS

2025–2026

TABLE DES MATIÈRES

MODALITÉS DE CONTRÔLE DES CONNAISSANCES ET AB- SENCES	1
LES SEMESTRES 1 ET 2	2
SEMESTRE 1	3
[ATIN11] Ateliers d'intégration	4
[APMA11] Mathématiques appliquées 1	5
[COSC11] Informatique 1	7
[GEDE11] Gestion, économie, droit et enjeux sociétaux 1	9
[LVFH11] Langues vivantes et formation humaine 1	11
[REWE11] Reveal week 1	13
SEMESTRE 2	14
[APMA12] Mathématiques appliquées 2	15
[COSC12] Informatique 2	18
[GEDE12] Gestion, économie, droit en enjeux sociétaux 2	21
[LVFH12] Langues vivantes et formation humaine 2	24
LES SEMESTRES 3 ET 4	26
SEMESTRE 3	27
[ANAF23] Analyse fonctionnelle	29
[ANDO23] Analyse de données	31
[ARSE23] Architecture d'un système d'exploitation	33
[ASCO23] Assembleur et compilation	35
[GADE23] Développement de jeux vidéo 1	37
[GEL023] Génie logiciel	39
[INPS23] Introduction à la programmation scientifique	41
[LAOA23] Langages objet avancés	43
[LFVL23] Langages formels, validation et vérification du logiciel	45

[MACH23] Méthodes agiles et challenges	47
[MERR23] Méthodes de régression régularisée	49
[PRAP23] Programmation avancée et projet	51
[PRFO23] Programmation fonctionnelle	53
[PRPA23] Programmation parallèle distribuée	55
[PRST23] Processus stochastiques	57
[REOP23] Recherche opérationnelle	58
[GEDE23] Gestion, économie, droit et enjeux sociétaux 3	61
[LVFH23] Langues vivantes et formation humaine 3	64
SEMESTRE 4	66
[AEDP24] Analyse des équations aux dérivées partielles	69
[ARMA24] Architecture matérielle	71
[BLOC24] Blockchain	72
[CAST24] Calcul stochastique	74
[CORO24] Compléments et outils de recherche opérationnelle	76
[GADE24] Développement de jeux vidéo 2	78
[IMRA24] Images et réalité augmentée	80
[INAR24] Intelligence artificielle	82
[INIQ24] Introduction à l'informatique quantique	84
[INMF24] Instruments et modèles financiers	86
[IPBD24] Ingénierie des plateformes big-data	88
[LOCL24] Logiciel cluster	91
[MEAA24] Méthodes d'apprentissage et réseaux de neurones	93
[MESI24] Méthodes de simulation	96
[MFDL24] Méthodes formelles pour le développement de logiciels sûrs	98
[MOST24] Modélisation statistique	100
[PABT24] Parallélisme à base de thread	102
[PRBI24] Pattern recognition and biometrics	104
[PRCV24] Programmation concurrente et vérification	106
[PRRE24] Projet recherche	108
[PRSA24] Programmation scientifique avancée	110
[READ24] Réseaux IP et administration LAN	112
[RVIG24] Réalité virtuelle et informatique graphique	114
[SERP24] Sécurité des réseaux et des protocoles	116
[SESI24] Sécurité des systèmes d'information	118
[SYFP24] Systèmes de fichiers parallèles	120
[GEDE24] Gestion, économie, droit et enjeux sociétaux 4	122
[LVFH24] Langues vivantes et formation humaine 4	125
LES SEMESTRES 5 ET 6	127
SEMESTRE 5	128
[COAV35] Compilation avancée	131
[DMIA35] Développement mobile et intelligence artificielle	133
[FIAS35] Finance de l'assurance	135
[GIIG35] Green IT	136
[INCA35] Interactions et Capteurs (JIN-DD)	138
[INRF35] Instruments et Risques Financiers	140
[IQRO35] Informatique quantique et recherche opérationnelle	142
[MALE35] Machine learning	144

[MANA35] Management	146
[MENF35] Méthodes numériques pour la finance	149
[MORE35] Modélisation et rendu (JIN-DD)	152
[MOSA35] Modélisation statistique avancée	155
[MOSC35] Modélisation stochastique et contrôle	157
[OPTD35] Optimisation 2	159
[OPTU35] Optimisation 1	162
[PDSP35] Performance des systèmes parallèles	164
[PGPU35] Programmation GPU	166
[PRRU35] Programmation raisonnée 1	168
[PRRD35] Programmation raisonnée 2	170
[SECD35] Sécurité avancée 2	172
[SYIR35] Systèmes interagissant en réseaux (JIN-DD)	174
[GEDE35] Gestion, économie, droit et enjeux sociétaux 5	176
[JEIH35] Jeu d'entreprise, idéathon ou hackathon	178
SEMESTRE 6	179
[MOOC36] MOOC	180
[RDEV36] Projet recherche et développement	181

MODALITÉS DE CONTRÔLE DES CONNAISSANCES ET ABSENCES

Conformément au règlement des études, l'accès à la seconde session d'un module, lorsqu'elle est prévue dans la brochure des enseignements, est conditionnée par l'assiduité : un apprenant ayant plus de trois absences injustifiées au module se verra refuser l'accès à la seconde session.

LES SEMESTRES 1 ET 2

Les premier et deuxième semestres sont entièrement composés d'unités d'enseignement qui constituent le *tronc commun* de la formation d'ingénieur de l'ENSIIE. Ils visent à fixer des bases théoriques et scientifiques fortes sur lesquelles les élèves pourront s'appuyer pour développer leur formation d'ingénieur et construire leur projet. L'objectif de ces semestres est ainsi de fournir la *compréhension* d'outils dont les futurs ingénieurs auront à se servir pour innover et résoudre de nouveaux problèmes. Les élèves y acquièrent les concepts fondamentaux en mathématiques et informatique. Ils sont également initiés à l'économie, à la gestion et aux problèmes de droit.

Un large éventail de langues vivantes est proposé, en plus de l'anglais, pour faciliter et favoriser une ouverture internationale forte. Les cours d'anglais et de langues vivantes sont obligatoires en 1ère et 2ème année.

Les unités d'enseignement (UE) techniques valident 12 ECTS par UE, les UE de langues vivantes formation humaine et de gestion, économie, droit, et enjeux sociétaux valident 3 ECTS chacune.

SEMESTRE 1

Contenu

[ATIN11] Ateliers d'intégration	4
[ATCL11] Ateliers climat	4
[ATCO11] Ateliers de communication	4
[THPA11] Théâtre participatif	4
[APMA11] Mathématiques appliquées 1	5
[ANNU11] Analyse numérique	5
[GROP11] Graphes et optimisation	6
[PROB11] Probabilités	6
[COSC11] Informatique 1	7
[CBDR11] Conception de bases de données relationnelles	7
[PRIM11] Programmation impérative	7
[OSSE11] Shell et système d'exploitation	8
[GEDE11] Gestion, économie, droit et enjeux sociétaux 1	9
[EEDD11] Enjeux environnementaux et développement durable	10
[IDHA11] Idéathon ou hackathon 1	10
[DYIN11] Dynamique de l'ingénieur	10
[LVFH11] Langues vivantes et formation humaine 1	11
[LVIU11] LV1	11
[LVID11] LV2	12
[COSE11] La communication au service de l'étudiant	12
[REWE11] Reveal week 1	13
[ERAS] Ateliers Erasmus	13
[CONF] Conférences	13
[RECH] Ateliers recherche	13
[FOHI] Forum Horizon Informatique	13

Responsable de l'UE : DFP FISE

Langue d'enseignement : Français

Prérequis : Aucun

Objectifs :

Les primo-entrants sont accueillis par le biais de différents événements dont :

- les présentations institutionnelles,
- la fresque du climat,
- l'atelier deux tonnes,
- un atelier de communication,
- un théâtre participatif autour de la thématique des VSS.

Module 1 [Ateliers climat](#)

Module 2 [Ateliers de communication](#)

Module 3 [Théâtre participatif](#)

[ATCL11] ATELIERS CLIMAT

[ATCO11] ATELIERS DE COMMUNICATION

[THPA11] THÉÂTRE PARTICIPATIF

Responsable de l'UE : DFP FISE

Langue d'enseignement : Français

Prérequis : Aucun

Objectifs :

Cette UE regroupe les modules :

- Analyse numérique,
- Graphe et optimisation,
- Probabilités.

Module 1 [Analyse numérique](#)

Module 2 [Graphes et optimisation](#)

Module 3 [Probabilités](#)

[ANNU11] ANALYSE NUMÉRIQUE

Responsable du module : TORRI Vincent

Objectifs : La formation initie l'étudiant à l'analyse numérique, en étudiant deux aspects :

1. l'analyse numérique matricielle
2. l'analyse numérique des équations différentielles ordinaires.

Cette introduction constitue une base pour certains cours de deuxième année, notamment en ce qui concerne l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles.

L'analyse numérique des équations différentielles ordinaires est une première approche de discrétisation d'une équation différentielle (cas simple des équations aux dérivées partielles) et donne les outils pour les résoudre. L'analyse numérique matricielle présente des méthodes pour résoudre des systèmes linéaires. Ceux-ci sont utilisés dans les algorithmes de résolution numérique des équations aux dérivées partielles. Dans le cours, les aspects théoriques et algorithmiques sont mis en avant : énoncés et démonstrations des résultats théoriques, ainsi que les algorithmes en pseudo-code.

Contenu :

Ce module est composé de deux parties. La première partie traite de la résolution numérique des systèmes linéaires, à l'aide de deux méthodes :

- Les méthodes directes et

— Les méthodes itératives.

L'aspect algorithmique, ainsi que la complexité, de chacune des méthodes est mis en avant.

La deuxième partie traite de la résolution numérique des équations différentielles ordinaires.

Une étude de la méthode d'Euler est faite, suivie de l'étude numérique des méthodes à un pas.

[GROP11] GRAPHES ET OPTIMISATION

Responsable du module : MERABET Massinissa

Objectifs : L'UE graphes et optimisation a pour objectif de permettre aux étudiants de découvrir la théorie des graphes et d'en maîtriser les fondamentaux. Celle-ci ouvre un grand champ de modélisation conduisant à des solutions efficaces pour de nombreux problèmes dans divers domaines : planification, logistique, transport... La notion d'optimisation discrète (recherche opérationnelle) et l'algorithmique de graphes est également abordée à travers la présentation de plusieurs algorithmes de résolution de problèmes dans les graphes.

[PROB11] PROBABILITÉS

Responsable du module : LY VATH Vathana

Objectifs : Ce cours a pour but de familiariser les élèves avec les bases de la théorie des probabilités qui seront par la suite utiles pour aborder des cours plus élaborés notamment en modélisation statistique, processus stochastiques, machine learning ou en finance mathématique.

Contenu :

- Espaces de probabilités,
- Variables aléatoires discrètes (réelles ou vectorielles), variables aléatoires à densité continue (réelles ou vectorielles), lois usuelles,
- Espérance mathématique, lois et espérances conditionnelles, fonctions caractéristiques,
- Convergences et théorèmes limites,
- Vecteurs gaussiens.

Responsable de l'UE : DFP FISE

Langue d'enseignement : Français

Prérequis : Aucun

Objectifs :

Cette UE regroupe les modules :

- Conception de base de données relationnelle,
- Programmation impérative,
- Shell et système d'exploitation.

Module 1 [Conception de bases de données relationnelles](#)

Module 2 [Programmation impérative](#)

Module 3 [Shell et système d'exploitation](#)

[CBDR11] CONCEPTION DE BASES DE DONNÉES RELATIONNELLES

Responsable du module : SZAFRANSKI Marie

Objectifs : Ce cours a pour objectif de présenter les notions méthodologiques et techniques permettant de concevoir une base de données relationnelle. En particulier, à la fin de cette UE, les étudiants doivent savoir concevoir une base de données relationnelle normalisée, la créer en garantissant la cohérence et l'intégrité de ses données, et enfin tirer parti efficacement de ses informations.

Contenu :

1. Introduction : notions générales,
 2. Modélisation conceptuelle (diagrammes de classes UML),
 3. Modélisation relationnelle,
 4. Normalisation des bases de données,
 5. SQL : langage de définition, de manipulation, d'interrogation et de contrôle des données,
 6. SQL avancé : fonctions, curseurs, déclencheurs, transactions,
 7. Ouverture sur les bases de données post-relationnelles.
-

[PRIM11] PROGRAMMATION IMPÉRATIVE

Responsable du module : BUREL Guillaume

Objectifs : Le cours a pour ambition de donner aux élèves la possibilité de choisir ou concevoir la structure de données adaptée à la résolution de leur problème et ensuite de choisir le langage et le style de programmation les plus confortables pour l'exploiter dans le cadre d'une démarche d'ingénieur. Le cours de programmation impérative introduit les structures de données modifiables et les effets de bord. Il précède le cours de programmation fonctionnelle organisé autour de la notion de structure de données persistante.

Contenu :

- Modèle mémoire ;
- base de la syntaxe ;
- appels par valeur/par référence ;
- structures statiques : tableaux, algorithmes sur les tableaux ;
- structures dynamiques (allocation/libération) : listes chaînées ;
- modularité et compilation séparée.

[OSSE11] SHELL ET SYSTÈME D'EXPLOITATION

Responsable du module : MOUILLERON Christophe

Objectifs : Le système d'exploitation est la première couche logicielle d'un ordinateur. Toutes les applications qui tournent sur un ordinateur sont d'abord lancées par le système d'exploitation puis interagissent avec lui pour obtenir leurs entrées et produire leurs sorties. De ce fait, posséder des connaissances solides (savoir ce qu'il est capable de faire et comment il le fait) en système d'exploitation est nécessaire pour pouvoir concevoir et développer des applications performantes.

Contenu :

- Fondement d'un système UNIX (système de fichiers, utilisateurs, groupes, permissions, processus)
- Shell Interactif
- Scripts Shell
- Appels système
- Flux noyau et flux *libc*
- Création d'un nouveau processus
- *Threads* POSIX
- Communication inter-processus (signaux UNIX, *pipe*, *mutex*)

Responsable de l'UE : LIGOZAT Anne-laure

Langue d'enseignement : Français

Prérequis : Aucun

Objectifs :

Le but de cette UE est d'introduire les notions de bases en macro-économie, en gestion comptable et en développement durable.

Les élèves souhaitant participer aux hackathons et idéathons de la "reveal week" pourront bénéficier d'un bonus pouvant aller jusqu'à un point sur la note d'UE.

Compétences :

- Présenter à l'oral les résultats d'un travail réalisé dans le cadre professionnel. (1 - Intermédiaire)
- Produire un support de communication. (1 - Intermédiaire)
- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (1 - Intermédiaire)
- Réaliser la mise en place et le suivi d'indicateurs et vérifier l'application de normes et de standards par les équipes informatiques (études, exploitation, production...). (1 - Intermédiaire)
- Prendre en compte les enjeux de développement durable pour développer de manière écologique. (1 - Intermédiaire)
- Apporter des conseils sur le développement durable en entreprise. (1 - Intermédiaire)
- Réaliser une étude quantitative et mettre en place des outils d'aide à la décision. (1 - Intermédiaire)
- Participer au circuit des informations dans une structure. (1 - Intermédiaire)
- Préconiser des améliorations en matière d'organisation, de gestion, de procédures. (1 - Intermédiaire)
- Coordonner et organiser l'activité d'une équipe dans le cadre d'un projet d'entrepreneuriat. (1 - Intermédiaire)
- Travailler en équipe et s'y intégrer. (1 - Intermédiaire)
- Définir la faisabilité et la rentabilité d'un projet en prenant en compte les exigences commerciales, la gestion du budget, les risques et les impacts sociaux et environnementaux. (1 - Intermédiaire)
- Analyser avec un regard critique des cas pratiques à l'échelle d'une entreprise et proposer des améliorations de gouvernance. (1 - Intermédiaire)
- Analyser et prédire le comportement d'agents dans un environnement économique, technique et social donné, ainsi que leurs interactions. (1 - Intermédiaire)
- Analyser les impacts environnementaux et sociétaux de cas pratiques et proposer des améliorations durables. (1 - Intermédiaire)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (1 - Intermédiaire)

Module 1 Enjeux environnementaux et développement durable

Module 2 Idéathon ou hackathon 1

Module 3 Dynamique de l'ingénieur

[EEDD11] ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

Responsable du module : LIGOZAT Anne-laure

Objectifs : L'objectif de cet enseignement est de décrire les enjeux environnementaux actuels et leur prise en compte dans nos sociétés, ainsi que de faire réfléchir les élèves ingénieur à leur futur rôle vis-à-vis de ces enjeux.

Contenu :

- Introduction au développement durable : historique, trois piliers, notions de transition, d'anthropocène, enjeux politiques et sociétaux.
- Introduction aux enjeux environnementaux : énergie, climat, biodiversité.
- Notion de progrès technologique.
- Énergie et ressources.
- Introduction à l'impact environnemental du numérique.
- Rôle de l'ingénieur face à ces enjeux.

[IDHA11] IDÉATHON OU HACKATHON 1

Responsable du module : KHIDER Nassim

Objectifs : Les apprenants sont invités à réfléchir pendant deux journées pour esquisser une solution innovante à un cas concret, inspiré par un partenaire de l'entreprise ou de l'industrie.

Contenu :

[DYIN11] DYNAMIQUE DE L'INGÉNIEUR

Responsable du module : LIGOZAT Anne-laure

Objectifs : L'objectif de ce cours consiste à introduire les outils fondamentaux pour amorcer une réflexion systémique et sociétale sur leur rôle ainsi que celui de la technique dans les enjeux socio-environnementaux contemporains.

[LVFH11] LANGUES VIVANTES ET FORMATION HUMAINE 1

(3 ECTS)

Responsable de l'UE : BOURARD Laurence

Langue d'enseignement : Français

Prérequis : Aucun

Objectifs :

Améliorer ses compétences dans deux langues étrangères (anglais et LV2).

Appréhender les enjeux de la communication pour mieux s'exprimer et se mettre en valeur, optimiser ses qualités personnelles et relationnelles en situation professionnelle.

Compétences :

- Connaître des méthodes et cultures étrangères (1 - Intermédiaire)
- Connaître le monde professionnel afin de communiquer au mieux avec des spécialistes comme avec des non-spécialistes. (1 - Intermédiaire)
- Savoir vivre en entreprise : gérer sa carrière, son temps, sa vie professionnelle, comprendre le dialogue social. (1 - Intermédiaire)
- Se mettre en valeur, s'autoévaluer, et optimiser ses capacités interpersonnelles en situation professionnelle. (1 - Intermédiaire)
- Animer une réunion. (1 - Intermédiaire)
- Être capable de s'exprimer à l'oral dans un environnement de travail en langue étrangère. (1 - Intermédiaire)
- Présenter à l'oral les résultats d'un travail réalisé dans le cadre professionnel. (1 - Intermédiaire)
- Être capable de s'exprimer à l'écrit dans un environnement de travail en langue étrangère. (1 - Intermédiaire)
- Travailler en équipe et s'y intégrer. (1 - Intermédiaire)

Module 1 [LV1](#)

Module 2 [LV2](#)

Module 3 [La communication au service de l'étudiant](#)

[LVIU11] LV1

Responsable du module : BOURARD Laurence

Objectifs : Renforcer ses compétences afin de participer en anglais à des activités professionnelles et d'interagir avec des équipes multiculturelles.

Progresser et parvenir au minimum à l'échelon B2 du CECRL (Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues).

Contenu :

Etude de documents authentiques pris dans la presse anglophone, extraits d'enregistrements audio et vidéo.

Exercices pratiques variés : prise de parole en continu, conversation et débat en anglais, compréhension écrite et orale, expression écrite.

Entraînement en ligne et hors ligne pour se préparer à des formats de test certifiant.

[LVID11] LV2

Responsable du module : BOURARD Laurence

Objectifs : Être capable de (mieux) communiquer dans une langue étrangère, au choix : allemand, chinois, espagnol, français langue étrangère, italien, japonais, russe.

Contenu :

Le professeur de LV2 utilise des documents authentiques ou didactisés, adaptés au niveau et au profil des élèves (articles tirés de la presse, extraits d'enregistrements audio et vidéo, manuels). Les activités portent sur des savoirs et des compétences variés : compréhension de l'écrit et de l'oral, expression écrite et orale, prise de parole en continu, capacité à prendre part à une conversation, acquisitions lexicales et civilisationnelles, sensibilité interculturelle.

[COSE11] LA COMMUNICATION AU SERVICE DE L'ÉTUDIANT

Responsable du module : BOURARD Laurence

Objectifs : Appréhender le monde professionnel dans sa dimension de communication
Se sensibiliser aux différentes formes de communication interpersonnelle

Contenu :

- Les fondamentaux de la communication orale
- Trac et langage non verbal
- Travailler une parole convaincante et argumenter (1)
- Ecoute et reformulation
- Travailler une parole convaincante et argumenter (2)

Responsable de l'UE : DFP FISE

Langue d'enseignement : Français

Prérequis : Aucun

Objectifs :

Cette semaine permet aux élèves d'assister :

- une journée de conférences avec des entreprises,
- deux journées dédiées à des idéathons et hackathons organisés par des entreprises,
- une demi-journée de conférence dédiée au forum des entreprises organisé par les élèves,
- une demi-journée dédiée à la recherche,
- une journée dédiée au dispositif Erasmus.

Module 1 [Ateliers Erasmus](#)

Module 2 [Conférences](#)

Module 3 [Ateliers recherche](#)

Module 4 [Forum Horizon Informatique](#)

[ERAS] ATELIERS ERASMUS

[CONF] CONFÉRENCES

[RECH] ATELIERS RECHERCHE

[FOHI] FORUM HORIZON INFORMATIQUE

SEMESTRE 2

Contenu

[APMA12] Mathématiques appliquées 2	15
[LOGI12] Logique	15
[OPMA12] Optimisation Mathématique (Mathematical Optimization)	15
[PRMA12] Projet mathématique et recherche	16
[STAT12] Statistiques	17
[COSC12] Informatique 2	18
[INPF12] Introduction à la programmation fonctionnelle	18
[LAOB12] Langages objet	19
[PRIN12] Projet informatique et recherche	19
[PRWE12] Programmation web	19
[REDO12] Réseaux de données	20
[GEDE12] Gestion, économie, droit en enjeux sociétaux 2	21
[MIEC12] Micro-économie	22
[MAEC12] Macro-économie	22
[GCFI12] Gestion comptable et financière	22
[IAFF12] IA Fake Festival	23
[FOEA12] Formation à l'engagement apprenant	23
[LVFH12] Langues vivantes et formation humaine 2	24
[LVIU12] LV1	24
[LVID12] LV2	25
[COSE12] La communication au service de l'étudiant	25

Responsable de l'UE : DFP FISE

Langue d'enseignement : Français

Prérequis : Aucun

Objectifs :

Cette UE regroupe les modules :

- Logique,
- Optimisation mathématique
- Statistiques.

Module 1 [Logique](#)

Module 2 [Optimisation Mathématique \(Mathematical Optimization\)](#)

Module 3 [Projet mathématique et recherche](#)

Module 4 [Statistiques](#)

[LOGI12] LOGIQUE

Responsable du module : FOREST Julien

Objectifs : Introduction à la logique formelle et à la notion de preuves.

Contenu :

Le cours débute par une introduction à la notion d'ensemble inductivement défini et de preuves par induction. Les notions d'ordre, de bonne fondation et de preuve par récurrence bien fondée seront également abordées.

Les deuxième et troisième cours sont consacrés à l'algèbre de Boole puis à la logique propositionnelle, à la déduction naturelle et à la méthode de résolution. Cette partie présente les aspects syntaxiques et sémantiques de la logique classique des propositions. La preuve de correction de la déduction naturelle est présentée et la preuve de complétude évoquée. Les notions de remplacement et d'équivalence sémantique sont présentées.

Les quatrième, cinquième et sixième cours présentent la logique du premier ordre et les méthodes de preuves liées. Les notions présentées en logique des propositions sont étendues à la logique du premier ordre. Le lien avec la programmation est abordé de manière informelle (isomorphisme de Curry-Howard).

[OPMA12] OPTIMISATION MATHÉMATIQUE (MATHEMATICAL OPTIMIZATION)

Responsable du module : MOEINI Mahdi

Objectifs : Lorsque nous émettons des jugements pour choisir la meilleure option en fonction de différents critères, nous avons affaire à la science de prise de décision. L'histoire de l'humanité est marquée depuis le début par la prise de décision afin d'adopter les meilleures actions possibles qui lui conviendraient le mieux dans diverses conditions et situations.

Un problème d'optimisation mathématique (également connu sous le nom de « programmation mathématique ») est une classe particulière de problèmes de décision. En fait, dans un problème d'optimisation mathématique, nous voulons atteindre les objectifs souhaités tout en utilisant de manière efficace les ressources limitées disponibles.

Avec le besoin croissant d'obtenir de bonnes solutions aux problèmes d'ingénierie et la puissance accrue des calculateurs, la programmation mathématique est aujourd'hui utilisée dans tous les secteurs de l'industrie et de l'entreprise (aéronautique, télécommunication, énergie, finance, etc.). Un ingénieur doit pouvoir modéliser un problème d'optimisation, savoir discerner la nature du problème afin de lui appliquer l'algorithme adéquat, utiliser un logiciel d'optimisation professionnel et interpréter les résultats. Ce cours propose les bases nécessaires à l'acquisition de ces compétences.

Plus précisément, ce cours est composé de deux parties principales. Dans la première partie, nous commençons par quelques concepts mathématiques fondamentaux qui sont nécessaires pour comprendre les modèles, les théorèmes et les algorithmes présentés dans ce cours. Ensuite, nous étudions des problèmes d'optimisation sans contrainte, où nous utilisons des algorithmes itératifs classiques pour résoudre les problèmes d'optimisation. La deuxième partie du cours porte sur les problèmes d'optimisation sous contraintes, où nous étudions divers théorèmes et algorithmes, par exemple les conditions KKT, la dualité lagrangienne, la programmation linéaire, l'algorithme du simplexe et la programmation en nombres entiers. Dans tous les deux parties, nous parlerons aussi de certaines techniques de modélisation et nous présenterons des exemples.

Cet enseignement est aussi un prérequis indispensable aux enseignements de recherche opérationnelle et d'optimisation des troisième, quatrième et cinquième semestres.

Contenu :

- Concepts de base.
- Programmation (optimisation) sans contraintes : extremum d'une fonction, fonctions convexes et applications, méthodes itératives.
- Programmation (optimisation) sous contraintes : cône tangent, qualification, optimalité sous contraintes, relaxation lagrangienne, programmation linéaire (PL), programmation linéaire en nombres entiers (PLNE), modélisation mathématique.

[PRMA12] PROJET MATHÉMATIQUE ET RECHERCHE

Responsable du module : BENEZET Cyril

Objectifs : Le projet a pour objectif de faire travailler les élèves en équipe sur un projet en mobilisant leurs connaissances acquises lors des cours de la première année. Il est découpé en deux parties, une **partie informatique** plutôt orienté programmation logicielle et une **partie mathématique**, orienté sur la modélisation d'un problème sous forme mathématique. Ces deux parties sont regroupées en un seul projet transverse pour former un logiciel de simulation, de

gestion, ou de jeu, à la fois bien codé et reposant sur des bases mathématiques solides. Ces aspects sont travaillés par le prisme d'une **approche liée à recherche**, notamment autour de l'intégrité scientifique et la reproductibilité des résultats. Une partie non négligeable concerne aussi la gestion de ce projet.

Contenu :

Une fois le problème écrit sous forme mathématique, il faut implémenter la solution ou l'algorithme de résolution à travers un outil informatique.

[STAT12] STATISTIQUES

Responsable du module : VO Thi phuong thuy

Objectifs : Ce cours est une introduction à la démarche statistique et aux concepts-clés de l'inférence statistique. Nous abordons la notion de modèle statistique, la vraisemblance, l'inférence statistique. Nous présentons les propriétés des estimateurs classiques (risque consistance, efficacité et information de Fisher...) pour l'estimation ponctuelle et les intervalles de confiance (exacts et asymptotiques). La théorie des tests (approche de Neyman-Pearson) est introduite, dans des cas classiques, ainsi que de tests d'adéquation. Ces différents concepts sont mis en oeuvre avec le langage R aussi bien sur des données simulées, que sur des données réelles.

Responsable de l'UE : DFP FISE

Langue d'enseignement : Français

Prérequis : Aucun

Objectifs :

Cette UE regroupe les modules :

- Introduction à la programmation fonctionnelle,
- Langages objet,
- Projet informatique, mathématique et recherche,
- Programmation web,
- Réseaux de données.

Module 1 [Introduction à la programmation fonctionnelle](#)

Module 2 [Langages objet](#)

Module 3 [Projet informatique et recherche](#)

Module 4 [Programmation web](#)

Module 5 [Réseaux de données](#)

[INPF12] INTRODUCTION À LA PROGRAMMATION FONCTIONNELLE

Responsable du module : FOREST Julien

Objectifs : Le cours a pour but d'introduire le paradigme de la **programmation fonctionnelle**.

Faisant suite au cours de programmation impérative qui introduit les données modifiables, il est organisé autour de la notion de structure de données persistante et des itérateurs associés à ces structures. En particulier, on s'attachera à définir les structures les plus couramment utilisées dans le paradigme fonctionnel. En séances de travaux pratiques et dirigés, les élèves sont sensibilisés aux notions de sûreté de fonctionnement et de preuve de programme, plus abordables dans un cadre persistant.

Contenu :

Le cours est illustré dans le langage [ocaml](#).

Les principale notions présentée sont :

- Noyau fonctionnel et exceptions,
- Types sommes, types inductifs,
- Types polymorphes,
- Liste, arbres et itérateurs

[LAOB12] LANGAGES OBJET

Responsable du module : ROUSSEL David

Objectifs : L'objectif de cette unité d'enseignement est de maîtriser les concepts objets présents dans les langages orientés objet et les bases de la modélisation objet au travers du langage Java et de la notation UML.

Contenu :

L'objectif de cette unité d'enseignement est de maîtriser les concepts objets présents dans les langages orientés objet et les bases de la modélisation objet au travers des langages Java et C++ et de la notation UML.

[PRIN12] PROJET INFORMATIQUE ET RECHERCHE

Responsable du module : WATEL Dimitri

Objectifs : Le projet a pour objectif de faire travailler les élèves en équipe sur un projet en mobilisant leurs connaissances acquises lors des cours de la première année. Il est découpé en deux parties, une **partie informatique** plutôt orienté programmation logicielle et une **partie mathématique**, orienté sur la modélisation d'un problème sous forme mathématique. Ces deux parties sont regroupées en un seul projet transverse pour former un logiciel de simulation, de gestion, ou de jeu, à la fois bien codé et reposant sur des bases mathématiques solides. Ces aspects sont travaillés par le prisme d'une **approche liée à recherche**, notamment autour de l'intégrité scientifique et la reproductibilité des résultats. Une partie non négligeable concerne aussi la gestion de ce projet.

Contenu :

Un cours aborde les outils utilisés (notamment Makefile, Git et Ganttproject) et le sujet, puis des séances de projet sont effectuées par groupe de 4.

Les concepts fondamentaux de la recherche sont également introduits lors d'une séance de cours.

[PRWE12] PROGRAMMATION WEB

Responsable du module : MOEINI Mahdi

Objectifs : Apprendre à concevoir et développer des applications/pages web utilisant des technologies variées, e.g., HTML, CSS, PHP et Javascript.

Contenu :

HTML, CSS, PHP et Javascript.

[REDO12] RÉSEAUX DE DONNÉES

Responsable du module : BANNOUR Fetia

Objectifs : L'objet de ce cours est de comprendre les principes de l'acheminement de données sur les réseaux, de comprendre la structuration en couche, la construction d'applications utilisant ces mécanismes.

Contenu :

Détails du cours : principes de quelques réseaux physiques, principes de la couche réseau (Internet protocol), principes et utilisation de la couche transport (protocoles UDP et TCP), couche application à travers le protocole HTTP.

Responsable de l'UE : SZAFRANSKI Marie

Langue d'enseignement : Français

Prérequis : Aucun

Objectifs :

L'objectif de cette UE est d'une part d'introduire les notions liées à l'économie.

De plus, les élèves qui souhaitent être sensibilisés aux problématiques de l'IA générative peuvent s'inscrire au module IAFF12.

Les élèves qui souhaiteront valoriser des ECTS associé à un engagement apprenant au semestres 3 ou 5 devront suivre le module FOEA12.

Compétences :

- Connaitre le monde professionnel afin de communiquer au mieux avec des spécialistes comme avec des non-spécialistes. (1 - Intermédiaire)
- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (1 - Intermédiaire)
- Réaliser la mise en place et le suivi d'indicateurs et vérifier l'application de normes et de standards par les équipes informatiques (études, exploitation, production...). (1 - Intermédiaire)
- Prendre en compte les enjeux de développement durable pour développer de manière écologique. (1 - Intermédiaire)
- Réaliser une étude quantitative et mettre en place des outils d'aide à la décision. (1 - Intermédiaire)
- Traiter et analyser l'information (collecter, classer, mettre à jour, utiliser des données massives). (1 - Intermédiaire)
- Faire un état de l'art et comprendre des articles scientifiques. (1 - Intermédiaire)
- Intégrer les savoirs de différents domaines. (1 - Intermédiaire)
- Analyser avec un regard critique des cas pratiques à l'échelle d'une entreprise et proposer des améliorations de gouvernance. (1 - Intermédiaire)
- Analyser et prédire le comportement d'agents dans un environnement économique, technique et social donné, ainsi que leurs interactions. (1 - Intermédiaire)

Module 1 [Micro-économie](#)

Module 2 [Macro-économie](#)

Module 3 [Gestion comptable et financière](#)

Module 4 [IA Fake Festival](#)

Module 5 [Formation à l'engagement apprenant](#)

[MIEC12] MICRO-ÉCONOMIE

Responsable du module : DEJEUFOSSE Damien

Objectifs : Donner les bases de l'environnement économique et présenter les fondements des échanges marchands de l'entreprise. Analyser et prédire le comportement d'agents dans un environnement économique, technique et social donné. Analyser et prédire les interactions sociales entre agents résultant de ces comportements. Analyser le produit de ces interactions, qu'il s'agisse d'institutions chargées de les organiser ou du résultat du jeu de mécanismes d'interaction moins formalisés comme les échanges.

Contenu :

- Introduction : principales notions et concepts de base, les acteurs de l'économie et démarches micro-économique et macro-économique.
- Micro-économie en marchés parfaits : théorie du consommateur (consommation, épargne, offre de travail); théorie du producteur (fonction de production, rendements); loi de l'offre et de la demande; optimum et équilibre général, coûts d'opportunité, coûts irrécupérables, coût marginal; traitement du risque et de l'incertitude.

[MAEC12] MACRO-ÉCONOMIE

Responsable du module : DEJEUFOSSE Damien

Objectifs : Initiation à la macroéconomie. Compréhension des nouvelles économiques et interprétations des décisions de politique économique.

Contenu :

- Chapitre 1 : Introduction à la macro-économie.
- Chapitre 2 : L'analyse économique à court terme :
 - Section 1 : Le marché des biens et services.
 - Section 2 : Le marché de la monnaie.
 - Section 3 : Le modèle IS-LM à prix fixe.
- Chapitre 3 : L'analyse économique à moyen terme :
 - Section 1 : Le marché du travail.
 - Section 2 : La synthèse : le modèle OA-DA.
 - Section 3 : La courbe de Phillips.

[GCFI12] GESTION COMPTABLE ET FINANCIÈRE

Responsable du module : SZAFRANSKI Marie

Objectifs : Ce cours donne un aperçu global de la gestion financière et comptable et répond aux questions suivantes :

- Comment passer de la comptabilité financière à la comptabilité de gestion ?
- Comment mettre en place un modèle de calcul de coût ?

- Comment calculer son seuil de rentabilité ?
 - Comment mettre en place un budget et comparer un prévisionnel au réel ?
 - Comment choisir parmi différentes méthodes de calcul ?
-

[IAFF12] IA FAKE FESTIVAL

Responsable du module : BENEZET Cyril

Objectifs : Les objectifs de ce festival sont de :

- Découvrir les IA génératives et leurs usages,
- Développer l'esprit critique et la prise de recul sur les technologies émergentes,
- Développer l'imaginaire avec les technologies.

Les élèves

[FOEA12] FORMATION À L'ENGAGEMENT APPRENANT

Responsable du module : SZAFRANSKI Marie

Objectifs : L'objectif de ce module consiste à offrir aux élèves la possibilité de suivre des formations liés à la gestion d'événements associatifs. Il doit obligatoirement être suivi pour permettre de valoriser un engagement apprenant sous forme d'ECTS aux semestres 3 ou 5.

Contenu :

[LVFH12] LANGUES VIVANTES ET FORMATION HUMAINE 2 (3 ECTS)

Responsable de l'UE : BOURARD Laurence

Langue d'enseignement : Français

Prérequis : Aucun

Objectifs :

Améliorer ses compétences dans deux langues étrangères (anglais et LV2).

Appréhender les enjeux de la communication pour mieux s'exprimer et se mettre en valeur, optimiser ses qualités personnelles et relationnelles en situation professionnelle.

Compétences :

- Connaître des méthodes et cultures étrangères (1 - Intermédiaire)
- Connaître le monde professionnel afin de communiquer au mieux avec des spécialistes comme avec des non-spécialistes. (1 - Intermédiaire)
- Se mettre en valeur, s'autoévaluer, et optimiser ses capacités interpersonnelles en situation professionnelle. (1 - Intermédiaire)
- Être capable de s'exprimer à l'écrit dans un environnement de travail en langue étrangère. (1 - Intermédiaire)
- Produire un support de communication. (1 - Intermédiaire)
- Travailler en équipe et s'y intégrer. (1 - Intermédiaire)

Module 1 [LV1](#)

Module 2 [LV2](#)

Module 3 [La communication au service de l'étudiant](#)

[LVIU12] LV1

Responsable du module : BOURARD Laurence

Objectifs : Renforcer ses compétences afin de participer en anglais à des activités professionnelles et d'interagir avec des équipes multiculturelles.

Progresser et parvenir au minimum à l'échelon B2 du CECRL (Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues).

Contenu :

Etude de documents authentiques pris dans la presse anglophone, extraits d'enregistrements audio et vidéo.

Exercices pratiques variés : prise de parole en continu, conversation et débat en anglais, compréhension écrite et orale, expression écrite.

Entraînement en ligne et hors ligne pour se préparer à des formats de test certifiant.

[LVID12] LV2

Responsable du module : BOURARD Laurence

Objectifs : Etre capable de (mieux) communiquer dans une langue étrangère, au choix : allemand, chinois, espagnol, français langue étrangère, italien, japonais, russe.

Contenu :

Le professeur de LV2 utilise des documents authentiques ou didactisés, adaptés au niveau et au profil des élèves (articles tirés de la presse, extraits d'enregistrements audio et vidéo, manuels).

Les activités portent sur des savoirs et des compétences variés : compréhension de l'écrit et de l'oral, expression écrite et orale, prise de parole en continu, capacité à prendre part à une conversation, acquisitions lexicales et civilisationnelles, sensibilité interculturelle.

[COSE12] LA COMMUNICATION AU SERVICE DE L'ÉTUDIANT

Responsable du module : BOURARD Laurence

Objectifs : Appréhender le monde professionnel dans sa dimension de communication
Se sensibiliser aux différentes formes de communication interpersonnelle

Contenu :

- S'engager dans un projet professionnel
- Les fondamentaux du CV
- Parler de soi en entretien
- Préparer et animer une réunion

LES SEMESTRES 3 ET 4

Les enseignements de 2^{ème} année (semestres 3 et 4) sont constitués d'enseignements électifs, qui permettront aux élèves-ingénieurs de développer leurs connaissances techniques et scientifiques dans leurs domaines d'intérêt et en accord avec un projet professionnel. Les UE techniques permettent aussi de découvrir des domaines d'applications variées (finance, arts numériques, programmation scientifique,...).

Les UE optionnelles sont réparties en parcours :

- Calcul Intensif et Données Massives (CIDM)
Gestion et traitement de grands flux de données, architectures et infrastructures haute performance, calcul parallèle, quantique et simulation scientifique, science des données et apprentissage machine.
- Ingénierie Logicielle & Sécurité (IL&S)
Architectures et infrastructures logicielles, programmation avancée et optimisation de code, méthodes formelles pour la fiabilité des logiciels, sécurité numérique et protection des systèmes.
- Jeux et Interactions Numériques (JIN)
Réalité airtuelle et augmentée, interactions homme-machine, jeux vidéos.
- Mathématiques Appliquées (MA)
Modèles aléatoires et méthodes quantitatives pour la finance, science des donnée, apprentissage machine, modélisation et optimisation statistique, recherche opérationnelle et calcul quantique.

Ces parcours se prolongent en 3^{ème} année, et préparent à suivre éventuellement en bi-cursus un des masters de l'Université Paris-Saclay (M2).

Chaque semestre, les élèves doivent choisir 6 UE techniques (de 42h, soit 4 ECTS), et suivre aussi une UE de gestion, économie, droit et enjeux sociétaux et une UE de langues vivantes et formation humaine pour compléter leur formation pluridisciplinaire.

SEMESTRE 3

Organisation.

Les élèves doivent choisir 5 UE techniques (cf Figure 1). Un élève suit 8 UE pendant le semestre 3, en ajoutant COCH23, GEDE23 et LVFH23.

Parcours	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	Gr. 4	Gr. 5	Gr. 6
CIDM	ASCO23	PRPA23	LAOA23	GELO23	ARSE23	INPS23
IL&S	ASCO23	PRFO23	LAOA23	GELO23	LFVL23	REOP23
JIN	GADE23		LAOA23	GELO23	ANDO23	INPS23
MA	MERR23	PRST23	ANAF23	PRAP23	ANDO23	REOP23

FIGURE 1 – Les UE du S3

		GR. 1	GR. 2	GR. 3	GR. 4	GR. 5	GR. 6
Lundi	AM AP	X				X	
Mardi	AM AP		X				
Mercredi	AM AP						X
Jeudi	AM AP			X			
Vendredi	AM AP				X		

Les enseignements de LVFH23 ont lieu les mardi matin et mercredi après midi.

Les enseignements de GEDE23 ont lieu les vendredi après midi.

FIGURE 2 – Planning S3

Contenu

[ANAF23] Analyse fonctionnelle	29
[ANAU23] Analyse fonctionnelle 1	29
[ANAD23] Analyse fonctionnelle 2	30
[ANDO23] Analyse de données	31
[ANDO23] Analyse de données	32
[ARSE23] Architecture d'un système d'exploitation	33
[ARSE23] Architecture d'un système d'exploitation	33
[ASCO23] Assembleur et compilation	35
[ASCO23] Assembleur et compilation	36
[GADE23] Développement de jeux vidéo 1	37
[GADE23] Développement de jeux vidéo 1	37
[GELO23] Génie logiciel	39

[GELO23] Génie logiciel	39
[INPS23] Introduction à la programmation scientifique	41
[IPSD23] IPS-DEV	42
[PSPR23] IPS-PROD	42
[LAOA23] Langages objet avancés	43
[COOA24] Concepts objets avancés	44
[PLOA24] Projet langages objet avancés	44
[LFVL23] Langages formels, validation et vérification du logiciel	45
[LASF23] Langages et systèmes formels	45
[VAVL23] Validation et vérification du logiciel	46
[MACH23] Méthodes agiles et challenges	47
[INMA23] Introduction aux méthodes agiles	48
[CHEN23] Challenge entreprendre	48
[IDHA23] Idéathon ou hackathon 3	48
[MERR23] Méthodes de régression régularisée	49
[CMRR23] Méthodes de régression régularisée : cours	50
[PRMR23] Méthodes de régression régularisée : projet	50
[PRAP23] Programmation avancée et projet	51
[PRAP23] Programmation avancée et projet	52
[PRFO23] Programmation fonctionnelle	53
[PRFO23] Programmation fonctionnelle	54
[PRPA23] Programmation parallèle distribuée	55
[IMPI23] Introduction à MPI	56
[PMPI23] Programmation MPI avancée	56
[PRST23] Processus stochastiques	57
[PRST23] Processus stochastiques	57
[REOP23] Recherche opérationnelle	58
[REOP23] Recherche opérationnelle	59
[GEDE23] Gestion, économie, droit et enjeux sociétaux 3	61
[DRCI23] Droit civil et informatique	62
[CRIN23] Créativité et innovation	62
[IDHA23] Idéathon ou hackathon	63
[LVFH23] Langues vivantes et formation humaine 3	64
[LVIU23] LV1	64
[LVID23] LV2	65
[COSE23] La communication au service de l'entreprise	65

Responsable de l'UE : MATOS Julia

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Notions de topologie métrique (distance, norme, applications linéaires continues, complétude), de calcul intégral (mesure de Lebesgue, théorèmes de Fubini, de Fatou, de Beppo-Levi ; convergence dominée, convergence monotone) et des Espaces de Hilbert (projection sur un convexe fermé, théorème de représentation de Riesz).

Parcours : Mathématiques appliquées (MA)

Groupe : 3

Effectif max : 20

Objectifs :

- Comprendre la convexité en dimension infinie et savoir l'appliquer aux formes linéaires (continues).
- Comprendre la complétude en dimension infinie et savoir l'appliquer aux applications linéaires continues entre Espaces de Banach.
- Comprendre les différents types de convergence.

Compétences :

- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (2 - Maîtrise)
- Développer de nouveaux savoirs et de nouvelles procédures (1 - Intermédiaire)
- Intégrer les savoirs de différents domaines. (1 - Intermédiaire)
- Résoudre des problèmes en matière de recherche et/ou d'innovation. (1 - Intermédiaire)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)

Module 1 [Analyse fonctionnelle 1](#)

Module 2 [Analyse fonctionnelle 2](#)

[ANAU23] ANALYSE FONCTIONNELLE 1

Responsable du module : MATOS Julia

Contenu :

- Convexité en dimension infinie.
 - Dualité. Théorème de représentation de Riesz pour la dualité L_p
 - Théorèmes de Hahn-Banach.
 - Bidual topologique.
-

[ANAD23] ANALYSE FONCTIONNELLE 2

Responsable du module : MATOS Julia

Contenu :

- Théorème de Baire.
- Théorèmes de Banach (application ouverte, graphe fermé, Banach-Alaoglu).
- Convergences faible et faible- $*$.
- Projection convexe. Minimisation des fonctionnelles semi-continues convexes.

Responsable de l'UE : SZAFRANSKI Marie

Langue d'enseignement : Anglais

Prérequis :

- Statistiques multivariées,
- Algèbre linéaire.

Parcours : Mathématiques appliquées (MA), Jeux et Interactions Numériques (JIN)

Groupe : 5

Effectif max : 70

Objectifs :

L'UE introduit à la théorie et la pratique des méthodes d'analyse statistique exploratoire multivariée pour le traitement et l'analyse des grands tableaux de données. Dans le domaine du machine learning, ce type d'analyse relève de l'apprentissage non supervisé dont l'objectif est de résumer, synthétiser et visualiser. Il s'agit de comprendre les modèles, les algorithmes et de savoir interpréter les résultats.

Les principaux algorithmes étudiés dans ce cours d'analyse de données incluent les algorithmes de k-means pour le clustering, l'algorithme EM pour les modèles de mélange, l'Analyse en Composantes Principales (ACP), et les versions kernelisées de ces algorithmes. Ces méthodes sont largement utilisées pour identifier des motifs dans de grands ensembles de données, réduire la dimensionnalité des données et découvrir les structures sous-jacentes dans des systèmes complexes. En appliquant ces techniques, les analystes peuvent acquérir une compréhension plus profonde des données et prendre des décisions plus éclairées.

Compétences :

- Analyser un programme / algorithme et repérer des améliorations à un projet. (3 - Expert)
- Réaliser la mise en place et le suivi d'indicateurs et vérifier l'application de normes et de standards par les équipes informatiques (études, exploitation, production...). (1 - Intermédiaire)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (2 - Maîtrise)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (2 - Maîtrise)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (2 - Maîtrise)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (1 - Intermédiaire)
- Analyser les besoins d'un client ou d'un projet. (2 - Maîtrise)
- Traiter et analyser l'information (collecter, classer, mettre à jour, utiliser des données massives). (2 - Maîtrise)
- Challenger les modèles connus pour approcher le besoin. (2 - Maîtrise)

- Concevoir des modèles (de calcul, de représentation ou de stockage de données...) demandés. (2 - Maîtrise)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (1 - Intermédiaire)
- Chercher des outils complexes et les lier entre eux en sélectionnant les plus pertinents. (2 - Maîtrise)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (1 - Intermédiaire)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (2 - Maîtrise)

[ANDO23] ANALYSE DE DONNÉES

Responsable du module : ATIQ Mounir

Objectifs : L'objectif du cours est d'aborder les différentes techniques de réduction de dimension à l'aide de méthodes factorielles.

Contenu :

- Statistique descriptive bivariable (quantitative et qualitative) et tests associés,
- Analyse factorielle,
- Analyse en composantes principales,
- Analyse factorielle des correspondances,
- Analyse des correspondances multiples,
- Classification non-supervisée (K-means),
- Classification ascendante hiérarchique,
- Analyse discriminante.

[ARSE23] ARCHITECTURE D'UN SYSTÈME D'EXPLOITATION (4 ECTS)

Responsable de l'UE : WIBER Gilles

Langue d'enseignement : Français

Prérequis : Aucun

Parcours : Calcul Intensif et Données Massives (CIDM)

Groupe : 5

Effectif max : 30

Objectifs :

Cette UE présente les éléments d'un système d'exploitation en détaillant les composants critiques pour un système HPC. Le cours s'appuiera sur le noyau Linux et des exemples de systèmes allégés.

Les étudiants seront en fin d'UE capables de décrire les différents composants d'un OS ainsi que plusieurs implémentations de ses composants. Ils sauront modifier un noyau Linux et comprendront l'influence des paramétrages/algorithmes sur les performances.

Compétences :

- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (2 - Maîtrise)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (2 - Maîtrise)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (2 - Maîtrise)
- Analyser les besoins d'un client ou d'un projet. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)
- Analyser et prédire le comportement d'agents dans un environnement économique, technique et social donné, ainsi que leurs interactions. (2 - Maîtrise)

[ARSE23] ARCHITECTURE D'UN SYSTÈME D'EXPLOITATION

Responsable du module : WIBER Gilles

Contenu :

1. Composants d'un système
 - Historique des systèmes
 - Besoins du HPC
 - Les composants d'un système
 - Boot d'un système
 - Génération et paramétrage du noyau Linux (TP)

2. Allocateur mémoire
 - Mécanisme de pagination au sein du système d'exploitation et optimisation matériel (TLB, huge pages,...)
 - Impact de la pagination en contexte HPC
 - Évaluation des mécanismes de pagination et mise en œuvre dans un simulateur (TD)
 - Problématique de l'allocation parallèle en contexte NUMA
 - Présentation des différents allocateurs mémoire utilisateur disponibles
 - Mise en œuvre dans un allocateur utilisateur (TD)
3. Ordonnanceur
 - Étude des algorithmes classiques d'ordonnancement
 - Étude de l'ordonnanceur LINUX
 - Mise en œuvre dans une bibliothèque de threads utilisateur (TD)
4. Sécurité : rôle et fonctionnement de la sécurité au sein d'un système
5. Systèmes de fichiers locaux
 - Historique des systèmes de fichiers locaux
 - Les différentes architectures et mécanismes implémentés :
 - principe de VFS, journaux, COW
 - exemples : FFS, extN, ZFS, log structured FS
 - Mise en œuvre et manipulation des structures (TP : génération, debugfs, ...)
6. Debuging système
 - Traces systèmes
 - Debuging système (gdb, ...)
 - Introduction à l'analyse de crash
7. Optimisations Systèmes
 - Les grands principes et outils d'optimisation du système
 - Paramètres du noyau Linux
 - Systèmes allégés et différences (McKernel, mOS, ...)

Responsable de l'UE : BUREL Guillaume

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Programmation impérative, programmation fonctionnelle

Parcours : Calcul Intensif et Données Massives (CIDM), Génie logiciel (GL)

Groupe : 1

Effectif max : 62

Objectifs :

Le code binaire exécuté sur les machines peut être représenté de façon lisible par un langage assembleur. Cet UE présente les notions de base de l'assembleur, puis explique comment passer d'un langage de programmation de haut niveau à de l'assembleur grâce à la compilation. Transformer un ensemble de sources écrites dans des langages de haut niveau en code exécutable par la machine tout en l'optimisant est une tâche complexe chainant de nombreuses étapes.

L'objet de cette UE est :

- de décrire comment sont traduites en langage machine, les principales abstractions des langages de haut niveau,
- de faire découvrir les mécanismes à l'œuvre dans un compilateur. En outre, plusieurs techniques mathématiques utiles dans de nombreux domaines de l'informatique (réécriture, calcul de point fixe, etc.) sont introduites,
- de faire connaître les outils automatisant les premières étapes de la compilation et montrer leur efficacité au cours d'un projet.

Compétences :

- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (2 - Maîtrise)
- Analyser un programme / algorithme et repérer des améliorations à un projet. (2 - Maîtrise)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (2 - Maîtrise)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (2 - Maîtrise)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (2 - Maîtrise)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (2 - Maîtrise)
- Respecter des procédures et processus définis localement (dans le cadre d'un projet, d'une entreprise...). (1 - Intermédiaire)
- Coordonner la réalisation d'un produit fini. (2 - Maîtrise)
- Optimiser les ressources et les délais du projet. (2 - Maîtrise)
- Analyser les besoins d'un client ou d'un projet. (2 - Maîtrise)

- Challenger les modèles connus pour approcher le besoin. (1 - Intermédiaire)
- Concevoir des modèles (de calcul, de représentation ou de stockage de données...) demandés. (2 - Maîtrise)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (2 - Maîtrise)
- Mettre en place des modèles et méthodes d'implémentation. (1 - Intermédiaire)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)
- Chercher des outils complexes et les lier entre eux en sélectionnant les plus pertinents. (2 - Maîtrise)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (2 - Maîtrise)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (2 - Maîtrise)

[ASCO23] ASSEMBLEUR ET COMPILATION

Responsable du module : BUREL Guillaume

Contenu :

- Code machine et langage assembleur ;
- Langage assembleur RISC-V ;
- Architecture d'un compilateur ;
- Analyse syntaxique ; générateurs d'analyseurs syntaxiques (lex/yacc) ;
- Analyse sémantique ;
- Sélection d'instructions ;
- Graphe de flot de contrôle ;
- Explicitation des conventions d'appel ;
- Analyse de durée de vie ;
- Allocation des registres.

Responsable de l'UE : FORTAT Florent

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Langage Objet

Projet info du S2

Parcours : Jeux et Interactions Numériques (JIN)

Groupe : 1

Effectif max : 32

Objectifs :

Le premier objectif de ce cours est de donner une vision d'ensemble des moteurs de création de jeu.

Ce cours présente l'architecture d'un moteur de jeu vidéo sous ses différents aspects (rendu temps réel, physique, script de gameplay, animations, etc) avec le moteur Unity3D et avec le moteur Unreal Engine.

Les connaissances acquises sont ensuite utilisées dans le développement d'un projet de jeu. L'évaluation portera essentiellement sur les aspects techniques (et non artistiques) du développement du jeu : les solutions proposées faces aux différentes problématiques rencontrées, les bonnes pratiques et la qualité du code.

Compétences :

- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (2 - Maîtrise)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (2 - Maîtrise)
- Coordonner la réalisation d'un produit fini. (2 - Maîtrise)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (2 - Maîtrise)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (2 - Maîtrise)

[GADE23] DÉVELOPPEMENT DE JEUX VIDÉO 1

Responsable du module : FORTAT Florent

Contenu :

Architecture orientée composant

Calcul vectoriel

Blueprints (Unreal)

Lancé de rayon, gestion des collisions

Coroutines et animations

Travail d'équipe

Notions de chaîne de production vidéoludique

Notions de game design

Responsable de l'UE : MUNANTE ARZAPALO Denisse

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Connaissances de base de modélisation orientée objet.

Connaissances de base de programmation orientée objet.

Connaissances de base des activités de développement d'une application logicielle.

Parcours : Génie logiciel (GL), Calcul Intensif et Données Massives (CIDM), Jeux et Interactions Numériques (JIN)

Groupe : 4

Effectif max : 62

Objectifs :

L'objectif de ce cours est d'initier les élèves dans le domaine du processus de développement logiciel sous une méthodologie agile. Le processus de développement logiciel commence par l'analyse des exigences des parties prenantes et se termine par la livraison d'un produit logiciel qui répond aux exigences étudiées. Une étude de cas est utilisée au cours de cet enseignement pour permettre aux élèves d'avoir une première expérience pour jouer le rôle d'analyste, de développeur et d'architecte de logiciels.

À l'issue de ce module les élèves seront capables de :

- maîtriser le développement d'applications orientées objet (spécification, préparation des tests de validation, conception préliminaire, conception détaillée, préparation des tests unitaires, programmation de l'application et des tests, et exécution des tests),
- savoir assurer une certaine qualité logicielle par les tests et la qualité du code,
- savoir organiser le développement logiciel de manière agile et continue,
- maîtriser les outils représentatifs des principales activités du processus de développement.

[GELO23] GÉNIE LOGICIEL

Responsable du module : MUNANTE ARZAPALO Denisse

Objectifs : L'objectif de ce cours est d'initier les élèves dans le domaine du processus de développement logiciel sous une méthodologie agile. Le processus de développement logiciel commence par l'analyse des exigences des parties prenantes et se termine par la livraison d'un produit logiciel qui répond aux exigences étudiées. Une étude de cas est utilisée au cours de cet enseignement pour permettre aux élèves d'avoir une première expérience pour jouer le rôle d'analyste, de développeur et d'architecte de logiciels.

À l'issue de ce module les élèves seront capables de :

- maîtriser le développement d'applications orientées objet (spécification, préparation des tests de validation, conception préliminaire, conception détaillée, préparation des tests unitaires, programmation de l'application et des tests, et exécution des tests),
- savoir assurer une certaine qualité logicielle par les tests et la qualité du code,
- savoir organiser le développement logiciel de manière agile et continue,
- maîtriser les outils représentatifs des principales activités du processus de développement.

Contenu :

Approfondissement des concepts de la modélisation et de la programmation orientées objet avec UML (vues statique et dynamique) et JAVA (polymorphisme, liaison tardive, classe abstraite, interface, type paramétré, collections, expressions lambda, « Streams », « Optional ») :

- introduction au génie logiciel : approche de développement logiciel (de la modélisation à la programmation et aux tests), patrons de conception et de programmation (idiomes), et qualité logicielle outillée (analyse statique de code, exécution automatisée des tests),
- méthode agile et continue : organisation du développement en sprint,
- utilisation tout au long du module, dans un projet en binôme, des outils et canevas logiciels suivants : gestion de versions (Git et GitLab), modélisation UML (p.ex. UMLet ou Modelio), construction de projets Java (Maven), intégration continue (GitLab CI), tests automatisés (JUnit), analyse statique de code.

Responsable de l'UE : DUBRAY Noel

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

- * environnement linux (utilisateur)
- * C++
- * HTML / javascript
- * algèbre linéaire

Parcours : Calcul Intensif et Données Massives (CIDM), Jeux et Interactions Numériques (JIN)

Groupe : 6

Effectif max : 30

Objectifs :

Cette UE consiste en la présentation des différentes briques fonctionnelles intervenant lors du développement d'un code de calcul scientifique, de son exploitation en phase de production, et enfin lors de la phase d'extraction et de présentation des résultats. Les élèves se familiariseront au cours de cette UE avec les bonnes pratiques de développement, de production et de post-processing, tout en découvrant les contraintes spécifiques du calcul scientifique hautes performances. Toutefois, la maîtrise des outils utilisés lors de cette UE sera également très profitable aux étudiants se destinant à une carrière incluant du développement non exclusivement scientifique.

Compétences :

- Présenter à l'oral les résultats d'un travail réalisé dans le cadre professionnel. (3 - Expert)
- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (3 - Expert)
- Organiser et coordonner le circuit des informations sur le fonctionnement d'une structure. (3 - Expert)
- Participer au circuit des informations dans une structure. (3 - Expert)
- Préconiser des améliorations en matière d'organisation, de gestion, de procédures. (3 - Expert)
- Coordonner et organiser l'activité d'une équipe dans le cadre d'un projet d'entrepreneuriat. (3 - Expert)
- Travailler en équipe et s'y intégrer. (3 - Expert)
- Coordonner la réalisation d'un produit fini. (3 - Expert)
- Optimiser les ressources et les délais du projet. (3 - Expert)
- Analyser les besoins d'un client ou d'un projet. (3 - Expert)
- Concevoir des modèles (de calcul, de représentation ou de stockage de données...) demandés. (3 - Expert)

- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (3 - Expert)
- Mettre en place des modèles et méthodes d'implémentation. (3 - Expert)

Module 1 [IPS-DEV](#)

Module 2 [IPS-PROD](#)

[IPSD23] IPS-DEV

[PSPR23] IPS-PROD

Responsable de l'UE : ROUSSEL David

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Langages Objet en S2 validé

Parcours : Génie logiciel (GL), Jeux et Interactions Numériques (JIN), Calcul Intensif et Données Massives (CIDM)

Groupe : 3

Effectif max : 62

Objectifs :

L'objectif de cette option est de familiariser les élèves avec les concepts objets avancés de conteneurs, itérateurs (pointeurs généralisés), algorithmes (foncteurs) et le découplage conteneurs/algorithmes grâce aux itérateurs de la Standard Template Library ou du framework QT, ainsi que le paradigme événementiel des signaux/slots en QT. QT intègre par ailleurs de nombreux aspects allant de l'introspection (grâce aux meta-objets) aux interfaces graphiques dans une architecture MVC. Ces concepts fortement utilisés dans le développement objet actuel sont ensuite appliqués dans la partie GUI de QT au travers d'un projet permettant d'appliquer les concepts vus en cours.

Compétences :

- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (1 - Intermédiaire)
- Analyser un programme / algorithme et repérer des améliorations à un projet. (2 - Maîtrise)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (2 - Maîtrise)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (2 - Maîtrise)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (2 - Maîtrise)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (2 - Maîtrise)
- Travailler en équipe et s'y intégrer. (1 - Intermédiaire)
- Coordonner la réalisation d'un produit fini. (1 - Intermédiaire)
- Optimiser les ressources et les délais du projet. (1 - Intermédiaire)
- Analyser les besoins d'un client ou d'un projet. (2 - Maîtrise)
- Traiter et analyser l'information (collecter, classer, mettre à jour, utiliser des données massives). (2 - Maîtrise)
- Challenger les modèles connus pour approcher le besoin. (2 - Maîtrise)
- Concevoir des modèles (de calcul, de représentation ou de stockage de données...) demandés. (2 - Maîtrise)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (2 - Maîtrise)

- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (1 - Intermédiaire)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (1 - Intermédiaire)

Module 1 [Concepts objets avancés](#)

Module 2 [Projet langages objet avancés](#)

[COOA24] CONCEPTS OBJETS AVANCÉS

[PLOA24] PROJET LANGAGES OBJET AVANCÉS

Responsable de l'UE : DUBOIS Catherine

Langue d'enseignement : Français

Prérequis : Aucun

Parcours : Génie logiciel (GL)

Groupe : 5

Effectif max : 30

Objectifs :

L'UE présente les concepts fondamentaux des langages et systèmes formels en première partie et introduit, dans la seconde partie, les techniques de test et de preuve de programmes.

Compétences :

- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (1 - Intermédiaire)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (1 - Intermédiaire)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (2 - Maîtrise)
- Concevoir des modèles (de calcul, de représentation ou de stockage de données...) demandés. (1 - Intermédiaire)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (1 - Intermédiaire)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (1 - Intermédiaire)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (1 - Intermédiaire)

Module 1 [Langages et systèmes formels](#)

Module 2 [Validation et vérification du logiciel](#)

[LASF23] LANGAGES ET SYSTÈMES FORMELS

Responsable du module : DUBOIS Catherine

Objectifs : Comprendre la problématique de description des langages au travers de procédés énumératifs (grammaires), algébriques (systèmes rationnels) et de reconnaissance (automates finis). Voir qu'il existe des langages non reconnaissables suivant les procédés. Comprendre le fonctionnement de Lex et Yacc : les techniques fondées sur des automates sont en effet omniprésentes en informatique. Construire des arbres de syntaxe abstraite.

Contenu :

Grammaires hors contexte, grammaires régulières et réductions, langages rationnels, automates finis à états (déterministes, non déterministes, minimaux, lemme de pompage).

Analyse lexicale, analyses syntaxiques (descendante et ascendante).

Arbres de syntaxe abstraite.

[VAVL23] VALIDATION ET VÉRIFICATION DU LOGICIEL

Responsable du module : DUBOIS Catherine

Objectifs : L'objet de ce module est d'acquérir les bases des techniques de test et de preuve formelle permettant la vérification systématique et la validation des programmes et systèmes informatiques. Ce module mêle apports fondamentaux et mise en pratique de quelques outils de test et preuve de programmes.

Contenu :

- Place de la validation et vérification dans le cycle de développement du logiciel, objectifs, panorama des différentes techniques
- Test fonctionnel
- Test structurel
- Spécification par contrats
- Logique de Hoare, preuve de programmes
- Introduction aux outils Junit, PathCrawler et la plateforme FramaC

Responsable de l'UE : DFP FISE

Langue d'enseignement : Français

Prérequis : Aucun

Objectifs :

L'UE contient deux modules :

- Le premier concerne une introduction aux méthodes agiles,
- Le deuxième concerne le challenge entreprendre.

Les élèves souhaitant participer aux hackathons et idéathons de la "reveal week" pourront bénéficier d'un bonus pouvant aller jusqu'à un point sur la note d'UE.

Compétences :

- Présenter à l'oral les résultats d'un travail réalisé dans le cadre professionnel. (1 - Intermédiaire)
- Analyser un programme / algorithme et repérer des améliorations à un projet. (1 - Intermédiaire)
- Réaliser la mise en place et le suivi d'indicateurs et vérifier l'application de normes et de standards par les équipes informatiques (études, exploitation, production...). (1 - Intermédiaire)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (1 - Intermédiaire)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (1 - Intermédiaire)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (2 - Maîtrise)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (2 - Maîtrise)
- Respecter des procédures et processus définis localement (dans le cadre d'un projet, d'une entreprise...). (2 - Maîtrise)
- Organiser et coordonner le circuit des informations sur le fonctionnement d'une structure. (1 - Intermédiaire)
- Participer au circuit des informations dans une structure. (1 - Intermédiaire)
- Préconiser des améliorations en matière d'organisation, de gestion, de procédures. (1 - Intermédiaire)
- Conseiller des équipes de développement, de production et des utilisateurs. (1 - Intermédiaire)
- Mettre en place des indicateurs, déterminer des actions correctives et les mettre en place. (2 - Maîtrise)
- Coordonner et organiser l'activité d'une équipe dans le cadre d'un projet d'entrepreneuriat. (1 - Intermédiaire)
- Gérer l'activité d'une équipe en s'appuyant sur une méthodologie formalisée. (2 - Maîtrise)
- Travailler en équipe et s'y intégrer. (2 - Maîtrise)
- Coordonner la réalisation d'un produit fini. (1 - Intermédiaire)
- Répondre à des demandes d'utilisateurs en interagissant avec eux et en mobilisant ses connaissances. (1 - Intermédiaire)

Module 1 [Introduction aux méthodes agiles](#)

Module 2 [Challenge entreprendre](#)

Module 3 [Idéathon ou hackathon 3](#)

[INMA23] INTRODUCTION AUX MÉTHODES AGILES

[CHEN23] CHALLENGE ENTREPRENDRE

Responsable du module : KHIDER Nassim

Objectifs : Pendant une semaine, les participants sont intégrés à des équipes mixtes de managers-ingénieurs. Ils doivent réaliser un business plan ainsi qu’une vidéo de présentation de leur start-up numérique.

Contenu :

[IDHA23] IDÉATHON OU HACKATHON 3

Responsable du module : KHIDER Nassim

Objectifs : Les apprenants sont invités à réfléchir pendant deux journées pour esquisser une solution innovante à un cas concret, inspiré par un partenaire de l’entreprise ou de l’industrie.

Responsable de l'UE : MOUGEOT Mathilde

Langue d'enseignement : Anglais

Prérequis :

pas de pré-requis

Parcours : Mathématiques appliquées (MA)

Groupe : 1

Effectif max : 70

Objectifs :

Le cours MERR constitue une première étape dans l'étude des modèles d'apprentissage automatique. Il introduit les modèles prédictifs linéaires dans le cadre de la régression et de la classification : les modèles classiques comme les modèles à coefficient pénalisé sont étudiés. Ce cours présente la théorie et la pratique des modèles de régression qui sont plus sophistiqués que le modèle linéaire, mieux adaptés aux données d'aujourd'hui, notamment en présence d'une forte corrélation et de données de grande taille.

Compétences :

- Produire un support de communication. (1 - Intermédiaire)
- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (1 - Intermédiaire)
- Analyser un programme / algorithme et repérer des améliorations à un projet. (1 - Intermédiaire)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (1 - Intermédiaire)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (1 - Intermédiaire)
- Réaliser une étude quantitative et mettre en place des outils d'aide à la décision. (1 - Intermédiaire)
- Traiter et analyser l'information (collecter, classer, mettre à jour, utiliser des données massives). (1 - Intermédiaire)
- Faire un état de l'art et comprendre des articles scientifiques. (1 - Intermédiaire)
- Intégrer les savoirs de différents domaines. (1 - Intermédiaire)
- Mettre en place des modèles et méthodes d'implémentation. (1 - Intermédiaire)
- Résoudre des problèmes en matière de recherche et/ou d'innovation. (1 - Intermédiaire)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (1 - Intermédiaire)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (1 - Intermédiaire)
- Répondre à des demandes d'utilisateurs en interagissant avec eux et en mobilisant ses connaissances. (1 - Intermédiaire)

Module 1 [Méthodes de régression régularisée : cours](#)

Module 2 [Méthodes de régression régularisée : projet](#)

[CMRR23] MÉTHODES DE RÉGRESSION RÉGULARISÉE : COURS

Responsable du module : MOUGEOT Mathilde

Objectifs : méthodes des moindres carrés ordinaires, modèles linéaires, régression ridge et lasso.

Contenu :

méthodes des moindres carrés ordinaires, modèles linéaires, régression ridge et lasso.

[PRMR23] MÉTHODES DE RÉGRESSION RÉGULARISÉE : PROJET

Responsable du module : MOUGEOT Mathilde

Objectifs : Applications des notions vues en cours et TD sur données réelles.

Contenu :

Applications des notions vues en cours et TD sur données réelles.

Responsable de l'UE : TORRI Vincent

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

- Programmation Impérative
- Programmation en C

Parcours : Mathématiques appliquées (MA)

Groupe : 4

Effectif max : 70

Objectifs :

La formation initie l'étudiant à la programmation en C++ en se basant sur des connaissances en C. Les ajouts de base du C++ par rapport au C seront présentés. Puis les fonctionnalités du C++ seront décrites. Le cours se fera en salle TP Machine pour expérimenter les notions au fur et à mesure du cours. Un projet fait en binômes fera parti de la note finale.

Compétences :

- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (1 - Intermédiaire)
- Analyser un programme / algorithme et repérer des améliorations à un projet. (1 - Intermédiaire)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (1 - Intermédiaire)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (1 - Intermédiaire)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (2 - Maîtrise)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (1 - Intermédiaire)
- Respecter des procédures et processus définis localement (dans le cadre d'un projet, d'une entreprise...). (1 - Intermédiaire)
- Coordonner la réalisation d'un produit fini. (1 - Intermédiaire)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (1 - Intermédiaire)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (1 - Intermédiaire)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (1 - Intermédiaire)

[PRAP23] PROGRAMMATION AVANCÉE ET PROJET

Responsable du module : TORRI Vincent

Objectifs : Apprendre le C++ et l'appliquer à un projet en binôme

Contenu :

- Nouveautés sur les types, structures de contrôle et fonctions (valeurs par défaut et surcharge)
- Espaces de nom
- Exceptions
- Classes
- Héritage
- Surcharge
- C++11
- Threads
- Conteneurs

Responsable de l'UE : FOREST Julien

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Notions de base en programmation fonctionnelle :

- récursivité
- fonctions de premier ordre
- persistance
- type inductifs

Les apports théoriques du cours de programmation fonctionnelle de première année sont supposés acquis.

Parcours : Génie logiciel (GL)

Groupe : 2

Effectif max : 32

Objectifs :

Le cours a pour ambition de donner aux élèves la possibilité de choisir ou concevoir la structure de données adaptée à la résolution de leur problème et ensuite de choisir le langage et le style de programmation les plus confortables pour l'exploiter dans le cadre d'une démarche d'ingénieur. Il est organisé autour de la notion de structure de données *persistante*. Ici on s'attachera à casser quelques idées reçues sur le style fonctionnel et à définir des structures caractéristiques en mettant en avant les notions de persistance et l'ordre supérieur.

En séances de travaux dirigés les élèves sont sensibilisés aux notions de sûreté de fonctionnement et de preuve de programme, plus abordables dans un cadre persistant.

3 absences injustifiées seront sanctionnées de 4 points de pénalité sur la moyenne de l'UE et de l'impossibilité de se présenter en seconde session.

Compétences :

- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (1 - Intermédiaire)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (2 - Maîtrise)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (2 - Maîtrise)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (2 - Maîtrise)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (2 - Maîtrise)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)

- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)
- Chercher des outils complexes et les lier entre eux en sélectionnant les plus pertinents. (2 - Maîtrise)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (1 - Intermédiaire)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (2 - Maîtrise)

[PRFO23] PROGRAMMATION FONCTIONNELLE

Responsable du module : FOREST Julien

Contenu :

Le cours est illustré dans le langage ocaml :

- Noyau fonctionnel et exceptions,
- Types sommes, types inductifs,
- Ensembles comme : Liste, ABR, Arbres AVL,
- Structures d'associations, arbres de suffixes, zippers. Itérateurs sur ces structures,
- Un point sur les modules et foncteurs.

Le projet prend la forme d'un problème dont la résolution impose la mise en place et l'exploitation de structures assez avancées.

Responsable de l'UE : JAEGER Julien

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Programmation C/C++ nécessaire

Parcours : Calcul Intensif et Données Massives (CIDM)

Groupe : 2

Effectif max : 30

Objectifs :

Les thèmes et compétences abordés dans cette UE sont la programmation parallèle en mémoire distribuée pour le calcul haute performance à l'aide du modèle de programmation MPI. Dans cette UE, nous aborderons tous les aspects de la programmation parallèle par passage de message, que ce soit l'utilisation de l'API, les algorithmes sous-jacents présents dans les implémentations de cette API, et les détails à prendre en compte pour réaliser un code MPI efficace.

Compétences :

- Analyser un programme / algorithme et repérer des améliorations à un projet. (1 - Intermédiaire)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (1 - Intermédiaire)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (3 - Expert)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (3 - Expert)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (2 - Maîtrise)
- Prendre en compte les enjeux de développement durable pour développer de manière écologique. (1 - Intermédiaire)
- Apporter une assistance technique. (2 - Maîtrise)
- Conseiller des équipes de développement, de production et des utilisateurs. (1 - Intermédiaire)
- Analyser les besoins d'un client ou d'un projet. (1 - Intermédiaire)
- Traiter et analyser l'information (collecter, classer, mettre à jour, utiliser des données massives). (1 - Intermédiaire)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (3 - Expert)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (1 - Intermédiaire)

Module 1 [Introduction à MPI](#)

Module 2 [Programmation MPI avancée](#)

[IMPI23] INTRODUCTION À MPI

Responsable du module : JAEGER Julien

Objectifs : L'objet de ce module est d'appréhender les bases de la programmation parallèle avec l'APIMPI

Contenu :

- Introduction à l'API MPI
- Echanges de messages par communications en point à point
- Echanges de messages par communication collectives
- Echanges de messages par communications collectives avancées
- Description et utilisation des types dérivés
- TDs de mise en œuvre des concepts vus en cours

[PMPI23] PROGRAMMATION MPI AVANCÉE

Responsable du module : JAEGER Julien

Objectifs : L'objet de ce module est d'appréhender les fonctionnalités MPI avancées, telles que la lecture et l'écriture mémoire ou les RMAs. Ce module introduit également les réseaux rapides et les topologies réseaux présentes dans les supercalculateurs. Ce module propose aussi certains conseils pour produire un programme MPI efficace.

Contenu :

- Lectures et écritures parallèles de fichiers avec MPI-IO
- Echanges de messages par communications unidirectionnelles (RMA MPI)
- Introduction aux réseaux rapides
- Description des topologies réseaux
- Astuces pour produire un programme MPI efficace

- TD de mise en œuvre des concepts vus en cours

Responsable de l'UE : SAGNA Abass

Langue d'enseignement : Anglais

Prérequis :

l'UE Probabilité du S1

Parcours : Mathématiques appliquées (MA)

Groupe : 2

Effectif max : 70

Objectifs :

Cet UE introduit et développe la notion de processus stochastiques et plus particulièrement les martingales en temps discret et les chaînes de Markov. Elle donne aux élèves les fondamentaux et les outils d'analyse qui permettent de comprendre les diverses applications des processus stochastiques, notamment dans les domaines des mathématiques financières et de l'économétrie.

Compétences :

- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (1 - Intermédiaire)
- Challenger les modèles connus pour approcher le besoin. (2 - Maîtrise)
- Concevoir des modèles (de calcul, de représentation ou de stockage de données...) demandés. (1 - Intermédiaire)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (2 - Maîtrise)
- Développer de nouveaux savoirs et de nouvelles procédures (1 - Intermédiaire)
- Intégrer les savoirs de différents domaines. (2 - Maîtrise)
- Mettre en place des modèles et méthodes d'implémentation. (2 - Maîtrise)
- Résoudre des problèmes en matière de recherche et/ou d'innovation. (2 - Maîtrise)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)

Responsable de l'UE : WATEL Dimitri

Langue d'enseignement : Anglais

Prérequis :

Graphes et optimisation dans les graphes, optimisation mathématique, probabilités, algorithmique, Programmation impérative, Programmation fonctionnelle

Parcours : Génie logiciel (GL), Mathématiques appliquées (MA)

Groupe : 6

Effectif max : 100

Objectifs :

La Recherche Opérationnelle (RO) est un ensemble de méthodes, de modèles, d'algorithmes et d'outils informatiques ou mathématiques permettant de résoudre des problèmes généralement appliqués dans l'industrie. On trouvera notamment des applications dans les **réseaux** (routage informatique, câblage), le **transport** (de personne ou de produits), la **production de matériel** (organisation des lignes de production, rotation d'équipages), les **marchés économiques** (optimisation de portefeuilles), ... et de manière générale tous les choix techniques ou économiques qu'une entreprise doit faire. La RO est donc une forme d'**aide à la décision**.

Le principe général consiste premièrement à comprendre le problème posé (discuter avec l'humain, le client qui a un problème), deuxièmement à le reconnaître, si c'est le cas, comme un problème de RO et à le modéliser (faire abstraction des explications « floues » et « informelles » en le rationalisant sous une forme mathématique) et troisièmement à le résoudre à l'aide de méthodes ou d'algorithmes de RO connus ou similaires à des méthodes connues.

La RO est une discipline très vaste qui comporte trois grands domaines : les problèmes combinatoires, l'optimisation continue et les problèmes aléatoires. Le but du cours est d'initier les élèves à ces questions de façon à ce qu'ils soient en mesure de reconnaître un problème de RO et d'avoir quelques idées sur la façon de le traiter. Pour cela le cours abordera les grands problèmes classiques de la RO, de façon précise mais sans les approfondir, en présentant les méthodes ou algorithmes classiques pour les résoudre et les preuves qui permettent de démontrer leur exactitude. Notons que les problèmes de base concernant les chemins optimaux d'un graphe et les ordonnancements sont abordés en première année dans l'UE *théorie des graphes et optimisation dans les graphes*. De même la programmation linéaire est abordée dans l'UE *Optimisation mathématique*.

Toutes les notions vues en cours de RO pourront être développées dans les UE futures *Compléments et outils de recherche opérationnelle*, *Optimisation 1* et *Optimisation 2*.

Compétences :

- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (2 - Maîtrise)
- Analyser les besoins d'un client ou d'un projet. (2 - Maîtrise)

- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (2 - Maîtrise)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)
- Répondre à des demandes d'utilisateurs en interagissant avec eux et en mobilisant ses connaissances. (2 - Maîtrise)

[REOP23] RECHERCHE OPÉRATIONNELLE

Responsable du module : WATEL Dimitri

Objectifs : Ce cours s'inscrit fondamentalement dans la continuité des cours de *Graphe et optimisation* et *Optimisation mathématiques*.

La Recherche Opérationnelle (RO) est un ensemble de méthodes, de modèles, d'algorithmes et d'outils informatiques ou mathématiques permettant de résoudre des problèmes généralement appliqués dans l'industrie. On trouvera notamment des applications dans les **réseaux** (routage informatique, câblage), le **transport** (de personne ou de produits), la **production de matériel** (organisation des lignes de production, ordonnancement, rotation d'équipes), les **marchés économiques** (optimisation de portefeuilles), ... et de manière générale tous les choix techniques ou économiques qu'une entreprise doit faire. La RO est donc une forme d'**aide à la décision**.

Le principe général consiste premièrement à comprendre le problème posé (discuter avec l'humain, le client qui a un problème), deuxièmement à le reconnaître comme un problème de RO ou une variante d'un problème de RO et à le modéliser (faire abstraction des explications « floues » et « informelles » en le rationalisant sous une forme mathématique) et troisièmement à le résoudre à l'aide de méthodes ou d'algorithmes de RO connus ou similaires à des méthodes connues.

La RO est une discipline très vaste qui comporte trois grands domaines les problèmes combinatoires, les problèmes d'optimisation continue et les problèmes avec incertitudes. Le but du cours est d'initier les élèves à ces questions de façon à ce qu'ils soient en mesure de reconnaître un problème de RO et d'avoir quelques idées sur la façon de le traiter. Pour cela le cours abordera des grands problèmes classiques de la RO, de façon précise mais sans les approfondir, en présentant les méthodes ou algorithmes classiques pour les résoudre et les preuves qui permettent de démontrer leur exactitude.

Contenu :

Le cours est divisé en trois grandes parties :

Optimisation combinatoire

- Programmation dynamique,
- Ordonnancement avec contraintes de moyens et ordonnancement d'ateliers,
- Problèmes de flot : flot maximal, coupe minimale,
- Procédures arborescentes d'évaluation et de séparation,

Optimisation continue

- Méthodes primales : gradient projeté et gradient réduit,
- Méthodes des pénalités et des barrière,

Processus aléatoires

- Processus Markoviens, Chaîne de Markov,
- Processus de naissance et de mort et files d'attente.

Responsable de l'UE : FOREST Julien

Langue d'enseignement : Français

Prérequis : Aucun

Objectifs :

Compétences :

- Connaître le monde professionnel afin de communiquer au mieux avec des spécialistes comme avec des non-spécialistes. (1 - Intermédiaire)
- Se mettre en valeur, s'autoévaluer, et optimiser ses capacités interpersonnelles en situation professionnelle. (1 - Intermédiaire)
- Animer une réunion. (1 - Intermédiaire)
- Présenter à l'oral les résultats d'un travail réalisé dans le cadre professionnel. (1 - Intermédiaire)
- Produire un support de communication. (1 - Intermédiaire)
- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (1 - Intermédiaire)
- Appliquer des normes nationales ou internationales (éthique, sécurité et santé au travail, qualité, éco-conception...). (1 - Intermédiaire)
- Respecter des procédures et processus définis localement (dans le cadre d'un projet, d'une entreprise...). (1 - Intermédiaire)
- Réaliser une étude quantitative et mettre en place des outils d'aide à la décision. (1 - Intermédiaire)
- Organiser et coordonner le circuit des informations sur le fonctionnement d'une structure. (1 - Intermédiaire)
- Participer au circuit des informations dans une structure. (1 - Intermédiaire)
- Préconiser des améliorations en matière d'organisation, de gestion, de procédures. (1 - Intermédiaire)
- Mettre en place des indicateurs, déterminer des actions correctives et les mettre en place. (1 - Intermédiaire)
- Coordonner et organiser l'activité d'une équipe dans le cadre d'un projet d'entrepreneuriat. (1 - Intermédiaire)
- Gérer l'activité d'une équipe en s'appuyant sur une méthodologie formalisée. (1 - Intermédiaire)
- Travailler en équipe et s'y intégrer. (1 - Intermédiaire)
- Coordonner la réalisation d'un produit fini. (1 - Intermédiaire)
- Définir la faisabilité et la rentabilité d'un projet en prenant en compte les exigences commerciales, la gestion du budget, les risques et les impacts sociaux et environnementaux. (1 - Intermédiaire)
- Optimiser les ressources et les délais du projet. (1 - Intermédiaire)

- Prendre en compte les normes légales. (1 - Intermédiaire)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (1 - Intermédiaire)
- Répondre à des demandes d'utilisateurs en interagissant avec eux et en mobilisant ses connaissances. (1 - Intermédiaire)
- Analyser avec un regard critique des cas pratiques à l'échelle d'une entreprise et proposer des améliorations de gouvernance. (1 - Intermédiaire)

Module 1 [Droit civil et informatique](#)

Module 2 [Créativité et innovation](#)

Module 3 [Idéathon ou hackathon](#)

[DRCI23] DROIT CIVIL ET INFORMATIQUE

Responsable du module : PILLIAS-PERRON Anne

Objectifs : — Développer des aptitudes dans la recherche de l'information juridique : études de sites juridiques tels que Légifrance ; le ministère de la Justice ; Service public ; INPI ; CNIL...
 — Rechercher des textes législatifs et effectuer des recherches jurisprudentielles.
 — Connaître le système judiciaire français et se familiariser avec le vocabulaire juridique.

Contenu :

1. Les institutions de la Ve République
2. L'organisation judiciaire et l'action en justice
3. La hiérarchie des normes
4. La recherche juridique
5. Les personnes physiques et les personnes morales
6. Cas pratiques

[CRIN23] CRÉATIVITÉ ET INNOVATION

Responsable du module : KHIDER Nassim

Objectifs : « L'imagination est plus importante que le savoir » *Albert Einstein*

Comprendre les processus de la créativité et de l'innovation pour les appliquer dans le milieu professionnel.

Contenu :

- Qu'est-ce que la créativité
- Pourquoi la créativité est-elle si importante
- La créativité appliquée au processus de résolution de problèmes
- Comment développer sa créativité
- Comment stimuler et utiliser la créativité

- Qu'est-ce que l'innovation
- Les processus de l'innovation
- Stratégie et innovation
- Management de projet innovant
- Innovation et transformation numérique

[IDHA23] IDÉATHON OU HACKATHON

Responsable du module : KHIDER Nassim

Objectifs : Les apprenants sont invités à réfléchir pendant deux journées pour esquisser une solution innovante à un cas concret, inspiré par un partenaire de l'entreprise ou de l'industrie.

[LVFH23] LANGUES VIVANTES ET FORMATION HUMAINE 3 (3 ECTS)

Responsable de l'UE : BOURARD Laurence

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Maîtrise de la langue française (niveau B2 recommandé)

Niveau B1-B2 en anglais

Effectif max : 20

Objectifs :

Progresser dans deux langues étrangères (anglais et LV2).

Appréhender les enjeux de la communication dans le monde de l'entreprise.

Compétences :

- Connaître des méthodes et cultures étrangères (2 - Maîtrise)
- Connaître le monde professionnel afin de communiquer au mieux avec des spécialistes comme avec des non-spécialistes. (1 - Intermédiaire)
- Se mettre en valeur, s'autoévaluer, et optimiser ses capacités interpersonnelles en situation professionnelle. (1 - Intermédiaire)
- Animer une réunion. (1 - Intermédiaire)
- Être capable de s'exprimer à l'oral dans un environnement de travail en langue étrangère. (2 - Maîtrise)
- Présenter à l'oral les résultats d'un travail réalisé dans le cadre professionnel. (1 - Intermédiaire)
- Être capable de s'exprimer à l'écrit dans un environnement de travail en langue étrangère. (2 - Maîtrise)
- Travailler en équipe et s'y intégrer. (1 - Intermédiaire)

Module 1 [LV1](#)

Module 2 [LV2](#)

Module 3 [La communication au service de l'entreprise](#)

[LVIU23] LV1

Responsable du module : BOURARD Laurence

Objectifs : Renforcer ses compétences afin de participer en anglais à des activités professionnelles et d'interagir avec des équipes multiculturelles.

Progresser et parvenir au minimum à l'échelon B2 du CECRL (Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues).

Contenu :

Etude de documents authentiques pris dans la presse anglophone, extraits d'enregistrements audio et vidéo.

Exercices pratiques variés : prise de parole en continu, conversation et débat en anglais, compréhension écrite et orale, expression écrite.

Entraînement en ligne et hors ligne pour se préparer à des formats de test certifiant.

[LVID23] LV2

Responsable du module : BOURARD Laurence

Objectifs : Etre capable de (mieux) communiquer dans une langue étrangère, au choix : allemand, chinois, espagnol, français langue étrangère, italien, japonais, russe.

Contenu :

Le professeur de LV2 utilise des documents authentiques ou didactisés, adaptés au niveau et au profil des élèves (articles tirés de la presse, extraits d'enregistrements audio et vidéo, manuels).

Les activités portent sur des savoirs et des compétences variés : compréhension de l'écrit et de l'oral, expression écrite et orale, prise de parole en continu, capacité à prendre part à une conversation, acquisitions lexicales et civilisationnelles, sensibilité interculturelle.

[COSE23] LA COMMUNICATION AU SERVICE DE L'ENTREPRISE

Responsable du module : BOURARD Laurence

Objectifs : Compréhension de la communication et de la stratégie de l'entreprise
Appréhension des outils, analyse des difficultés et des contraintes

Contenu :

- Culture d'entreprise et communication
- Communication institutionnelle
- Communication commerciale
- Communication web

SEMESTRE 4

Organisation. Les élèves doivent choisir 6 UE techniques (cf Figure 3) : 1 UE par groupe. Un élève suit donc 8 UE pendant le semestre 3.

Parcours	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	Gr. 4	Gr. 5	Gr. 6
CIDM	MEAA24	IPBD24, PRSA24	LOCL24	INIQ24	PABT24	SYFP24
IL&S	SERP24	MFDL24	PRCV24	INAR24	ARMA24, CORO24	BLOC24, SESI24
JIN	READ24	IMRA24	GADE24	INAR24	RVIG24	PRBI24
MA	MESI24	AEDP24	MOST24	CAST24	CORO24, INMF24	PRBI24, PRRE24

FIGURE 3 – Les UE du S4

		GR. 1	GR. 2	GR. 3	GR. 4	GR. 5	GR. 6
Janv-Mars	Lundi AM			X ¹			
	AP			X ¹			
	Mardi AM						
	AP	X					
	Mercredi AM	X					
Mars-Mai	AP						
	Jeudi AM						
	AP						
	Vendredi AM					X ²	
	AP					X ²	
	Lundi AM				X ³		
	AP				X ³		
	Mardi AM						
	AP		X				
	Mercredi AM		X				
	AP						
	Jeudi AM						
	AP						
	Vendredi AM						X ⁴
	AP						X ⁴

Les enseignements de **LVFH24** ont lieu les mardi matin et mercredi après midi sur tout le semestre.
Les enseignements de **GEDE24** ont lieu les jeudi matin sur tout le semestre.

FIGURE 4 – Planning S4

1. Les enseignements de l'UE **LOCL24** se déroulent les lundis après midi et vendredis matin de Janvier à Mars. Le choix de cette UE force donc le choix de l'UE **PABT24** dans le groupe 5.
2. Les enseignements de l'UE **PABT24** se déroulent les lundis matin et vendredis après midi de Janvier à Mars. Le choix de cette UE force donc le choix de l'UE **LOCL24** dans le groupe 3.

3. Les enseignements de l'UE **INIQ24** se déroulent les lundis après midi et vendredis après midi de Mars à Mai. Le choix de cette UE force donc le choix de l'UE **SYFP24** dans le groupe 6.
4. Les enseignements de l'UE **SYFP24** se déroulent les lundis matin et vendredis matin de Mars à Mai. Le choix de cette UE force donc le choix de l'UE **INIQ24** dans le groupe 4.

Contenu

[AEDP24] Analyse des équations aux dérivées partielles	69
[ANNU24] Analyse des équations aux dérivées partielles	70
[ARMA24] Architecture matérielle	71
[ARMA24] Architecture matérielle	71
[BLOC24] Blockchain	72
[BLCL24] Blockchains classiques	72
[BLNG24] Blockchains de nouvelle génération	73
[CAST24] Calcul stochastique	74
[CAST24] Calcul stochastique	74
[CORO24] Compléments et outils de recherche opérationnelle	76
[CORO24] Compléments et outils de recherche opérationnelle	77
[GADE24] Développement de jeux vidéo 2	78
[GADE24] Développement de jeux vidéo 2	78
[IMRA24] Images et réalité augmentée	80
[VARA24] Vision artificielle	81
[PRRA24] Réalité augmentée	81
[INAR24] Intelligence artificielle	82
[IART24] Résolution de problèmes	83
[PLPR24] Programmation logique	83
[IADI24] Intelligence artificielle distribuée	83
[INIQ24] Introduction à l'informatique quantique	84
[INIQ24] Introduction à l'informatique quantique	84
[INMF24] Instruments et modèles financiers	86
[MODF24] Modèles discrets en finance	86
[INFI24] Instruments financiers	87
[IPBD24] Ingénierie des plateformes big-data	88
[IPBD24] Ingénierie des plateformes big-data	89
[LOCL24] Logiciel cluster	91
[ASCC24] Architecture matérielle et logicielle des super-calculateurs	91
[MEAA24] Méthodes d'apprentissage et réseaux de neurones	93
[MEAA24] Méthode d'apprentissage automatique	94
[MESI24] Méthodes de simulation	96
[METS24] Méthodes de simulation	97
[MFDL24] Méthodes formelles pour le développement de logiciels sûrs	98
[MFDL24] Méthodes formelles pour le développement formelle de logiciels sûrs	98
[MOST24] Modélisation statistique	100
[INAS24] Apprentissage automatique	101
[SETE24] Séries temporelles	101
[PABT24] Parallélisme à base de thread	102
[MPPT24] Modèle programmation Pthread	103
[MPMP24] Modèle programmation OpenMP	103

[PRBI24] Pattern recognition and biometrics	104
[PRBI24] Pattern recognition and biometrics	104
[PRCV24] Programmation concurrente et vérification	106
[COMC24] Concepts et model checking	107
[MPPT24] Modèle programmation Pthread	107
[PRRE24] Projet recherche	108
[PRRE24] Projet recherche	109
[PRSA24] Programmation scientifique avancée	110
[PRSA24] Programmation scientifique avancée	111
[READ24] Réseaux IP et administration LAN	112
[REIP24] Réseaux IP et administration LAN	113
[RVIG24] Réalité virtuelle et informatique graphique	114
[FORV24] Réalité virtuelle	115
[INGR24] Informatique graphique	115
[SERP24] Sécurité des réseaux et des protocoles	116
[SERP24] Sécurité des réseaux et des protocoles	116
[SESI24] Sécurité des systèmes d'information	118
[SESI24] Sécurité des systèmes d'information	118
[SYFP24] Systèmes de fichiers parallèles	120
[ASFP24] Systèmes de fichiers parallèles	121
[GEDE24] Gestion, économie, droit et enjeux sociétaux 4	122
[SAMA24] Savoir manager	123
[IENU24] Impact environnemental du numérique	124
[LVFH24] Langues vivantes et formation humaine 4	125
[LVIU24] LV1	125
[LVID24] LV2	126
[COSE24] La communication au service de l'entreprise	126

Responsable de l'UE : TORRI Vincent

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Programmation avancée et projet

Parcours : Mathématiques appliquées (MA)

Groupe : 2

Effectif max : 60

Objectifs :

Cette UE présente les méthodes mathématiques pour l'existence et l'unicité des solutions à des EDP, en particulier, les méthodes hilbertiennes seront présentées, et la formulation variationnelle. Dans une seconde partie, la résolution numérique et algorithmique des EDPs sera abordée par éléments finis

Contenu

- Espaces de Sobolev
- Lax Milgram, formulation variationnelle.
- Elements finis
- Programmation C++

Compétences :

- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (1 - Intermédiaire)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (2 - Maîtrise)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (1 - Intermédiaire)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (1 - Intermédiaire)

- Chercher des outils complexes et les lier entre eux en sélectionnant les plus pertinents. (1 - Intermédiaire)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (1 - Intermédiaire)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (1 - Intermédiaire)

[ANNU24] ANALYSE DES ÉQUATIONS AUX DÉRIVÉES PARTIELLES

Responsable du module : TORRI Vincent

Contenu :

- Espaces de Sobolev
- Lax Milgram, formulation variationnelle.
- Éléments finis
- TP en C++ , python ou Scilab

Responsable de l'UE : MOUILLERON Christophe

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Programmation Impérative (requis), Programmation Fonctionnelle (conseillé), Assembleur et compilation (conseillé).

Parcours : Génie logiciel (GL)

Groupe : 5

Effectif max : 32

Objectifs :

On étudie dans cette UE la composition matérielle d'un ordinateur et la façon dont celui-ci fonctionne. Dans un premier temps, partant des portes logiques, on voit comment construire des circuits de plus en plus complexes, allant jusqu'à la réalisation d'un mini-processeur simple. Dans un deuxième temps, on discute de différents techniques utilisées dans les processeurs modernes (pipeline, prédiction de saut, hiérarchie mémoire, SIMD) et on voit comment en tenir compte pour améliorer les performances de certains programmes.

[ARMA24] ARCHITECTURE MATÉRIELLE

Responsable du module : MOUILLERON Christophe

Contenu :

- Circuits combinatoires
- Unités arithmétiques et logiques
- Circuits séquentiels
- Conception d'un mini-processeur dans un simulateur
- Pipeline, Parallélisme d'instructions
- Hiérarchie mémoire, Optimisation d'un nid de boucles
- Utilisation du SIMD au niveau du processeur

Responsable de l'UE : DUBOIS Catherine

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Bonnes compétences en programmation Java.

Parcours : Génie logiciel (GL)

Groupe : 6

Effectif max : 32

Objectifs :

L'objectif pédagogique de l'UE est l'acquisition des connaissances de base concernant les principes techniques des bases de données distribuées et de la technologie Blockchain, ainsi que de son usage pour la création de crypto-monnaies et «smart contracts». L'UE est une introduction aux outils de développement de technologie blockchain. Les projets vont consister à définir une application ou un protocole blockchain, à réaliser leur implémentation soit en Solidity, soit en Max, et enfin à leur soutenance.

Compétences :

- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (2 - Maîtrise)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (2 - Maîtrise)
- Challenger les modèles connus pour approcher le besoin. (2 - Maîtrise)
- Concevoir des modèles (de calcul, de représentation ou de stockage de données...) demandés. (2 - Maîtrise)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)
- Analyser et prédire le comportement d'agents dans un environnement économique, technique et social donné, ainsi que leurs interactions. (2 - Maîtrise)
- Chercher des outils complexes et les lier entre eux en sélectionnant les plus pertinents. (3 - Expert)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (3 - Expert)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (3 - Expert)

Module 1 [Blockchains classiques](#)

Module 2 [Blockchains de nouvelle génération](#)

[BLCL24] BLOCKCHAINS CLASSIQUES

Responsable du module : DUBOIS Catherine

Objectifs : Initiation aux blockchains classiques.

Contenu :

Le module traitera les sujets suivants : introduction à Bitcoin (la structure des transactions, les primitives cryptographiques, le protocole), bases de la technologie Ethereum (la machine virtuelle et l'exécution smart contracts), initiation à la programmation des Smart Contrats en Solidity et prise en mains d'une blockchain (les « lightning channels » et les « atomic swaps »).

[BLNG24] BLOCKCHAINS DE NOUVELLE GÉNÉRATION

Responsable du module : DUBOIS Catherine

Objectifs : Introduction aux blockchains de nouvelle génération.

Contenu :

Le module traitera les sujets suivants : les bases des systèmes distribués (modèles de système, les primitives de communication, le théorème CAP et le Consensus), les blockchains à Preuve d'Enjeu et BFT Consensus, la simulation multi-agents comme outil de conception des blockchains, programmation avec le simulateur multi-agent Max.

Responsable de l'UE : BENEZET Cyril

Langue d'enseignement : Anglais

Prérequis :

Probabilités, [Processus stochastiques](#)

Parcours : Mathématiques appliquées (MA)

Groupe : 4

Effectif max : 60

Objectifs :

Cette UE présente une introduction aux processus stochastiques en temps continu, le calcul stochastique et ses applications. Nous aborderons en particulier les notions de mouvement Brownien et l'intégrale stochastique, les équations différentielles stochastiques (EDS), leur lien aux équations aux dérivées partielles (EDP), et leur simulation numérique.

Compétences :

- Réaliser une étude quantitative et mettre en place des outils d'aide à la décision. (2 - Maîtrise)
- Analyser les besoins d'un client ou d'un projet. (1 - Intermédiaire)
- Challenger les modèles connus pour approcher le besoin. (2 - Maîtrise)
- Concevoir des modèles (de calcul, de représentation ou de stockage de données...) demandés. (2 - Maîtrise)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (2 - Maîtrise)
- Développer de nouveaux savoirs et de nouvelles procédures (1 - Intermédiaire)
- Faire un état de l'art et comprendre des articles scientifiques. (1 - Intermédiaire)
- Mettre en place des modèles et méthodes d'implémentation. (2 - Maîtrise)
- Résoudre des problèmes en matière de recherche et/ou d'innovation. (1 - Intermédiaire)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)

[CAST24] CALCUL STOCHASTIQUE

Responsable du module : BENEZET Cyril

Contenu :

- Rappel sur les théories de la mesure et des probabilités,
- Mouvement Brownien, intégrale stochastique par rapport au Brownien, calcul d'Ito,
- Martingales et théorème de Girsanov

- Résolution d'équations différentielles stochastiques
- Applications : modèle standard (Black et Scholes).

Responsable de l'UE : MOEINI Mahdi

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Graphe Semestre 1

Optimisation Semestre 2

[Recherche Opérationnelle Semestre 3](#)

Parcours : Génie logiciel (GL), Mathématiques appliquées (MA)

Groupe : 5

Effectif max : 60

Objectifs :

L'objectif de ce cours est d'apporter des compléments en programmation linéaire et d'en donner un aspect concret par la modélisation de problèmes, la mise en œuvre des méthodes et l'utilisation des logiciels de programmation mathématique.

Mise en œuvre avec des logiciels dédiés comme Julia, GLPK, Gurobi Optimization ou IBM CPLEX.

Contenu.

Partie 1. Compléments de programmation linéaire

- Dualité, Analyse de sensibilité,
- Méthodes de points intérieur,
- Initiation à la programmation linéaire en nombres entiers,
- Quelques compléments de RO dans le domaine stochastique.

Partie 2. Résolution de problèmes de grande taille

- Méthode de génération de colonnes : algorithme et exemples.

Partie 3. Modélisation et mise en œuvre informatique de la résolution de problèmes dans des domaines divers

- Etude de cas et mise en œuvre avec des logiciels dédiés, par exemple Julia, GLPK, Gurobi Optimization ou IBM CPLEX.

Compétences :

- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (1 - Intermédiaire)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (2 - Maîtrise)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (2 - Maîtrise)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (2 - Maîtrise)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (2 - Maîtrise)
- Analyser les besoins d'un client ou d'un projet. (2 - Maîtrise)
- Challenger les modèles connus pour approcher le besoin. (2 - Maîtrise)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (2 - Maîtrise)
- Faire un état de l'art et comprendre des articles scientifiques. (2 - Maîtrise)
- Mettre en place des modèles et méthodes d'implémentation. (2 - Maîtrise)
- Résoudre des problèmes en matière de recherche et/ou d'innovation. (2 - Maîtrise)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)
- Répondre à des demandes d'utilisateurs en interagissant avec eux et en mobilisant ses connaissances. (2 - Maîtrise)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (2 - Maîtrise)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (1 - Intermédiaire)

[CORO24] COMPLÉMENTS ET OUTILS DE RECHERCHE OPÉRATIONNELLE

Responsable de l'UE : FORTAT Florent

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

- DJVU23 (ou connaissances équivalente d'Unity)

Parcours : Jeux et Interactions Numériques (JIN)

Groupe : 3

Effectif max : 32

Objectifs :

L'objectif de cette UE est d'approfondir les connaissances sur Unity3D afin de permettre à l'étudiant d'avoir le niveau pour réaliser un mini-jeu commercialisable.

Il sera question d'aborder les outils de développement avancé du moteur afin de répondre aux problématiques d'optimisation selon la plateforme et de time-to-market.

Compétences :

- Présenter à l'oral les résultats d'un travail réalisé dans le cadre professionnel. (2 - Maîtrise)
- Analyser un programme / algorithme et repérer des améliorations à un projet. (2 - Maîtrise)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (2 - Maîtrise)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (2 - Maîtrise)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (2 - Maîtrise)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (2 - Maîtrise)
- Respecter des procédures et processus définis localement (dans le cadre d'un projet, d'une entreprise...). (2 - Maîtrise)
- Coordonner la réalisation d'un produit fini. (2 - Maîtrise)
- Optimiser les ressources et les délais du projet. (2 - Maîtrise)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)
- Chercher des outils complexes et les lier entre eux en sélectionnant les plus pertinents. (2 - Maîtrise)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (2 - Maîtrise)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (2 - Maîtrise)

Contenu :

- Initiation au game design
- Prefab Imbriqué
- Physique avancée
- Réflexion sur les pratiques d'UI et d'UX
- Marché du jeu vidéo
- Développement multiplate-forme

Responsable de l'UE : ROUSSEL David

Langue d'enseignement : Français

Prérequis : Aucun

Parcours : Jeux et Interactions Numériques (JIN)

Groupe : 2

Effectif max : 32

Objectifs :

Dans le cadre du parcours thématique IN, l'objectif de cette option est de présenter les différents concepts et outils mis en œuvre en vision artificielle (2D et 3D), ainsi que les principales applications. Ces différents éléments sont ensuite intégrés dans le domaine particulier de la Réalité Augmentée (RA) dont le recalage réel / virtuel repose en grande partie sur l'extraction et la reconnaissance de primitives dans l'image. Les paradigmes utilisés en RA pour augmenter le réel avec des éléments virtuels (continuum réel virtuel, architectures, augmentations et rendu) sont ensuite présentés. L'ensemble de ces éléments permettront aux élèves de maîtriser la chaîne de traitements permettant de construire des applications de réalité augmentée.

Compétences :

- Analyser un programme / algorithme et repérer des améliorations à un projet. (2 - Maîtrise)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (2 - Maîtrise)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (2 - Maîtrise)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (2 - Maîtrise)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (2 - Maîtrise)
- Former et accompagner du personnel à des procédures et techniques et un public à l'utilisation d'un équipement. (1 - Intermédiaire)
- Analyser les besoins d'un client ou d'un projet. (2 - Maîtrise)
- Traiter et analyser l'information (collecter, classer, mettre à jour, utiliser des données massives). (2 - Maîtrise)
- Challenger les modèles connus pour approcher le besoin. (2 - Maîtrise)
- Concevoir des modèles (de calcul, de représentation ou de stockage de données...) demandés. (2 - Maîtrise)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (2 - Maîtrise)
- Mettre en place des modèles et méthodes d'implémentation. (1 - Intermédiaire)
- Résoudre des problèmes en matière de recherche et/ou d'innovation. (1 - Intermédiaire)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)

- Répondre à des demandes d'utilisateurs en interagissant avec eux et en mobilisant ses connaissances. (2 - Maîtrise)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (2 - Maîtrise)

Module 1 **Vision artificielle**

Module 2 **Réalité augmentée**

[VARA24] VISION ARTIFICIELLE

Responsable du module : ROUSSEL David

Objectifs :

Familiariser les élèves dans un premier temps avec la vision par ordinateur et ses applications, puis dans un deuxième temps présenter les concepts de base du traitement d'images 2D pour arriver jusqu'à la vision 3D.

Contenu :

- Vision artificielle 2D - généralités,
- Saisie, traitement et segmentation d'une image,
- Primitives de description d'objets, modélisation et reconnaissance des formes,
- Vision artificielle 3D,
- Procédés de relevés 3D : télémétrie, stéréoscopie active, stéréoscopie passive, vision dynamique,
- Modélisation et calibration des capteurs.

[PRRA24] RÉALITÉ AUGMENTÉE

Responsable du module : ROUSSEL David

Objectifs :

Présenter les grands principes de la Réalité Augmentée (RA) et ses applications. Puis les différentes solutions matérielles et logicielles pour enfin illustrer une chaîne complète de RA avec le framework ARCS. Permettre aux étudiants d'appréhender les grandes étapes d'une chaîne de traitement des données pour faire de la réalité augmentée ainsi que les différentes alternatives technologiques en termes de localisation. Mettre en application ces connaissances pour développer une application de RA.

Contenu :

- Généralités : continuum de Milgram, taxonomies technologiques et fonctionnelles,
- Sous-problématiques : recalage et localisation (basée cible, basée modèle et localisation et cartographie simultanées), capteurs hybrides, composition des scènes de RA, photoréalisme, etc.
- Architecture logicielle et fonctionnelle d'une application de RA ;
- Etat de la recherche actuelle en RA ;
- Développement d'une application de réalité augmentée à l'aide du framework ARCS.

Responsable de l'UE : DUBOIS Catherine

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Logique des prédicats - Maîtrise de OCaml et/ou de Java.

Parcours : Jeux et Interactions Numériques (JIN), Génie logiciel (GL)

Groupe : 4

Effectif max : 32

Objectifs :

L'Intelligence Artificielle poursuit un triple objectif : comprendre les principes fondamentaux de l'intelligence, simuler la cognition naturelle, et en particulier humaine, et résoudre des problèmes difficiles pour lesquels on ne connaît pas d'algorithmes fiables et efficaces. Ce cours présente certaines des méthodes fondamentales concernant le problème de la représentation des connaissances et du raisonnement. On y abordera ainsi les méthodes heuristiques, le raisonnement logique et l'intelligence collective, qui donneront lieu à la réalisation de TPs et projets.

Compétences :

- Analyser un programme / algorithme et repérer des améliorations à un projet. (2 - Maîtrise)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (2 - Maîtrise)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (2 - Maîtrise)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (2 - Maîtrise)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (2 - Maîtrise)
- Travailler en équipe et s'y intégrer. (2 - Maîtrise)
- Analyser les besoins d'un client ou d'un projet. (2 - Maîtrise)
- Challenger les modèles connus pour approcher le besoin. (1 - Intermédiaire)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (2 - Maîtrise)
- Développer de nouveaux savoirs et de nouvelles procédures (1 - Intermédiaire)
- Faire un état de l'art et comprendre des articles scientifiques. (1 - Intermédiaire)
- Intégrer les savoirs de différents domaines. (1 - Intermédiaire)
- Mettre en place des modèles et méthodes d'implémentation. (2 - Maîtrise)
- Résoudre des problèmes en matière de recherche et/ou d'innovation. (1 - Intermédiaire)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (1 - Intermédiaire)

Module 1 [Résolution de problèmes](#)

Module 2 [Programmation logique](#)

Module 3 [Intelligence artificielle distribuée](#)

[IART24] RÉOLUTION DE PROBLÈMES

Responsable du module : DUBOIS Catherine

Objectifs : L'objet de ce cours est d'aborder les fondements de l'Intelligence Artificielle, en présentant les approches symboliques classiques pour la résolution de problèmes.

Contenu :

- Intelligence Artificielle : objectifs et historique
- Résolution de problème
- Raisonnement heuristique
- Algorithmes de jeux à 2 joueurs
- Résolution de contraintes

[PLPR24] PROGRAMMATION LOGIQUE

Responsable du module : DUBOIS Catherine

Objectifs : L'objet de ce cours est de donner un aperçu de la programmation logique et de la programmation logique à contraintes.

Contenu :

- Présentation de la programmation logique avec Prolog (d'un point de vue logique mais aussi opérationnel)
- Programmation logique à contraintes
- Illustration et utilisation pratique du langage swi-prolog
- Illustration et mise en œuvre de certaines notions introduites dans le module « Résolution de problèmes »

[IADI24] INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DISTRIBUÉE

Responsable du module : DUBOIS Catherine

Objectifs : L'objet de ce cours est de présenter les systèmes multi-agents et d'en donner une vision théorique et pratique.

Contenu :

- Présentation des systèmes multi-agents, avec une partie générale introductive justifiant le besoin de systèmes fonctionnant de manière collective et décentralisée (et en montrant quelques exemples de tels systèmes),
- Introduction rapide à la simulation à base d'agents et application à des systèmes d'agents réactifs dans lesquels l'accent n'est pas mis sur l'intelligence individuelle des agents mais sur les mécanismes de coordination entre agents et leur capacité forte à s'adapter à des environnements dynamiques.

[INIQ24] INTRODUCTION À L'INFORMATIQUE QUANTIQUE

(4 ECTS)

Responsable de l'UE : DENIEL Philippe

Langue d'enseignement : Français

Prérequis : Aucun

Parcours : Calcul Intensif et Données Massives (CIDM)

Groupe : 4

Effectif max : 30

Objectifs :

Cette UE aborde l'informatique quantique sous différents aspects. Elle inclut des rappels des notions mathématiques essentielles ainsi qu'un panorama rapide des notions de mécanique quantique sous-jacentes. Cette UE aborde la programmation quantique à base de qubits et de portes quantiques, mais aussi les ordinateurs de recuit quantique (quantum annealers) et les simulateurs quantiques (comme les machines du constructeur Pasqal). Les algorithmes essentiels (dont l'algorithme de Shor) seront étudiés en détail. On abordera également la gestion des erreurs quantiques et la communication quantique, incluant la cryptographie quantique.

Les applications de l'informatique quantique dans le HPC seront abordées ainsi que les problématiques d'intégration HOC/QC et les approches hybrides qui en découlent.

Cette UE intègre des Tps de programmation sur des émulateurs d'ordinateurs quantiques.

[INIQ24] INTRODUCTION À L'INFORMATIQUE QUANTIQUE

Responsable du module : DENIEL Philippe

Objectifs : Ce module permettra aux étudiants d'appréhender les différentes facettes de l'informatique quantique. À l'issue de ce module, les étudiants seront capables de programmer avec les frameworks disponibles sur les différents paradigmes de machines quantiques (machines à portes, machines à recuit quantique, simulateur quantique). Les étudiants comprendront en détail le fonctionnement des algorithmes les plus classiques mais aussi les méthodes émergentes pour appliquer le quantique au HPC ainsi que l'intégration QC/HPC seront au coeur de cette UE.

Contenu :

- Rappels des notions mathématiques sous-jacentes (algèbre hermitienne, espaces de Hilbert, tenseurs)
- Éléments de mécanique quantique (superposition, intrication, interférences et observabilité)
- Qubits et machines à portes quantiques
- Programmation sur des émulateurs de machines à portes quantiques
- Algorithme de Shor, algorithme de Simon, algorithme de Deutsch-Josza, algorithme de Bernstein-Vazirini, Éléments de cryptographie post quantique

- Correction des erreurs (machines NISQ), qubits logiques et physiques
- Réseau et Communication Quantique, protocole BB84
- Simulateurs quantiques (machines de type « Pasqal »)
- Ordinateurs à recuit quantique (quantum annealers)
- Application du Quantique sur les applications IA (QML, Quantum Generative Adversarial Networks)
- Intégration du Quantique dans le HPC

Des Tps mettront les notions apprises en pratique.

Bibliographie :

- Quantum Computing for Computer Scientists, Noson S. Yanofsky, Mirco A. Mannucci., Cambridge University Press, 2008.
- Lectures Notes on Quantum Computation, John Watrous, <https://cs.uwaterloo.ca/~watrous/QC-notes/QC-notes.pdf>
- Quantum Computation and Quantum Information : 10th Anniversary Edition, Michael A. Nielsen, Isaac L. Chuang. Cambridge University Press, 2011.
- A First Introduction to Quantum Computing and Information, Bernard Zygelman. Springer, 2018.
- Quantum Computation and Information, cours vidéo by Ryan O'Donnell. <https://www.youtube.com/playlist?list=PLm3J0oaFux3YL5qLskC6xQ24JpMwOAeJz>
- IQIS, an introduction to Quantum Computing, cours vidéo par Artur Ekert <https://www.youtube.com/playlist?list=PLkespgazN4gmu0nWNmfMf1VRqw0VPkC>

Responsable de l'UE : BENEZET Cyril

Langue d'enseignement : Anglais

Prérequis :

Probabilité, Projet mathématique, Economie-Gestion 2, Processus stochastiques

Parcours : Mathématiques appliquées (MA)

Groupe : 5

Effectif max : 60

Objectifs :

Cette option présente les notions fondamentales en mathématiques financières aussi bien d'un point de vue mathématique que d'un point de vue finance de marché en introduisant des termes comme non-arbitrage, complétude de marché, probabilité risque neutre. Ces notions permettront d'évaluer et de couvrir les produits dérivés comme les futures, obligations et SWAP, qui sont quelques produits classiques utilisés en salle de marchés.

Compétences :

- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (2 - Maîtrise)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (2 - Maîtrise)
- Réaliser une étude quantitative et mettre en place des outils d'aide à la décision. (2 - Maîtrise)
- Challenger les modèles connus pour approcher le besoin. (1 - Intermédiaire)
- Concevoir des modèles (de calcul, de représentation ou de stockage de données...) demandés. (1 - Intermédiaire)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (2 - Maîtrise)
- Mettre en place des modèles et méthodes d'implémentation. (2 - Maîtrise)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)
- Chercher des outils complexes et les lier entre eux en sélectionnant les plus pertinents. (2 - Maîtrise)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (2 - Maîtrise)

Module 1 [Modèles discrets en finance](#)

Module 2 [Instruments financiers](#)

[MODF24] MODÈLES DISCRETS EN FINANCE

Responsable du module : BENEZET Cyril

Objectifs : Ce cours présente les notions fondamentales des mathématiques financières dans le cadre des modèles discrets. Le premier objectif est de comprendre la modélisation des marchés financiers, les liens entre les notions de non-arbitrage, de complétude et de probabilités risque-neutre. Le second est la valorisation et la couverture de produits dérivés dans des modèles simples.

Contenu :

- Modélisation discrète d'un marché financier
- Viabilité et complétude d'un marché financier
- Probabilité risque neutre
- Valorisation et couverture d'options en marché complet
- Modèle binomial et CRR
- Convergence vers le modèle de Black-Scholes

[INFI24] INSTRUMENTS FINANCIERS

Responsable du module : BENEZET Cyril

Objectifs : L'objectif de ce cours consiste à permettre aux élèves d'acquérir des connaissances pratiques sur les instruments financiers et les dérivés.

Contenu :

- Étude du marché obligataire
- Les contrats forwards
- Les contrats futures
- Les SWAPS.

Responsable de l'UE : LEBRETON Olivier

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Aucun

Parcours : Calcul Intensif et Données Massives (CIDM)

Groupe : 2

Effectif max : 30

Objectifs :

L'exploitation de la masse grandissante des données produites et collectées chaque jour requière la mise en œuvre de plateformes capables de stocker et manipuler ces données pour les mettre à disposition des data-scientistes. Cette UE a pour but de présenter les différentes facettes de la construction d'une telle plateforme : état de l'art technologique, choix du matériel, dimensionnement, déploiement, exploitation. À travers la prise en main d'outils de référence comme Hadoop, Spark, ElasticSearch et leurs écosystèmes, les élèves seront amenés à construire une maquette de plateforme complète implémentant de bout-en-bout le traitement d'une donnée.

Compétences :

- Connaitre le monde professionnel afin de communiquer au mieux avec des spécialistes comme avec des non-spécialistes. (1 - Intermédiaire)
- Animer une réunion. (1 - Intermédiaire)
- Présenter à l'oral les résultats d'un travail réalisé dans le cadre professionnel. (1 - Intermédiaire)
- Être capable de s'exprimer à l'écrit dans un environnement de travail en langue étrangère. (1 - Intermédiaire)
- Produire un support de communication. (2 - Maîtrise)
- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (2 - Maîtrise)
- Analyser un programme / algorithme et repérer des améliorations à un projet. (1 - Intermédiaire)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (1 - Intermédiaire)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (1 - Intermédiaire)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (1 - Intermédiaire)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (1 - Intermédiaire)
- Apporter une assistance technique. (1 - Intermédiaire)
- Participer au circuit des informations dans une structure. (1 - Intermédiaire)
- Coordonner et organiser l'activité d'une équipe dans le cadre d'un projet d'entrepreneuriat. (1 - Intermédiaire)

- Travailler en équipe et s’y intégrer. (2 - Maîtrise)
- Coordonner la réalisation d’un produit fini. (1 - Intermédiaire)
- Optimiser les ressources et les délais du projet. (1 - Intermédiaire)
- Gérer la sécurité du SI. (1 - Intermédiaire)
- Gérer les droits d’accès. (1 - Intermédiaire)
- Prendre en compte les normes légales. (1 - Intermédiaire)
- Analyser les besoins d’un client ou d’un projet. (1 - Intermédiaire)
- Traiter et analyser l’information (collecter, classer, mettre à jour, utiliser des données massives). (1 - Intermédiaire)
- Challenger les modèles connus pour approcher le besoin. (1 - Intermédiaire)
- Concevoir des modèles (de calcul, de représentation ou de stockage de données...) demandés. (1 - Intermédiaire)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (1 - Intermédiaire)
- Développer de nouveaux savoirs et de nouvelles procédures (1 - Intermédiaire)
- Intégrer les savoirs de différents domaines. (1 - Intermédiaire)
- Mettre en place des modèles et méthodes d’implémentation. (1 - Intermédiaire)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (1 - Intermédiaire)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (1 - Intermédiaire)
- Chercher des outils complexes et les lier entre eux en sélectionnant les plus pertinents. (1 - Intermédiaire)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (1 - Intermédiaire)

[IPBD24] INGÉNIERIE DES PLATEFORMES BIG-DATA

Responsable du module : LEBRETON Olivier

Contenu :

1. Introduction : contextualisation de cette UE, généralités sur le traitement des données ;
2. Architectures des plateformes Big-Data ;
3. Architectures fonctionnelles pour la capture, le stockage, la fouille et le traitement des données ;
4. Architectures et technologies matérielles, principes de la virtualisation et des containers ;
5. Architectures logicielles et les différentes familles de composants ;
6. Présentation des différents types de bases de données ;
7. Outils analyse et de visualisation des résultats dans les environnements Big Data ;
8. Sécurité ;
9. Mise en œuvre d’une plateforme Big-Data :
 - Accès et présentation de la VM Linux fournie par Atos à chaque élève pendant la durée de l’UE
 - Formation aux commandes de bases Linux afin de permettre aux élèves d’utiliser la VM
 - Orchestration et exploitation d’un environnement de développement sous Docker
 - Tour d’horizon du framework Hadoop et son écosystème
 - Connexion de composants logiciels et implémentation d’un flot de traitement

- Tour d’horizon de la base NoSQL OpenSearch (anciennement Elasticsearch) et de l’outil de visualisation OpenSearch Dashboards (anciennement Kibana)
 - Déploiement d’un cluster Apache Kafka sous Docker
10. Projet : Construction d’une plateforme Big-Data sur la base de données issues d’une bibliothèque OpenData choisie par chaque groupe d’étudiants et proposition d’un ensemble d’analyses représentatives du jeu de données de la plateforme. La VM fournie par Atos pourra être utilisée si besoin est.

Responsable de l'UE : DUREAU David

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

- *Notions réseau TCP/IP,*
- *Système d'exploitation Linux : concepts de l'OS et utilisation des commandes Linux.*

Parcours : Calcul Intensif et Données Massives (CIDM)

Groupe : 3

Effectif max : 30

Objectifs :

Cette UE présente l'architecture matérielle et logicielle d'un cluster de calcul intensif HPC (High Performance Computing) en détaillant le fonctionnement des composants logiciels les plus critiques. Le cours s'appuiera sur le système d'exploitation Linux et les logiciels Open Source les plus utilisés dans les grands centres de calcul et les datacenters.

A la fin de l'UE, les étudiants seront capables de concevoir l'architecture d'un cluster Linux pour le HPC, de planifier son installation, de réaliser son déploiement et son intégration dans un centre de calcul, et mettre en place les principaux services nécessaires à sa mise en production.

Compétences :

- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (2 - Maîtrise)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (2 - Maîtrise)
- Analyser les besoins d'un client ou d'un projet. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)
- Chercher des outils complexes et les lier entre eux en sélectionnant les plus pertinents. (2 - Maîtrise)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (2 - Maîtrise)

[ASCC24] ARCHITECTURE MATÉRIELLE ET LOGICIELLE DES SUPER-CALCULATEURS

Responsable du module : GREGOIRE Philippe

Contenu :

Présentation générale de l'architecture d'un super-calculateur :

- Nœuds de calculs (Xéon, ARM, accélérateurs, FPGA, ...)
- Nœuds de services (Login, passerelles)
- Nœuds de dépouillements, post-traitement
- Réseaux internes
- Défis pour le passage à l'exaflops.

Présentation des services d'administration et logiciels OpenSource associés :

- systèmes d'installation automatique de serveurs (Kickstart, Cobbler, SystemImager, ...) et protocoles associés,
- systèmes de contrôle de serveurs (BMC, ipmi) et gestion de consoles et d'alimentation,
- gestion des fichiers de log,
- système de gestion des configurations Puppet,
- service de synchronisation de temps (NTP),
- service d'annuaires (LDAP),
- service de résolutions de noms de domaine (DNS),
- outil de compilation automatique de logiciels Open Source.

Présentation du gestionnaire de travaux OpenSource SLURM :

- systèmes d'installation automatique de serveurs (Kickstart, Cobbler, SystemImager, ...) et protocoles associés,
- systèmes de contrôle de serveurs (BMC, ipmi) et gestion de consoles et d'alimentation,
- gestion des fichiers de log,
- système de gestion des configurations Puppet,

[MEAA24] MÉTHODES D'APPRENTISSAGE ET RÉSEAUX DE NEURONES

(4 ECTS)

Responsable de l'UE : MILLET Christophe

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Bases d'algèbre linéaire, d'analyse et de calcul des probabilités.

Parcours : Calcul Intensif et Données Massives (CIDM)

Groupe : 1

Effectif max : 30

Objectifs :

Apprentissage supervisé : rappels d'optimisation, modèles, sélection de modèle et évaluation, inférence bayésienne, régressions paramétriques, régularisation, réseaux de neurones (MLP), KNN, arbres de décision et forêts aléatoires, SVM et méthodes à noyaux, réduction de dimension, clustering.

Apprentissage non supervisé : systèmes dynamiques, rappels de modélisation, réseaux de neurones (machine de Boltzmann, RBM, auto-encodeurs, VAE), graphes et réseaux de neurones sur graphes, PINNs.

Compétences :

- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (2 - Maîtrise)
- Analyser un programme / algorithme et repérer des améliorations à un projet. (1 - Intermédiaire)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (1 - Intermédiaire)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (1 - Intermédiaire)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (1 - Intermédiaire)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (1 - Intermédiaire)
- Analyser les besoins d'un client ou d'un projet. (2 - Maîtrise)
- Traiter et analyser l'information (collecter, classer, mettre à jour, utiliser des données massives). (2 - Maîtrise)
- Challenger les modèles connus pour approcher le besoin. (1 - Intermédiaire)
- Concevoir des modèles (de calcul, de représentation ou de stockage de données...) demandés. (2 - Maîtrise)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (2 - Maîtrise)
- Faire un état de l'art et comprendre des articles scientifiques. (1 - Intermédiaire)
- Mettre en place des modèles et méthodes d'implémentation. (1 - Intermédiaire)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)

- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)
- Chercher des outils complexes et les lier entre eux en sélectionnant les plus pertinents. (1 - Intermédiaire)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (1 - Intermédiaire)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (2 - Maîtrise)

[MEAA24] MÉTHODE D'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE

Responsable du module : MILLET Christophe

Contenu :

Cet enseignement repose pour une bonne part sur l'analyse spectrale des systèmes d'évolution. Il comporte deux volets qui permettront aux élèves :

1. d'acquérir les concepts mathématiques leur permettant d'interpréter et expliquer les résultats produits par certaines architectures de réseaux de neurones ;
2. d'analyser et mettre en œuvre ces architectures, en tirant parti des moyens logiciels et matériels disponibles.

Séance 1 : Principaux algorithmes d'apprentissage automatique (1). Rappels historiques, intérêt et apport des méthodes d'AA, l'AA aux interfaces d'autres disciplines (modélisation/simulation, représentation de données, ...).

Séance 2 : Principaux algorithmes d'apprentissage automatique (2). Apprentissage supervisé (MVS, arbres de décision, forêts aléatoires, régression linéaire et linéaire généralisée, processus gaussiens).

Séance 3 : Principaux algorithmes d'apprentissage automatique (3). Apprentissage semi-supervisé (optimisation et contrôle, algorithmes génétiques, stratégies d'évolution, apprentissage par renforcement, GAN).

Séance 4 : Principaux algorithmes d'apprentissage automatique (4). Apprentissage non supervisé (partitionnement de données, introduction à la réduction de dimension).

Séance 5 : Réseaux de neurones et optimisation de réseaux (1). Structure, fonctions de transfert, rétro-propagation du gradient, contrôles de la complexité et régularisation, introduction à l'apprentissage profond, théorèmes de convergence.

Séance 6 : Réseaux de neurones et optimisation de réseaux (2). Les différents types de réseaux de neurones : réseau convolutif, réseau récurrent (LSTM), réseau d'Hopfield, machine de Boltzmann restreinte (RBM), cartes autoadaptatives, transformeurs, réseaux de neurones quantiques, ...

Séance 7 : Réseaux de neurones et optimisation de réseaux (3). Les réseaux de neurones exploitant une information a priori (Physics Informed Neural Networks, PINNs).

Séance 8 : Réseaux de neurones et optimisation de réseaux (4). Régression symbolique et méthode SINDy.

Séance 9 : Réseaux de neurones et optimisation de réseaux (5). Optimisation des architectures de réseaux de neurones. Introduction à la recherche opérationnelle.

Séance 10 : Réseaux de neurones et optimisation de réseaux (6). Pratique et implémentation sur TensorFlow (ou PyTorch). Séance de TP autour de projets.

Séance 11 : Systèmes dynamiques et apprentissage (1). Rappels de théorie des probabilités : inférence bayésienne. Introduction à la théorie de la décision : fonction de perte, risque, fonction de prédiction, erreur optimale, tests. Processus stochastiques.

Séance 12 : Systèmes dynamiques et apprentissage (2). Théorie des systèmes dynamiques : stabilité, attracteurs, bifurcations et sensibilité aux conditions initiales, dynamique stochastique, caractérisation empirique par la méthode des retards, méthode CAO.

Séance 13 : Systèmes dynamiques et apprentissage (3). Systèmes dynamiques à temps discret et à temps continu, théories du plongement, reconstruction des attracteurs (aspects topologiques). Lien avec les auto-encodeurs.

Séance 14 : Encodage d'information et auto-encodeurs (1). Rappels d'algèbre linéaire, théorie spectrale des opérateurs, opérateurs de Koopman, réduction de dimension, introduction à la théorie ergodique.

Séance 15 : Encodage d'information et auto-encodeurs (2). Les auto-encodeurs de Koopman. Application à la prédiction des séries temporelles.

Séance 16. Encodage d'information et auto-encodeurs (3). Pratique et implémentation sur TensorFlow (ou PyTorch). Séance de TP.

Séance 17 : Réduction de données et extraction de motifs (1). Théorie mathématique de l'information (entropie, échantillonnage, codage), compromis exploration/exploitation et modélisation de la complexité (Rademacher, Kolmogorov, dimension de Vapnik-Chervonenkis, ...).

Séance 18 : Réduction de données et extraction de motifs (2). Détection de motifs ou de structures dans les données : approches PCA et SVD, décomposition en rangs tensoriels. Algorithmes DMD (Dynamic Mode Decomposition) pour le calcul des espaces invariants. Lien avec les auto-encodeurs de Koopman.

Séance 19 : Réduction de données et extraction de motifs (3). Méthodes d'apprentissage pour la réduction de données et la représentation de systèmes dynamiques (coordonnées intrinsèques, cartes de diffusion, diffusion net).

Séance 20 : Réduction de données et extraction de motifs (4). Pratique et implémentation avec TensorFlow (ou PyTorch). Séance de TP.

Séance 21 : Graphes et apprentissage (1). Notion de graphe et différents types de graphes (orienté, multigraphe, etc.), théorie spectrale des graphes, Laplacien, spectral clustering, transformée de Fourier sur graphe.

Séance 22 : Graphes et apprentissage (2). Interprétabilité sur graphes, apprentissage transductif.

Séance 23 : Graphes et apprentissage (3). Les réseaux de neurones sur graphe (Graph Neural Networks). Principes de base et modules. Différents types de réseaux. Auto-encodeurs sur graphes.

Responsable de l'UE : SAGNA Abass

Langue d'enseignement : Anglais

Prérequis :

l'UE Probabilités et l'UE Statistique des semestres 1 et 2.

Parcours : Mathématiques appliquées (MA)

Groupe : 1

Effectif max : 60

Objectifs :

La simulation aléatoire est largement utilisée en statistique (notamment en analyse bayésienne et en apprentissage statistique) et dans les domaines tels que la finance, l'assurance. Le cours introduit les méthodes de simulation des variables aléatoires et des processus stochastiques et étudie leurs diverses applications : méthodes de Monte Carlo, méthodes de Monte Carlo par chaîne de Markov, algorithmes de Hasting-Metropolis et de Gibbs, méthode du recuit simulé, méthode de Monte Carlo séquentielle pour le filtrage, etc.

Compétences :

- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (2 - Maîtrise)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (1 - Intermédiaire)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (1 - Intermédiaire)
- Développer de nouveaux savoirs et de nouvelles procédures (1 - Intermédiaire)
- Faire un état de l'art et comprendre des articles scientifiques. (1 - Intermédiaire)
- Intégrer les savoirs de différents domaines. (2 - Maîtrise)
- Mettre en place des modèles et méthodes d'implémentation. (2 - Maîtrise)
- Résoudre des problèmes en matière de recherche et/ou d'innovation. (1 - Intermédiaire)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)
- Chercher des outils complexes et les lier entre eux en sélectionnant les plus pertinents. (1 - Intermédiaire)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (1 - Intermédiaire)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (1 - Intermédiaire)

[METS24] MÉTHODES DE SIMULATION

Responsable du module : SAGNA Abass

Contenu :

Méthodes de simulation de variables aléatoires, méthode de Monte Carlo et de réduction de variance, méthodes de Monte Carlo par chaînes de Markov (MCMC), algorithme de Hastings-Metropolis, algorithme de Gibbs, recuit simulé. Méthodes de Monte Carlo séquentielle : échantillonnage d'importance, Monte Carlo séquentielle, filtrage particulaire.

Responsable de l'UE : DUBOIS Catherine

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :
logique

Parcours : Génie logiciel (GL)

Groupe : 2

Effectif max : 32

Objectifs :

L'objectif est de présenter l'utilisation des méthodes formelles pour le développement de logiciels sûrs en termes de sûreté et sécurité.

L'UE introduit les techniques permettant de spécifier, concevoir et mettre en œuvre des logiciels corrects par construction. présente la méthode B/Event-B et la méthode de développement par raffinements successifs. Le raffinement permet de laisser de côté les détails compliqués ou techniques dans les premières étapes du développement et de les introduire ultérieurement de manière progressive.

Le cours met l'accent également sur les propriétés de sécurité, comme l'intégrité et la confidentialité, et présente les politiques d'accès les plus répandues.

Compétences :

- Gérer les droits d'accès. (1 - Intermédiaire)
- Analyser les besoins d'un client ou d'un projet. (1 - Intermédiaire)
- Concevoir des modèles (de calcul, de représentation ou de stockage de données...) demandés. (1 - Intermédiaire)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (1 - Intermédiaire)

**[MFDL24] MÉTHODES FORMELLES POUR LE DÉVELOPPEMENT FORMELLE
DE LOGICIELS SÛRS**

Responsable du module : DUBOIS Catherine

Contenu :

Le cours est divisé en trois parties :

1. Spécification et conception formelles du logiciel :
 - théorie des ensembles et logique (rappels)

- spécification formelle
 - conception par raffinement
 - test à partir de spécifications formelles
 - introduction à la méthode B ou EventB et aux outils associées (Atelier B ou Rodin, ProB)
 - illustration industrielle (conférence)
2. Sécurité :
- sécurité : intégrité, confidentialité
 - introduction aux politiques de sécurité, conformité à une politique de sécurité
 - modèle sécuritaire et modèle fonctionnel
3. Projet : utilisation de l'atelier B/Event B et ProB pour développer une application sûre

Responsable de l'UE : SZAFRANSKI Marie

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Notions de statistiques, notions de programmation impérative, notions d'optimisation, notions d'analyse numérique.

Il est recommandé d'avoir suivi les cours d'analyse de données et de modèles de régression régularisés.

Parcours : Mathématiques appliquées (MA)

Groupe : 3

Effectif max : 60

Objectifs :

Ce cours présente un ensemble de méthodes permettant de découvrir les relations existantes entre la réponse et les observations sur plusieurs variables (qualitatives, quantitatives ou temporelles) d'un phénomène aléatoire. Les différents enjeux de la modélisation seront étudiés dans le cadre de l'apprentissage statistique supervisé d'une part et des séries temporelles d'autre part.

Compétences :

- Produire un support de communication. (2 - Maîtrise)
- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (2 - Maîtrise)
- Analyser les besoins d'un client ou d'un projet. (2 - Maîtrise)
- Traiter et analyser l'information (collecter, classer, mettre à jour, utiliser des données massives). (2 - Maîtrise)
- Challenger les modèles connus pour approcher le besoin. (2 - Maîtrise)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (2 - Maîtrise)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)
- Chercher des outils complexes et les lier entre eux en sélectionnant les plus pertinents. (2 - Maîtrise)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (2 - Maîtrise)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (2 - Maîtrise)

Module 1 [Apprentissage automatique](#)

Module 2 [Séries temporelles](#)

[INAS24] APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE

Responsable du module : JANODET Jean-christophe

Objectifs : L'apprentissage automatique regroupe un ensemble de méthodes qui vise à analyser, interpréter, voire prédire un phénomène. Ce cours a pour objectif de donner aux élèves des éléments théoriques et pratiques de l'apprentissage, en particulier dans le cadre de la classification supervisée.

Contenu :

Le cours est une introduction à la théorie et aux méthodes de l'apprentissage statistique supervisé. Il est organisé de la façon suivante :

- Méthodologie de l'apprentissage statistique : définition des notions de risque et d'erreur, évaluation de l'erreur de généralisation,
- Méthodes : SVM, boosting et arbres de décisions, réseaux bayésiens.

[SETE24] SÉRIES TEMPORELLES

Responsable du module : GHORBANZADEH Dariush

Objectifs : Le cours de séries temporelles (ou séries chronologiques) traite des méthodes d'analyse et de modélisation classiques des données temporelles, c'est à dire indexées par le temps et possédant une structure de dépendance. On introduit les méthodes de lissage, d'estimation de tendance et de saisonnalité ainsi que les méthodes d'estimation et de prédiction.

Contenu :

- Tendance, saisonnalité, désaisonnalisation et lissage,
- Processus stationnaires, modèle ARMA, approche de Box-Jenkins et prédiction.

Responsable de l'UE : PERACHE Marc

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Programmation en C

UNIX

Parcours : Calcul Intensif et Données Massives (CIDM)

Groupe : 5

Effectif max : 30

Objectifs :

Avec l'avènement des processeurs multi-cœurs, la programmation multithread est de plus en plus prédominante. En effet, des applications pour téléphones portables jusqu'aux codes de simulations s'exécutant sur supercalculateur avec GPUs en passant par les serveurs web ; tous ces logiciels utilisent des threads. Les thèmes et compétences abordés dans cette UE sont la programmation à base de threads, principalement à l'aide des modèles de programmation PThread et OpenMP. On portera une attention toute particulière aux aspects performances via une analyse fine du fonctionnement interne de ces modèles de programmation.

Compétences :

- Présenter à l'oral les résultats d'un travail réalisé dans le cadre professionnel. (2 - Maîtrise)
- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (2 - Maîtrise)
- Analyser un programme / algorithme et repérer des améliorations à un projet. (1 - Intermédiaire)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (2 - Maîtrise)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (2 - Maîtrise)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (2 - Maîtrise)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (2 - Maîtrise)
- Concevoir des modèles (de calcul, de représentation ou de stockage de données...) demandés. (2 - Maîtrise)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (1 - Intermédiaire)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (3 - Expert)

Module 1 [Modèle programmation Pthread](#)

Module 2 [Modèle programmation OpenMP](#)

[MPPT24] MODÈLE PROGRAMMATION PTHREAD

Responsable du module : PERACHE Marc

Objectifs : L'objet de ce module est d'appréhender la programmation explicite à base de threads via l'API POSIX ainsi que le fonctionnement interne d'une bibliothèque de threads utilisateurs.

Contenu :

- API Posix
- Conception de bibliothèques de threads utilisateur
- Outils debug/profiling
- Techniques de débogage en contexte multithread
- Mini projet « autour d'une bibliothèque de threads utilisateur »

Bibliographie

<https://computing.llnl.gov/tutorials/pthreads/>

[MPMP24] MODÈLE PROGRAMMATION OPENMP

Responsable du module : PERACHE Marc

Objectifs : L'objet de ce module est d'appréhender la programmation implicite à base de threads via l'API OpenMP ainsi que les traitements réalisés par le compilateur et le fonctionnement interne d'une bibliothèque fournissant les services OpenMP.

Contenu :

- API
- Modèle interne, outlining de fonction
- Optimisation : gestion de la contention, optimisation NUMA, ...
- Programmation à base de tâches
- Déport de calcul sur GPUs
- TD

Bibliographie

<https://computing.llnl.gov/tutorials/openMP/>

Responsable de l'UE : GARCIA Sonia

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Notions de Probabilités et Statistiques

Parcours : Jeux et Interactions Numériques (JIN), Mathématiques appliquées (MA)

Groupe : 6

Effectif max : 40

Objectifs :

- Maîtriser les outils de la Reconnaissance des Formes et la classification de données
- Connaissance des techniques de Reconnaissance de Formes qui sont spécifiques à différentes modalités biométriques
- Être capable de mettre en œuvre un système biométrique pour la vérification d'identité

Compétences :

- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (2 - Maîtrise)
- Réaliser la mise en place et le suivi d'indicateurs et vérifier l'application de normes et de standards par les équipes informatiques (études, exploitation, production...). (2 - Maîtrise)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (1 - Intermédiaire)
- Analyser les besoins d'un client ou d'un projet. (1 - Intermédiaire)
- Traiter et analyser l'information (collecter, classer, mettre à jour, utiliser des données massives). (1 - Intermédiaire)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)

[PRBI24] PATTERN RECOGNITION AND BIOMETRICS

Responsable du module : GARCIA Sonia

Contenu :

- Règle de Bayes
- Apprentissage supervisé : réseaux neuronaux, Machines à Vecteurs de Support, apprentissage profond

- Apprentissage non supervisé : techniques de regroupement, mélanges de gaussiennes
- Modèles de Markov Cachés
- Application à l'analyse de séquences (reconnaissance de parole, reconnaissance d'actions) et d'images (analyse de vidéos)
- Autres applications : reconnaissance de sons, différentes modalités biométriques (voix, signature en-ligne, analyse de la démarche), santé numérique

Responsable de l'UE : BUREL Guillaume

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Programmation impérative ; Introduction au Système d'Exploitation ; [Langages et systèmes formels](#).

Parcours : Génie logiciel (GL)

Groupe : 3

Effectif max : 32

Objectifs :

Cette option introduit les concepts de la programmation concurrente et sa mise en œuvre à travers l'utilisation de threads. Par ailleurs, il est notoirement difficile de se faire une intuition sur la correction des programmes concurrents, en particulier concernant l'absence de blocage et l'accès aux ressources. Pour assurer cette correction, il est donc nécessaire d'avoir recours à des techniques de vérification formelles comme le model-checking.

Compétences :

- Analyser un programme / algorithme et repérer des améliorations à un projet. (2 - Maîtrise)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (2 - Maîtrise)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (2 - Maîtrise)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (2 - Maîtrise)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (2 - Maîtrise)
- Challenger les modèles connus pour approcher le besoin. (2 - Maîtrise)
- Concevoir des modèles (de calcul, de représentation ou de stockage de données...) demandés. (2 - Maîtrise)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (2 - Maîtrise)
- Intégrer les savoirs de différents domaines. (1 - Intermédiaire)
- Mettre en place des modèles et méthodes d'implémentation. (1 - Intermédiaire)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)
- Chercher des outils complexes et les lier entre eux en sélectionnant les plus pertinents. (2 - Maîtrise)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (2 - Maîtrise)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (2 - Maîtrise)

Module 1 [Concepts et model checking](#)

[COMC24] CONCEPTS ET PODEL CHECKING

Responsable du module : BUREL Guillaume

Objectifs : Comprendre les difficultés inhérentes à la programmation concurrente (sections critiques et interblocages), maîtriser les outils standards de synchronisation de processus (sémasphores) et les techniques de vérification (model-checking).

Contenu :

- Organisation des traitements en activités concurrentes (processus ou threads), difficultés liées aux variables partagées, sections critiques, blocages dus aux accès concurrents ; Évaluation
- Apprentissage d'un environnement de vérification exhaustive.

[MPPT24] MODÈLE PROGRAMMATION PTHREAD

Responsable du module : PERACHE Marc

Objectifs : L'objet de ce module est d'appréhender la programmation explicite à base de threads via l'API POSIX ainsi que le fonctionnement interne d'une bibliothèque de threads utilisateurs.

Contenu :

- API Posix
 - Conception de bibliothèques de threads utilisateur
 - Outils debug/profiling
 - Techniques de débogage en contexte multithread
- Mini projet « autour d'une bibliothèque de threads utilisateur »

Bibliographie

<https://computing.llnl.gov/tutorials/pthreads/>

Responsable de l'UE : PULIDO NINO Sergio

Langue d'enseignement : Anglais

Prérequis :

Probabilités, Processus stochastiques

Parcours : Mathématiques appliquées (MA)

Groupe : 6

Effectif max : 60

Objectifs :

- Initier les étudiants à des sujets dynamiques et actuels de la recherche académique, ou à des sujets avancés en informatique ou en mathématiques.
- Aborder des sujets complexes avec les outils de la «recherche académique» et sous l'encadrement de chercheurs actifs dans le domaine, afin de développer les compétences d'innovation et d'invention.

Sous forme de cours introductifs (« master class »), les élèves sont introduits à une problématique et des outils conceptuels et pratiques pour résoudre une classe de problèmes. Les étudiants travaillent en groupe, font des recherches bibliographiques, et élaborent et mettent en œuvre des solutions (sous forme d'un code, rapport écrit, article de recherche). Les thèmes couverts sont la modélisation mathématique et statistique, la simulation mathématique, et la science des données dans les domaines de l'ingénierie et la finance.

Compétences :

- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (2 - Maîtrise)
- Analyser un programme / algorithme et repérer des améliorations à un projet. (2 - Maîtrise)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (2 - Maîtrise)
- Réaliser une étude quantitative et mettre en place des outils d'aide à la décision. (2 - Maîtrise)
- Travailler en équipe et s'y intégrer. (2 - Maîtrise)
- Challenger les modèles connus pour approcher le besoin. (2 - Maîtrise)
- Concevoir des modèles (de calcul, de représentation ou de stockage de données...) demandés. (2 - Maîtrise)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (2 - Maîtrise)
- Développer de nouveaux savoirs et de nouvelles procédures (2 - Maîtrise)
- Faire un état de l'art et comprendre des articles scientifiques. (2 - Maîtrise)

- Intégrer les savoirs de différents domaines. (2 - Maîtrise)
- Mettre en place des modèles et méthodes d'implémentation. (2 - Maîtrise)
- Résoudre des problèmes en matière de recherche et/ou d'innovation. (2 - Maîtrise)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)
- Analyser et prédire le comportement d'agents dans un environnement économique, technique et social donné, ainsi que leurs interactions. (2 - Maîtrise)
- Chercher des outils complexes et les lier entre eux en sélectionnant les plus pertinents. (2 - Maîtrise)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (2 - Maîtrise)

[PRRE24] PROJET RECHERCHE

Responsable de l'UE : DUBRAY Noel

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

- [U.E. Introduction à la Programmation Scientifique](#)
- environnement linux (utilisateur et administrateur)
- C++ et Python
- algèbre linéaire

Parcours : Calcul Intensif et Données Massives (CIDM)

Groupe : 2

Effectif max : 30

Objectifs :

Cette UE consiste en la continuation de l'UE. IPS. Des techniques avancées de programmation scientifiques y seront présentées, avec comme exemples d'applications diverses résolutions numériques de problèmes d'algèbre linéaire. Les élèves apprendront à identifier divers problèmes survenant lors de la mise en production de codes réalistes sur des architectures massivement parallèles, et à y apporter des solutions techniques (monitoring, profiling, re-factoring, etc...). Une partie de l'UE sera consacrée au développement et à l'utilisation d'outils de visualisation de données.

Compétences :

- Présenter à l'oral les résultats d'un travail réalisé dans le cadre professionnel. (3 - Expert)
- Produire un support de communication. (3 - Expert)
- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (3 - Expert)
- Analyser un programme / algorithme et repérer des améliorations à un projet. (3 - Expert)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (3 - Expert)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (3 - Expert)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (3 - Expert)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (3 - Expert)
- Coordonner et organiser l'activité d'une équipe dans le cadre d'un projet d'entrepreneuriat. (3 - Expert)
- Gérer l'activité d'une équipe en s'appuyant sur une méthodologie formalisée. (3 - Expert)
- Travailler en équipe et s'y intégrer. (3 - Expert)

- Coordonner la réalisation d'un produit fini. (3 - Expert)
- Optimiser les ressources et les délais du projet. (3 - Expert)
- Concevoir des modèles (de calcul, de représentation ou de stockage de données...) demandés. (3 - Expert)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (3 - Expert)
- Mettre en place des modèles et méthodes d'implémentation. (3 - Expert)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (3 - Expert)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (3 - Expert)

[PRSA24] PROGRAMMATION SCIENTIFIQUE AVANCÉE

Responsable de l'UE : TICHADOU Loris

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

INTRODUCTION AU SYSTÈME D'EXPLOITATION
PROGRAMMATION WEB ET RÉSEAUX DE DONNÉES

Parcours : Jeux et Interactions Numériques (JIN)

Groupe : 1

Effectif max : 32

Objectifs :

- Maîtriser les concepts de base du fonctionnement et de l'administration d'un réseau IP
- Maîtriser les concepts et les outils de base de l'administration d'un système Linux

Compétences :

- Se mettre en valeur, s'autoévaluer, et optimiser ses capacités interpersonnelles en situation professionnelle. (1 - Intermédiaire)
- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (2 - Maîtrise)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (3 - Expert)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (1 - Intermédiaire)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (1 - Intermédiaire)
- Respecter des procédures et processus définis localement (dans le cadre d'un projet, d'une entreprise...). (1 - Intermédiaire)
- Travailler en équipe et s'y intégrer. (1 - Intermédiaire)
- Gérer la sécurité du SI. (2 - Maîtrise)
- Gérer les droits d'accès. (3 - Expert)
- Prendre en compte les normes légales. (3 - Expert)
- Analyser les besoins d'un client ou d'un projet. (3 - Expert)
- Concevoir des modèles (de calcul, de représentation ou de stockage de données...) demandés. (2 - Maîtrise)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (2 - Maîtrise)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (3 - Expert)
- Analyser avec un regard critique des cas pratiques à l'échelle d'une entreprise et proposer des améliorations de gouvernance. (2 - Maîtrise)

- Chercher des outils complexes et les lier entre eux en sélectionnant les plus pertinents. (2 - Maîtrise)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (2 - Maîtrise)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (3 - Expert)

[REIP24] RESEAUX IP ET ADMINISTRATION LAN

Responsable du module : TICHADOU Loris

Contenu :

- Modèle OSI (dans les grandes lignes) CIDR : adressage IP, calculs de masques, établissement d'une convention d'adressage, routage statique
- IPv6
- Outils de base (SSH, screen, tmux, notion de service, man...)
- Systemd
- (N)FS - Intro systemd, intro au tp
- TCP, UDP, ICMP : utilités et différences
- Firewalling : iptables, nftables, pf
- DHCP TFTP PXE
- HTTP / Apache/nginx
- firewalling, tcpdump, wireshark
- Ansible
- Cloisonnement réseau : VLAN, VRF + Boucles réseau, broadcast storm et Spanning Tree Protocol
- Routage avancé : protocoles de routage (OSPF, ISIS, BGP)
- VPN (OpenVPN)

Responsable de l'UE : BOUYER Guillaume

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Maitrise des concepts de Programmation Objet (LAOB12 ou équivalent)

Connaissance du moteur de jeu Unity ([GADE23](#) ou équivalent)

Parcours : Jeux et Interactions Numériques (JIN)

Groupe : 5

Effectif max : 32

Objectifs :

Dans le cadre du parcours IN : savoir ce que sont, à quoi servent et comment réaliser des applications de Réalité Virtuelle, programmer des rendus visuels et des interactions 3D dans une application.

Compétences :

- Présenter à l'oral les résultats d'un travail réalisé dans le cadre professionnel. (2 - Maîtrise)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (2 - Maîtrise)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (2 - Maîtrise)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (2 - Maîtrise)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (2 - Maîtrise)
- Travailler en équipe et s'y intégrer. (2 - Maîtrise)
- Coordonner la réalisation d'un produit fini. (2 - Maîtrise)
- Optimiser les ressources et les délais du projet. (2 - Maîtrise)
- Analyser les besoins d'un client ou d'un projet. (2 - Maîtrise)
- Traiter et analyser l'information (collecter, classer, mettre à jour, utiliser des données massives). (2 - Maîtrise)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (2 - Maîtrise)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (2 - Maîtrise)

Module 1 [Réalité virtuelle](#)

Module 2 [Informatique graphique](#)

[FORV24] RÉALITÉ VIRTUELLE

Responsable du module : BOUYER Guillaume

Objectifs : La Réalité Virtuelle permet à des utilisateurs d'interagir de manière naturelle et immersive dans des environnements numériques 3D. Le module en présente les fondements technologiques et théoriques, ainsi que les méthodes pour la conception d'applications et d'Interactions 3D utiles et utilisables.

Ces concepts sont mis en application dans un projet en équipes : analyse de l'existant, conception formelle de l'application, réalisation sous Unity avec des interfaces de RV (caméras, casques...), tests et présentation.

Contenu :

- Cours 6 séances
 - Définitions de base, historique et applications de la RV,
 - Canaux sensori-moteurs ; interfaces visuelles, audio, haptiques et de commande ; capteurs,
 - Méthodes de conception d'une application de RV et techniques d'interaction 3D
- Projet 10 séances
 - Prise en main des outils,
 - Analyse de travaux existants
 - Conception des interactions (centrée utilisateur),
 - Construction et animation de l'environnement virtuel (graphe de scène, caméras, lumières, etc.),
 - Programmation des Interactions (sélection, manipulation, navigation, contrôle) et des feedbacks,
 - Tests,
 - Présentation.

[INGR24] INFORMATIQUE GRAPHIQUE

Responsable du module : BOUYER Guillaume

Objectifs : Passer en revue les fondements de l'informatique graphique. Mettre en œuvre un graphe de scène employant les techniques d'IG récentes (shaders, etc.)

Contenu :

- Pipeline graphique
- Mathématiques géométriques pour l'IG
- Graphe de scènes
- Modélisation 3D
- Shaders

Responsable de l'UE : MALTERRE Pascal

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Notions de réseaux, systèmes informatiques, cryptographie et programmation.

Parcours : Génie logiciel (GL)

Groupe : 1

Effectif max : 32

Objectifs :

Cette UE traite de la sécurité des systèmes d'information en se focalisant principalement sur les aspects réseaux et protocolaires. Les différents modules qui composent cette option viennent compléter l'UE [SESI24](#) de manière à revoir et renforcer les bases fondamentales de la sécurité (défense en profondeur, séparation des privilèges, principe du moindre privilège, etc.) tout en approfondissant un certain nombre de domaines orientés réseaux et protocoles.

Compétences :

- Présenter à l'oral les résultats d'un travail réalisé dans le cadre professionnel. (1 - Intermédiaire)
- Analyser un programme / algorithme et repérer des améliorations à un projet. (1 - Intermédiaire)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (2 - Maîtrise)
- Appliquer des normes nationales ou internationales (éthique, sécurité et santé au travail, qualité, éco-conception...). (1 - Intermédiaire)
- Apporter une assistance technique. (1 - Intermédiaire)
- Conseiller des équipes de développement, de production et des utilisateurs. (1 - Intermédiaire)
- Gérer la sécurité du SI. (2 - Maîtrise)
- Gérer les droits d'accès. (1 - Intermédiaire)
- Prendre en compte les normes légales. (1 - Intermédiaire)
- Intégrer les savoirs de différents domaines. (1 - Intermédiaire)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (1 - Intermédiaire)

Contenu :

- Sécurité des couches réseaux : rappels sur le modèle OSI et TCP/IP, sécurité des couches basses (interception de trafic, écoute passive, etc.) et des couches intermédiaires (détournement de trafic, IP spoofing, etc.), sécurité des réseaux sans fil.
- Sécurité des architectures réseaux : application des grands principes de la sécurité dans le contexte des architecture réseaux : mécanismes de cloisonnement, pare-feu, proxies, VPN, etc.
- Sécurité des protocoles applicatifs : étude d'un certain nombre de protocoles applicatifs très répandus aujourd'hui sur Internet.
- Sécurité système : après une révision rapide des concepts de sécurité système abordés dans l'UE SSI, certains sujets seront étudiés un peu plus en détails : analyse de sécurité grâce à des techniques de rétro-ingénierie logicielle, cloisonnement avancé à l'aide de la virtualisation et des conteneurs, etc.
- Introduction à la détection d'intrusions grâce à la supervision réseau, à la surveillance des systèmes d'information et au traitement des incidents de sécurité.

Responsable de l'UE : JEROMINO Quentin

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Notions de systèmes informatiques, de programmation impérative, de programmation web et bases de données et de mathématiques.

Parcours : Génie logiciel (GL)

Groupe : 6

Effectif max : 32

Objectifs :

La sécurité des systèmes d'information s'intègre dans de nombreux domaines de l'informatique. Cette option introduit les fondements de la sécurité des systèmes d'information dans sa généralité et balaie les grands principes de la sécurité (défense en profondeur, minimisation des privilèges, sensibilisation), ses aspects organisationnels, les différents domaines auxquels elle s'applique, les vulnérabilités fréquentes, les risques et les besoins de sécurités existants.

Compétences :

- Connaître le monde professionnel afin de communiquer au mieux avec des spécialistes comme avec des non-spécialistes. (1 - Intermédiaire)
- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (1 - Intermédiaire)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (1 - Intermédiaire)
- Respecter des procédures et processus définis localement (dans le cadre d'un projet, d'une entreprise...). (1 - Intermédiaire)
- Gérer la sécurité du SI. (2 - Maîtrise)
- Gérer les droits d'accès. (2 - Maîtrise)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (1 - Intermédiaire)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (1 - Intermédiaire)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (1 - Intermédiaire)

Responsable du module : JEROMINO Quentin

Contenu :

- Introduction à la sécurité des systèmes d'information : principes fondamentaux, omniprésence de la SSI, traitement du risque en entreprise
- Cryptographie : chiffrement, authentification, symétrique, asymétrique, hachage, gestion de clefs, SSL-TLS
- Sécurité système : architecture, modèle de sécurité des systèmes, fonctionnalités de sécurité, protections proposées, vulnérabilités, bonnes pratiques d'administration et d'utilisation (Unix et Windows)
- Développement sécurisé : vulnérabilités existantes et les moyens de s'en prémunir (développement web et système)

Responsable de l'UE : LAFOUCRIERE Jacques-Charles

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Utilisation basique du shell Unix et programmation C

Parcours : Calcul Intensif et Données Massives (CIDM)

Groupe : 6

Effectif max : 30

Objectifs :

Cette UE présente les différentes architectures des systèmes de fichiers parallèles et de leurs différences par rapports aux systèmes de fichiers distribués. Il présente aussi les technologies qui vont permettre de bâtir les systèmes du futur. Les étudiants seront en fin d'UE capables de choisir et configurer un SFP répondant aux besoins d'un cluster HPC. Le cours utilisera différents systèmes de fichiers (Lustre, GPFS, pNFS et HadoopFS) afin de mettre en avant les concepts généraux de la gestion de données au sein des grands centres de calculs et de traitement de données.

Compétences :

- Être capable de s'exprimer à l'écrit dans un environnement de travail en langue étrangère. (1 - Intermédiaire)
- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (2 - Maîtrise)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (2 - Maîtrise)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (1 - Intermédiaire)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (1 - Intermédiaire)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (1 - Intermédiaire)
- Apporter une assistance technique. (1 - Intermédiaire)
- Conseiller des équipes de développement, de production et des utilisateurs. (2 - Maîtrise)
- Gérer la sécurité du SI. (1 - Intermédiaire)
- Gérer les droits d'accès. (2 - Maîtrise)
- Analyser les besoins d'un client ou d'un projet. (2 - Maîtrise)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (1 - Intermédiaire)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)
- Répondre à des demandes d'utilisateurs en interagissant avec eux et en mobilisant ses connaissances. (1 - Intermédiaire)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (1 - Intermédiaire)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (2 - Maîtrise)

[ASFP24] SYSTÈMES DE FICHIERS PARALLÈLES

Responsable du module : LAFOUCRIERE Jacques-Charles

Contenu :

Le module comporte 15 cours et 8 travaux pratiques. Les sujets abordés durant les cours sont :

- la gestion de données au sein des centres de calcul
- les systèmes distribués
- les concepts d'un système de fichiers parallèle (SFP) et les SFP de type client/serveur (Lustre)
- la sécurité au sein du SFP
- la vie de la donnée au sein d'un SFP
- les SFP de type SAN (GPFS)
- les SFP de type standard (pNFS)
- la tolérance aux pannes au sein d'un SFP
- hadoop
- le futur des SFP

Responsable de l'UE : LIGOZAT Anne-laure

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Economie-Gestion 3

Objectifs :

Compétences :

- Connaitre le monde professionnel afin de communiquer au mieux avec des spécialistes comme avec des non-spécialistes. (2 - Maîtrise)
- Savoir vivre en entreprise : gérer sa carrière, son temps, sa vie professionnelle, comprendre le dialogue social. (2 - Maîtrise)
- Se mettre en valeur, s'autoévaluer, et optimiser ses capacités interpersonnelles en situation professionnelle. (2 - Maîtrise)
- Animer une réunion. (2 - Maîtrise)
- Présenter à l'oral les résultats d'un travail réalisé dans le cadre professionnel. (2 - Maîtrise)
- Produire un support de communication. (2 - Maîtrise)
- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (2 - Maîtrise)
- Analyser un programme / algorithme et repérer des améliorations à un projet. (2 - Maîtrise)
- Réaliser la mise en place et le suivi d'indicateurs et vérifier l'application de normes et de standards par les équipes informatiques (études, exploitation, production...). (2 - Maîtrise)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (2 - Maîtrise)
- Appliquer des normes nationales ou internationales (éthique, sécurité et santé au travail, qualité, éco-conception...). (2 - Maîtrise)
- Prendre en compte les enjeux de développement durable pour développer de manière écologique. (2 - Maîtrise)
- Respecter des procédures et processus définis localement (dans le cadre d'un projet, d'une entreprise...). (1 - Intermédiaire)
- Apporter des conseils sur le développement durable en entreprise. (2 - Maîtrise)
- Participer au circuit des informations dans une structure. (2 - Maîtrise)
- Préconiser des améliorations en matière d'organisation, de gestion, de procédures. (2 - Maîtrise)
- Mettre en place des indicateurs, déterminer des actions correctives et les mettre en place. (2 - Maîtrise)
- Coordonner et organiser l'activité d'une équipe dans le cadre d'un projet d'entrepreneuriat. (2 - Maîtrise)
- Gérer l'activité d'une équipe en s'appuyant sur une méthodologie formalisée. (2 - Maîtrise)
- Travailler en équipe et s'y intégrer. (2 - Maîtrise)

- Coordonner la réalisation d'un produit fini. (2 - Maîtrise)
- Définir la faisabilité et la rentabilité d'un projet en prenant en compte les exigences commerciales, la gestion du budget, les risques et les impacts sociaux et environnementaux. (2 - Maîtrise)
- Optimiser les ressources et les délais du projet. (2 - Maîtrise)
- Analyser avec un regard critique des cas pratiques à l'échelle d'une entreprise et proposer des améliorations de gouvernance. (2 - Maîtrise)
- Analyser et prédire le comportement d'agents dans un environnement économique, technique et social donné, ainsi que leurs interactions. (2 - Maîtrise)
- Analyser les impacts environnementaux et sociétaux de cas pratiques et proposer des améliorations durables. (2 - Maîtrise)

Module 1 [Savoir manager](#)

Module 2 [Impact environnemental du numérique](#)

[SAMA24] SAVOIR MANAGER

Responsable du module : LIGOZAT Anne-laure

Objectifs : Donner aux étudiants la capacité de :

- devenir des co-équipiers de valeur pour les chefs de projets qui les recruteront
- démontrer des capacités à devenir des chefs de projets de valeur
- savoir appliquer concrètement les fondamentaux pour bien s'organiser, pour manager un projet, une équipe

Contenu :

Les fondamentaux pour :

- Savoir se manager :
 - Bien définir ses objectifs (outil SMART)
 - Comprendre le rôle de ses croyances et réflexes dans l'atteinte de ses objectifs
 - Comprendre le triptyque « Objectifs / Energies / Ressources » pour aboutir aux résultats
 - Identifier son énergie, ses ressources
 - Gérer ses tâches
- Savoir manager un projet :
 - Bien cadrer un projet, interagir avec son sponsor, créer une charte projet
 - Planifier son projet : comment construire un GANTT , identifier un chemin critique, faire un rétro-planning
 - Animer ses réunions projet, utiliser le visuel
 - La gestion des actions, le Kanban
 - Contrôler son projet
 - Résoudre des problèmes, surmonter les difficultés (techniques, inter-personnelles)
 - Clore son projet, célébrer
- Savoir manager une équipe :
 - L'importance de la bonne définition des objectifs
 - Mise en place et animation d'une équipe au quotidien, créer un collectif
 - Le rôle du chef de projet

- Le rôle de chaque membre dans le projet, dans l'équipe, dans les réunions,
- Les astuces d'une équipe efficace,
- Susciter la motivation, Garantir un bon climat, favoriser le dialogue,
- Faire un feedback
- Quelques outils de base : l'art de la planification de projet et l'organisation d'équipe, la conduite efficace des réunions, une technique de résolution des problèmes, . . .

[IENU24] IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU NUMÉRIQUE

Responsable du module : LIGOZAT Anne-laure

Objectifs :

Ce module vise à présenter les impacts environnementaux du numérique, ainsi que les leviers pouvant être mis en œuvre pour les réduire.

Contenu :

- Impacts environnementaux directs du numérique : types d'impact (climatique, pollution sols...), notion de cycle de vie, impacts par matériel et par usage
- Impacts indirects : positifs (substitution, optimisation) et négatifs (effets induits, rebond, accélération)
- Mesurer les impacts : focus sur ACV et bilan carbone
- Réduire les impacts : notions de sobriété numérique, d'éco-conception de services numériques

[LVFH24] LANGUES VIVANTES ET FORMATION HUMAINE 4 (3 ECTS)

Responsable de l'UE : BOURARD Laurence

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Maîtrise de la langue française (niveau B2 recommandé)

B1-B2 en anglais

Effectif max : 20

Objectifs :

Rendre les étudiants capables de communiquer dans deux langues étrangères (anglais et LV2).

Appréhender les enjeux de la communication dans le monde de l'entreprise.

Compétences :

- Connaître des méthodes et cultures étrangères (2 - Maîtrise)
- Connaître le monde professionnel afin de communiquer au mieux avec des spécialistes comme avec des non-spécialistes. (1 - Intermédiaire)
- Animer une réunion. (1 - Intermédiaire)
- Être capable de s'exprimer à l'oral dans un environnement de travail en langue étrangère. (2 - Maîtrise)
- Être capable de s'exprimer à l'écrit dans un environnement de travail en langue étrangère. (2 - Maîtrise)
- Organiser et coordonner le circuit des informations sur le fonctionnement d'une structure. (1 - Intermédiaire)
- Participer au circuit des informations dans une structure. (1 - Intermédiaire)
- Préconiser des améliorations en matière d'organisation, de gestion, de procédures. (1 - Intermédiaire)

Module 1 [LV1](#)

Module 2 [LV2](#)

Module 3 [La communication au service de l'entreprise](#)

[LVIU24] LV1

Responsable du module : BOURARD Laurence

Objectifs : Renforcer ses compétences afin de participer en anglais à des activités professionnelles et d'interagir avec des équipes multiculturelles.

Progresser et parvenir au minimum à l'échelon B2 du CECRL (Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues).

Contenu :

Etude de documents authentiques pris dans la presse anglophone, extraits d'enregistrements audio et vidéo.

Exercices pratiques variés : prise de parole en continu, conversation et débat en anglais, compréhension écrite et orale, expression écrite.

Entraînement en ligne et hors ligne pour se préparer à des formats de test certifiant.

[LVID24] LV2

Responsable du module : BOURARD Laurence

Objectifs : Etre capable de (mieux) communiquer dans une langue étrangère, au choix : allemand, chinois, espagnol, français langue étrangère, italien, japonais, russe.

Contenu :

Le professeur de LV2 utilise des documents authentiques ou didactisés, adaptés au niveau et au profil des élèves (articles tirés de la presse, extraits d'enregistrements audio et vidéo, manuels).

Les activités portent sur des savoirs et des compétences variés : compréhension de l'écrit et de l'oral, expression écrite et orale, prise de parole en continu, capacité à prendre part à une conversation, acquisitions lexicales et civilisationnelles, sensibilité interculturelle.

[COSE24] LA COMMUNICATION AU SERVICE DE L'ENTREPRISE

Responsable du module : BOURARD Laurence

Objectifs : Compréhension de la communication et de la stratégie de l'entreprise
Appréhension des outils, analyse des difficultés et des contraintes

Contenu :

- Stratégie de communication
- Stratégie de communication digitale
- Plan de communication et outils
- E-réputation entreprise et e-réputation personnelle

LES SEMESTRES 5 ET 6

SEMESTRE 5

Le semestre 5 est le prolongement des parcours de spécialisation initiés en 2ème année. Les enseignements de S5 sont constitués de 5 UE techniques (cf Figure 5 une UE par groupe en fonction des parcours), en plus de deux UE communes autour de l'entreprise et de la formation humaine (GEDE35 et JEIH35). Les UE du parcours JIN-DD sont complétées par des cours propres au double-diplôme avec Télécom SudParis.

Parcours	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	Gr. 4	Gr. 5	Gr. 6
CIDM	GIIG35	PGPU35	COAV35	IQRO35	PDSP35	
IL&S	GIIG35	PRRD35	PRRU35	IQRO35	OPTU35	OPTD35, SECD35
JIN-DD	MORE35	DMIA35	INCA35	SYIR35		
MA	FIAS35, MOSC35	INRF35	MALE35	IQRO35, MOSA35	MENF35, OPTU35	OPTD35

FIGURE 5 – Les UE du S5

			GR. 1	GR. 2	GR. 3	GR. 4	GR. 5	GR. 6
Sept-Nov	Lundi	AM	X					
		AP	X					
	Mardi	AM			X ¹			
		AP			X ¹			
	Mercredi	AM						
Nov-Dec		AP						
	Jeudi	AM						
		AP						
	Vendredi	AM					X ²	
		AP					X ²	
	Lundi	AM		X				
		AP		X				
	Mardi	AM				X ¹		
		AP				X ¹		
	Mercredi	AM						
		AP						
	Jeudi	AM						
		AP						
	Vendredi	AM						X ²
		AP						X ²

FIGURE 6 – Planning S5

1. Le choix de l'UE MALE35 implique le choix de l'UE MOSA35.
2. Les enseignements de l'UE MENF35 se déroulent les jeudi matin sur tout le semestre.
3. Le choix de l'UE PRRU35 implique le choix de l'UE PRRD35.

4. Le choix de l'UE [OPTD35](#) implique le choix de l'UE [OPTU35](#).

Contenu

[COAV35] Compilation avancée	131
[COAV35] Compilation avancée	132
[DMIA35] Développement mobile et intelligence artificielle	133
[DEMO35] Développement mobile	134
[AGII35] Agents intelligents interagissant	134
[FIAS35] Finance de l'assurance	135
[FIAS35] Finance de l'assurance	135
[GIIG35] Green IT	136
[GIIG35] GreenIT	137
[INCA35] Interactions et Capteurs (JIN-DD)	138
[INHS35] Interactions humains-systèmes	139
[REAU35] Vision 3D pour la Réalité Augmentée	139
[INRF35] Instruments et Risques Financiers	140
[COGR35] Couverture et gestion des risques	141
[INFI35] Instruments financiers 2	141
[IQRO35] Informatique quantique et recherche opérationnelle	142
[IQUA35] Informatique quantique	142
[AQRO35] Algorithmes quantiques pour la recherche opérationnelle	143
[MALE35] Machine learning	144
[PRMO35] Predictive Models	145
[USMO35] Unsupervised Models	145
[MANA35] Management	146
[MANA35] Management	147
[MENF35] Méthodes numériques pour la finance	149
[MENF35] Méthodes numériques pour la finance	150
[MORE35] Modélisation et rendu (JIN-DD)	152
[REVI35] Rendu visuel temps réel	153
[MOAG35] Modélisation et algorithmique géométrique 3D	153
[MODE35] Modeleur 3D - Blender	153
[MOSA35] Modélisation statistique avancée	155
[MOSA35] Modélisation statistique avancée	156
[MOSC35] Modélisation stochastique et contrôle	157
[MOCT35] Modèles de courbes de taux	157
[COST35] Contrôle stochastique	158
[OPTD35] Optimisation 2	159
[COOR35] Conception et optimisation des réseaux	160
[ETCA35] Étude de cas	160
[MEPO35] Méthodes polyédriques	160
[OPTU35] Optimisation 1	162
[COAL35] Complexité des algorithmes	162
[REOP35] Recherche opérationnelle	163
[PDSP35] Performance des systèmes parallèles	164
[PDSP35] Performance des systèmes parallèles	165
[PGPU35] Programmation GPU	166

[PGPU35] Programmation GPU	166
[PRRU35] Programmation raisonnée 1	168
[PFRM35] Preuve formelle mécanisée	169
[SELP35] Sémantique des langages de programmation	169
[PRRD35] Programmation raisonnée 2	170
[ANST35] Analyse statique de programmes	171
[PROJ35] Projet	171
[SECD35] Sécurité avancée 2	172
[SECD35] Sécurité avancée 2	173
[SYIR35] Systèmes interagissant en réseaux (JIN-DD)	174
[RECL35] Réseaux et Cloud	174
[OBCO35] Objets Communicants	175
[GEDE35] Gestion, économie, droit et enjeux sociétaux 5	176
[RSEE35] Responsabilité sociale de l'entreprise	176
[DRCY35] Droit et cybersécurité	177
[JEIH35] Jeu d'entreprise, idéathon ou hackathon	178
[SEGA35] Serious game	178
[IDHA35] Idéathon ou hackathon	178

Responsable de l'UE : CARRIBAULT Patrick

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Programmation informatique (type C/C++)

Parcours : Calcul Intensif et Données Massives (CIDM)

Groupe : 3

Effectif max : 30

Objectifs :

Les thèmes et compétences abordés dans cette UE sont la compilation et l'optimisation de code pour les applications parallèle haute performance. Le compilateur fait partie intégrante de la pile logicielle d'un supercalculateur et sert, au départ, de traducteur pour convertir un code source (par exemple du C++) vers un langage compréhensible par un processeur (assembleur ou langage binaire). Cette UE se focalise sur des capacités supplémentaires d'un compilateur HPC notamment la transformation et l'optimisation du code en entrée afin d'améliorer les performances sur un processeur cible.

L'objet est de présenter les concepts et la structure interne d'un compilateur travaillant sur des applications dédiées au calcul haute performance. Il s'agit ainsi de comprendre les différentes représentations qu'un tel compilateur met en place afin de pouvoir appliquer des transformations (analyses ou optimisations) respectant la sémantique initiale du code. Ce module permet également de découvrir l'organisation de compilateurs de production open-source comme GCC ou LLVM.

Compétences :

- Présenter à l'oral les résultats d'un travail réalisé dans le cadre professionnel. (2 - Maîtrise)
- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (2 - Maîtrise)
- Analyser un programme / algorithme et repérer des améliorations à un projet. (2 - Maîtrise)
- Réaliser la mise en place et le suivi d'indicateurs et vérifier l'application de normes et de standards par les équipes informatiques (études, exploitation, production...). (1 - Intermédiaire)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (2 - Maîtrise)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (2 - Maîtrise)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (2 - Maîtrise)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (2 - Maîtrise)
- Respecter des procédures et processus définis localement (dans le cadre d'un projet, d'une entreprise...). (2 - Maîtrise)
- Travailler en équipe et s'y intégrer. (1 - Intermédiaire)

- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (1 - Intermédiaire)
- Faire un état de l'art et comprendre des articles scientifiques. (1 - Intermédiaire)
- Mettre en place des modèles et méthodes d'implémentation. (1 - Intermédiaire)
- Résoudre des problèmes en matière de recherche et/ou d'innovation. (1 - Intermédiaire)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)
- Chercher des outils complexes et les lier entre eux en sélectionnant les plus pertinents. (1 - Intermédiaire)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (1 - Intermédiaire)

[COAV35] COMPILATION AVANCÉE

Responsable du module : CARRIBAUT Patrick

Contenu :

1. Introduction à la structure d'un compilateur optimisant
 - Description des différentes parties (Front-end, Middle-end et Back-end)
 - Gestion de multiples langages (C, C++, FORTRAN)
 - Illustration sur compilateurs open-source de production (LLVM et GCC)
2. Notion de passe d'optimisation et d'analyse
 - Représentation intermédiaire
 - Focalisation sur les transformations et optimisations pour le HPC
 - Manipulation des boucles
 - Vectorisation (génération d'instructions de type SIMD comme AVX)
3. TD sur compilateur de production (GCC/LLVM)
 - Étude d'une passe d'optimisation
 - Développement d'une nouvelle passe dans le compilateur
 - Validation sur des codes de calcul

Responsable de l'UE : BOUYER Guillaume

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Programmation Orientée Objet

Programmation web

Parcours : JIN-DD (JIN-DD)

Groupe : 2

Effectif max : 32

Objectifs :

A l'issue du module les étudiants seront capables de :

- Connaître les spécificités du développement sur mobiles et développer une application mobile
- Connaître les concepts et outils permettant d'appréhender les notions d'agents interagissant et de systèmes à base d'agents.

Compétences :

- Se mettre en valeur, s'autoévaluer, et optimiser ses capacités interpersonnelles en situation professionnelle. (2 - Maîtrise)
- Présenter à l'oral les résultats d'un travail réalisé dans le cadre professionnel. (2 - Maîtrise)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (3 - Expert)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (3 - Expert)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (3 - Expert)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (3 - Expert)
- Travailler en équipe et s'y intégrer. (2 - Maîtrise)
- Coordonner la réalisation d'un produit fini. (2 - Maîtrise)
- Optimiser les ressources et les délais du projet. (2 - Maîtrise)
- Analyser les besoins d'un client ou d'un projet. (2 - Maîtrise)
- Traiter et analyser l'information (collecter, classer, mettre à jour, utiliser des données massives). (2 - Maîtrise)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (3 - Expert)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (3 - Expert)

Module 1 [Développement mobile](#)

Module 2 [Agents intelligents interagissant](#)

[DEMO35] DÉVELOPPEMENT MOBILE

Responsable du module : BOUYER Guillaume

Objectifs : A l'issue du module les étudiants seront capables de :

- Connaître les spécificités du développement sur mobiles
- Développer une application mobile

Contenu :

- Découverte de Kotlin et Android Studio, compilation d'une App basique sur device virtuel et réel, outils de debugging et profiling
- Implémentation d'une RecyclerView
- Interroger une API distante
- Envoi de données vers une API, permissions et tâche de fond
- Ajout de fonctionnalités

[AGII35] AGENTS INTELLIGENTS INTERAGISSANT

Responsable du module : BOUYER Guillaume

Objectifs : L'objectif général du cours est de fournir les concepts et outils permettant d'appréhender les notions d'agents interagissant et de systèmes à base d'agents. La notion d'agent sera abordée de manière très large, avec la présentation de modèles aussi bien « cognitif » que « réactifs ».

Nous nous intéresserons ainsi aux agents conversationnels en présentant les modèles de représentation, de raisonnement, de communication permettant à des agents dits « intelligents » d'interagir directement avec le joueur. Nous nous intéresserons par ailleurs aux agents inspirés de la socio-biologie en présentant les modèles comportementaux permettant de simuler des environnements autonomes peuplés d'entités actives autour du joueur. Quelques notions d'apprentissage associées à ces différentes architectures d'agents seront également présentées.

Contenu :

- Simulation (pour modéliser et simuler toute entité active [humain, robot, animal, environnement...] dans un jeu)
- Architectures d'agents (réactives, cognitives, hybrides)
- Agents conversationnels (langages d'agent, logiques modales, protocoles d'interaction, négociation)
- Comportements de groupes (modèles de flocking, simulation de foules, etc.)
- Projet utilisant une plate-forme de modélisation et de simulation à base d'agents afin d'illustrer de manière concrète les concepts abordés en cours.

Responsable de l'UE : BENEZET Cyril

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Finance de marché, calcul stochastique, modèle de Black & Scholes.

Parcours : Mathématiques appliquées (MA)

Groupe : 1

Effectif max : 40

Objectifs :

Ce cours est une introduction aux enjeux financiers des compagnies d'assurance. Il fournit des méthodes concernant la valorisation de produits d'assurance traditionnels (Assurance Vie et Mort, Annuités Fixes, etc.) et de produits d'assurance plus avancés (CPPI, Variable Annuities, etc.). Le cours présente également quelques aspects de la Gestion Actif-Passif (Asset-Liability Management, ALM) d'une compagnie d'assurance, et étudie comment mitiger les risques inhérents au métier d'assureur.

Responsable de l'UE : LIGOZAT Anne-laure

Langue d'enseignement : Français

Prérequis : Aucun

Parcours : Calcul Intensif et Données Massives (CIDM), Génie logiciel (GL), Organisation des Entreprises (OE)

Groupe : 1

Effectif max : 40

Objectifs :

Ce module vise à présenter les solutions qui peuvent être mises en œuvre dans les entreprises et organisations pour réduire l'impact environnemental du numérique, ainsi qu'à approfondir les impacts environnementaux notamment indirects étudiés en S4.

Compétences :

- Réaliser la mise en place et le suivi d'indicateurs et vérifier l'application de normes et de standards par les équipes informatiques (études, exploitation, production...). (2 - Maîtrise)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (3 - Expert)
- Appliquer des normes nationales ou internationales (éthique, sécurité et santé au travail, qualité, éco-conception...). (2 - Maîtrise)
- Prendre en compte les enjeux de développement durable pour développer de manière écologique. (3 - Expert)
- Apporter des conseils sur le développement durable en entreprise. (3 - Expert)
- Réaliser une étude quantitative et mettre en place des outils d'aide à la décision. (2 - Maîtrise)
- Conseiller des équipes de développement, de production et des utilisateurs. (2 - Maîtrise)
- Mettre en place des indicateurs, déterminer des actions correctives et les mettre en place. (2 - Maîtrise)
- Définir la faisabilité et la rentabilité d'un projet en prenant en compte les exigences commerciales, la gestion du budget, les risques et les impacts sociaux et environnementaux. (2 - Maîtrise)
- Optimiser les ressources et les délais du projet. (2 - Maîtrise)
- Traiter et analyser l'information (collecter, classer, mettre à jour, utiliser des données massives). (2 - Maîtrise)
- Challenger les modèles connus pour approcher le besoin. (2 - Maîtrise)
- Concevoir des modèles (de calcul, de représentation ou de stockage de données...) demandés. (2 - Maîtrise)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (2 - Maîtrise)
- Mettre en place des modèles et méthodes d'implémentation. (2 - Maîtrise)
- Résoudre des problèmes en matière de recherche et/ou d'innovation. (2 - Maîtrise)

- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (3 - Expert)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)
- Répondre à des demandes d'utilisateurs en interagissant avec eux et en mobilisant ses connaissances. (2 - Maîtrise)
- Analyser avec un regard critique des cas pratiques à l'échelle d'une entreprise et proposer des améliorations de gouvernance. (2 - Maîtrise)
- Analyser les impacts environnementaux et sociétaux de cas pratiques et proposer des améliorations durables. (3 - Expert)
- Chercher des outils complexes et les lier entre eux en sélectionnant les plus pertinents. (2 - Maîtrise)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (2 - Maîtrise)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (2 - Maîtrise)

[GIIG35] GREENIT

Responsable du module : LIGOZAT Anne-laure

Objectifs :

Ce module vise à présenter les solutions qui peuvent être mises en œuvre dans les entreprises et organisations pour réduire l'impact environnemental du numérique.

Contenu :

Les enseignements de ce module aborderont les notions de sobriété numérique, de systémique, d'architecture d'entreprise. Ces notions seront mises en pratique dans des cas d'étude.

Responsable de l'UE : BOUYER Guillaume

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Réservée aux étudiant.e.s de la spécialisation JIN

Programmation objet (bonne pratique)

Moteur de jeu « Unity » (bonne pratique)

Infographie et traitement d'images (notions)

Parcours : JIN-DD (JIN-DD)

Groupe : 3

Effectif max : 32

Objectifs :

Comprendre le fonctionnement des interfaces homme-machine (clavier, souris, manette, capteurs corporels), savoir concevoir et programmer des interactions adaptées au contexte et aux utilisateurs.

Comprendre les différentes méthodes et algorithmes de perception, de reconstruction et d'interaction avec l'environnement réel dans un contexte de réalité augmentée.

Compétences :

- Présenter à l'oral les résultats d'un travail réalisé dans le cadre professionnel. (2 - Maîtrise)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (3 - Expert)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (3 - Expert)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (3 - Expert)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (3 - Expert)
- Travailler en équipe et s'y intégrer. (2 - Maîtrise)
- Coordonner la réalisation d'un produit fini. (2 - Maîtrise)
- Optimiser les ressources et les délais du projet. (2 - Maîtrise)
- Analyser les besoins d'un client ou d'un projet. (2 - Maîtrise)
- Traiter et analyser l'information (collecter, classer, mettre à jour, utiliser des données massives). (2 - Maîtrise)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (3 - Expert)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (3 - Expert)

Module 1 [Interactions humains-systèmes](#)

Module 2 [Vision 3D pour la Réalité Augmentée](#)

[INHS35] INTERACTIONS HUMAINS-SYSTÈMES

Responsable du module : NOBODY Thisyear

Objectifs : A l'issue du module les étudiants seront capables de :

- expliquer les fonctionnalités attendues d'un système de gestion des interfaces homme-machine
- utiliser le moteur de jeu Unity/C# sur un projet interactif
- programmer un composant de contrôle du personnage pour un jeu de plateforme 2D, décrire et implanter des feedbacks et auditer le résultat

Contenu :

- Interfaçage Humains-Jeux et Humains-Moteurs de jeu
- Notions d'expérience utilisateur (UX), de conception et d'évaluations d'interactions humains-machines
- Projet : interactions manette avec un personnage de jeu de plateforme et feedbacks

[REAU35] VISION 3D POUR LA RÉALITÉ AUGMENTÉE

Responsable du module : NOBODY Thisyear

Objectifs : A l'issue du module, les étudiants sont capables de :

- décrire les différentes méthodes et algorithmes de perception, de reconstruction et d'interaction avec l'environnement réel dans un contexte de réalité augmentée.

Contenu :

- Problématiques de la Réalité Augmentée (temps réel, recalage, tracking, etc.)
- Modélisation et calibration de capteurs (caméra, Kinect, etc.)
- Calcul de pose
- SLAM

Responsable de l'UE : LY VATH Vathana

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Probabilités, [Instruments et modèles financiers](#)

Parcours : Mathématiques appliquées (MA)

Groupe : 2

Effectif max : 30

Objectifs :

Ce cours présente les bases des options et propose une approche pratique des dérivés actions, tels qu'ils sont utilisés en salles de marchés. L'objectif est ainsi de renforcer les connaissances des élèves par une approche pratique des marchés financiers.

Compétences :

- Connaitre le monde professionnel afin de communiquer au mieux avec des spécialistes comme avec des non-spécialistes. (2 - Maîtrise)
- Présenter à l'oral les résultats d'un travail réalisé dans le cadre professionnel. (2 - Maîtrise)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (3 - Expert)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (2 - Maîtrise)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (2 - Maîtrise)
- Réaliser une étude quantitative et mettre en place des outils d'aide à la décision. (2 - Maîtrise)
- Travailler en équipe et s'y intégrer. (2 - Maîtrise)
- Challenger les modèles connus pour approcher le besoin. (3 - Expert)
- Concevoir des modèles (de calcul, de représentation ou de stockage de données...) demandés. (2 - Maîtrise)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (2 - Maîtrise)
- Intégrer les savoirs de différents domaines. (2 - Maîtrise)
- Mettre en place des modèles et méthodes d'implémentation. (3 - Expert)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (3 - Expert)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (3 - Expert)

Module 1 [Couverture et gestion des risques](#)

Module 2 [Instruments financiers 2](#)

[COGR35] COUVERTURE ET GESTION DES RISQUES

Responsable du module : LY VATH Vathana

Objectifs : Ce cours présente les bases des options et propose une approche pratique des dérivés actions, tels qu'ils sont utilisés en salles de marchés.

Contenu :

- Couverture et gestion du risque de taux d'intérêts
- Taux actuariels, taux zéro coupon et taux forwards
- Définitions et évaluation des instruments de taux
- Construction de la courbe des taux ZC, Construction d'une bi-courbe
- Outils actuariels d'analyse du risque
- Couverture et gestion du risque optionnel
- Rappel des principaux modèles de valorisation
- Gestion dynamique des risques optionnels
- Typologie des stratégies mise en œuvre
- Exemple/Risk management d'un fonds de volatilité

[INFI35] INSTRUMENTS FINANCIERS 2

Responsable du module : LY VATH Vathana

Objectifs : Renforcer les connaissances des élèves par une approche pratique des marchés financiers.

Contenu :

- Apprendre aux élèves comment les instruments financiers sont négociés et échangés sur les marchés
- Apprendre aux élèves la dynamique de la construction des prix
- Apprendre aux élèves les différents types d'arbitrage dans les marchés

- Manipulation des données financières depuis une base de données
- Réalisation de pricer d'options vanille, et de calculateur de volatilité implicite

- Apprendre aux élèves les éléments qui permettent de juger une stratégie d'investissement - Back test de stratégies systématiques

Responsable de l'UE : WATEL Dimitri

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Analyse, Algèbre, Théorie des graphes, Programmation impérative, Logique, Optimisation mathématique.

Recherche opérationnelle, Modèles de calculs, Complément de recherche opérationnelle, Optimisation 1 conseillés.

Parcours : Calcul Intensif et Données Massives (CIDM), Génie logiciel (GL), Mathématiques appliquées (MA)

Groupe : 4

Effectif max : 30

Objectifs :

Ce cours a pour objectif de former les apprenants à l'informatique quantique. A l'issue du cours, les apprenants maîtriseront les concepts permettant de concevoir des algorithmes quantiques pour des problèmes de décision ou d'optimisation, d'estimer la complexité de ces algorithmes et la classe de complexité des problèmes étudiés, et d'utiliser les outils existants (langages de programmation, simulateurs et accès à de vraies machines quantiques), notamment pour résoudre des problèmes classiques de recherche opérationnelle.

Compétences :

- Analyser un programme / algorithme et repérer des améliorations à un projet. (3 - Expert)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (3 - Expert)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (3 - Expert)
- Mettre en place des modèles et méthodes d'implémentation. (3 - Expert)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (3 - Expert)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (3 - Expert)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (3 - Expert)

Module 1 [Informatique quantique](#)

Module 2 [Algorithmes quantiques pour la recherche opérationnelle](#)

Objectifs : Ce module dispense tous les enseignements nécessaires pour comprendre comment travailler avec l'informatique quantique (d'un point de vue algorithmique). Ce module est essentiellement théorique. A l'issue de celui-ci, l'apprenant doit connaître l'ensemble des différents paradigmes de l'informatique quantique, concevoir ou étudier un algorithme quantique à base de portes quantique, travailler avec quelques classes de complexité quantique et, enfin, comprendre les difficultés de la mise en application de cette théorie avec de vrais ordinateurs quantiques.

Contenu :

Informatique quantique

- Quelques notions de mécanique quantique
- Algèbre pour l'informatique quantique
- Qbits, Portes quantiques, Algorithmes quantiques
- Intérêts et limitations
- Etudes des algorithmes quantiques classiques (en particulier Deutsch-Jozsa, Grover et Shor)
- Modèle alternatif des machines adiabatiques, Recuit simulé quantique
- Algorithme QAOA

Complexité quantique

- Différence entre un algorithme probabiliste et un algorithme quantique
- Machine de Turing quantique
- Classes BQP, QMA

Travaux pratiques

- Simulation des algorithmes avec Quirk

[AQRO35] ALGORITHMES QUANTIQUES POUR LA RECHERCHE OPÉRATIONNELLE

Responsable du module : WATEL Dimitri

Objectifs : Ce module a pour objectif d'appliquer les connaissances de l'informatique quantiques acquises dans l'autre module de l'UE à des problèmes de recherche opérationnelle classiques (en optimisation combinatoire). Ce cours est essentiellement constitué de travaux pratiques.

Contenu :

- Apprentissage de Qiskit pour programmer des machines quantiques complexes (plus rapidement qu'avec un outil graphique)
- Utilisation de Qiskit pour interroger des machines quantiques réelles
- Application de l'algorithme de Grover pour la résolution exacte de problèmes de décision ou d'optimisation combinatoires
- Application de l'algorithme QAOA pour la résolution approchée de problèmes de décision ou d'optimisation combinatoires
- Petit état de l'art de la recherche en informatique quantique dans le domaine de la recherche opérationnelle

Responsable de l'UE : MOUGEOT Mathilde

Langue d'enseignement : Anglais

Prérequis :

UE [MERR23](#). Modèles de regression généralisés. Modèles linéaires pénalisés. Notion d'analyse de données.

Parcours : Mathématiques appliquées (MA)

Groupe : 3

Effectif max : 60

Objectifs :

L'exploitation des données est aujourd'hui un enjeu majeur dans de nombreux domaines comme l'industrie, la finance, la société ... Ce cours présentera les bases théoriques ainsi que la mise en pratique des modèles de machine learning couramment utilisés en regression et en classification supervisée. Des méthodes de réduction de dimension et de quantification seront également étudiées.

Contenu : paramétriques (bayes, ADL, QDL), modèles non paramétriques (KNN, arbres de décision), méthodes d'ensemble (bagging, forêts aléatoires, boosting). Méthodes de réduction de dimension (ACP fonctionnelle, mélanges gaussien). Métriques de performances, courbes ROC.

Compétences :

- Se mettre en valeur, s'autoévaluer, et optimiser ses capacités interpersonnelles en situation professionnelle. (1 - Intermédiaire)
- Présenter à l'oral les résultats d'un travail réalisé dans le cadre professionnel. (1 - Intermédiaire)
- Produire un support de communication. (1 - Intermédiaire)
- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (1 - Intermédiaire)
- Analyser un programme / algorithme et repérer des améliorations à un projet. (1 - Intermédiaire)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (1 - Intermédiaire)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (1 - Intermédiaire)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (1 - Intermédiaire)
- Réaliser une étude quantitative et mettre en place des outils d'aide à la décision. (1 - Intermédiaire)
- Travailler en équipe et s'y intégrer. (1 - Intermédiaire)
- Analyser les besoins d'un client ou d'un projet. (1 - Intermédiaire)

- Traiter et analyser l'information (collecter, classer, mettre à jour, utiliser des données massives). (1 - Intermédiaire)
- Challenger les modèles connus pour approcher le besoin. (1 - Intermédiaire)
- Intégrer les savoirs de différents domaines. (1 - Intermédiaire)
- Mettre en place des modèles et méthodes d'implémentation. (1 - Intermédiaire)
- Résoudre des problèmes en matière de recherche et/ou d'innovation. (1 - Intermédiaire)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (1 - Intermédiaire)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (1 - Intermédiaire)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (1 - Intermédiaire)

Module 1 [Predictive Models](#)

Module 2 [Unsupervised Models](#)

[PRMO35] PREDICTIVE MODELS

Responsable du module : MOUGEOT Mathilde

Contenu :
modèles prédictifs en machine learning

[USMO35] UNSUPERVIZED MODELS

Responsable du module : VO Thi phuong thuy

Objectifs : modèles d'apprentissage peu ou faiblement supervisés

Contenu :
modèles peu ou faiblement supervisés

Responsable de l'UE : ISAAC Benoit

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Avoir fait le tronc commun "Savoir Manager" en 2ème année

Parcours : Organisation des Entreprises (OE)

Groupe : 4

Effectif max : 30

Objectifs :

Les objectifs de cet approfondissement vont dans le même sens que ceux de S4, à savoir :
Donner aux étudiants la capacité de :

1. devenir des co-équipiers de valeur pour les chefs de projets ou managers qui les recruteront
2. découvrir, comprendre et pratiquer les outils et techniques des managers : connaître son équipe, ses clients, ses objectifs ; puis organiser, améliorer et enfin développer l'activité et l'équipe.
3. savoir appliquer concrètement les fondamentaux pour manager un projet, une équipe, la relation avec ses collaborateurs et la relation avec sa hiérarchie

Compétences :

- Connaître le monde professionnel afin de communiquer au mieux avec des spécialistes comme avec des non-spécialistes. (2 - Maîtrise)
- Se mettre en valeur, s'autoévaluer, et optimiser ses capacités interpersonnelles en situation professionnelle. (1 - Intermédiaire)
- Animer une réunion. (2 - Maîtrise)
- Présenter à l'oral les résultats d'un travail réalisé dans le cadre professionnel. (2 - Maîtrise)
- Respecter des procédures et processus définis localement (dans le cadre d'un projet, d'une entreprise...). (1 - Intermédiaire)
- Organiser et coordonner le circuit des informations sur le fonctionnement d'une structure. (1 - Intermédiaire)
- Participer au circuit des informations dans une structure. (1 - Intermédiaire)
- Préconiser des améliorations en matière d'organisation, de gestion, de procédures. (1 - Intermédiaire)
- Mettre en place des indicateurs, déterminer des actions correctives et les mettre en place. (1 - Intermédiaire)
- Coordonner et organiser l'activité d'une équipe dans le cadre d'un projet d'entrepreneuriat. (1 - Intermédiaire)
- Gérer l'activité d'une équipe en s'appuyant sur une méthodologie formalisée. (2 - Maîtrise)

- Travailler en équipe et s'y intégrer. (2 - Maîtrise)
- Coordonner la réalisation d'un produit fini. (1 - Intermédiaire)
- Définir la faisabilité et la rentabilité d'un projet en prenant en compte les exigences commerciales, la gestion du budget, les risques et les impacts sociaux et environnementaux. (1 - Intermédiaire)
- Optimiser les ressources et les délais du projet. (1 - Intermédiaire)
- Analyser les besoins d'un client ou d'un projet. (1 - Intermédiaire)
- Répondre à des demandes d'utilisateurs en interagissant avec eux et en mobilisant ses connaissances. (1 - Intermédiaire)
- Analyser avec un regard critique des cas pratiques à l'échelle d'une entreprise et proposer des améliorations de gouvernance. (1 - Intermédiaire)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (1 - Intermédiaire)

[MANA35] MANAGEMENT

Responsable du module : ISAAC Benoit

Objectifs : — Découvrir, comprendre et pratiquer les méthodes et outils nécessaires pour devenir un bon chef de projet / un bon manager d'équipe.

Note : Le cours se focalisera plus sur le rôle de manager d'équipe (le rôle de chef de projet faisant l'objet d'une autre option) ; même si de nombreuses méthodes sont utilisables également en tant que chef de projet

- Découvrir et comprendre les différents modèles d'organisation d'entreprises, et le rôle du manager dans chacun de ces modèles.

Contenu :

Compléments et approfondissements sur les fondamentaux pour :

- Comprendre & connaître le rôle du manager et du membre d'équipe dans l'organisation, vis-à-vis de son équipe, et de sa hiérarchie :
 - Découvrir la vision de l'entreprise, ses valeurs
 - Comprendre les différents modes d'organisation possibles en entreprise et le rôle du manager
 - Connaître son équipe, ses clients, ses objectifs
 - Avoir la bonne attitude aussi en tant que co-équipier, être de force de proposition
- S'organiser en tant que manager d'équipe :
 - Se préparer aux responsabilités correspondantes
 - Planifier le travail, gérer la charge / capacité, assigner les rôles, gérer les compétences, recruter
- Améliorer la performance de l'équipe
 - Créer un collectif
 - Capter du feedback, piloter ses indicateurs, animer un plan d'amélioration,
 - Accompagner et former pour obtenir le meilleur de ses équipiers, optimiser les performances collectives de l'équipe
 - Résoudre des conflits avec la communication non-violente
- Développer son équipe et son activité
 - Chercher des opportunités, comprendre la notion de business model
 - Décrire, analyser et Transformer ses processus
 - Gérer le changement dans l'équipe et dans l'organisation
 - Avoir une attitude de "manager-coach"

- Savoir proposer des améliorations dans le cadre de cas pratiques / endosser le rôle de manager :
 - analyser une situation,
 - proposer des recommandations,
 - présenter et justifier ses propositions

Responsable de l'UE : KEBAIER Ahmed

Langue d'enseignement : Anglais

Prérequis :

Probabilités du niveau d'un bon master 1. Notions de finances telles qu'apportées par le cours "Financial Markets and Actuarial Finance" du M2QF. et C++ et VBA telles qu'apportées par le cours "Programming" du M2QF.

Parcours : Mathématiques appliquées (MA)

Groupe : 5

Effectif max : 40

Objectifs :

The course bears on the numerical analysis of financial derivatives. The objectives are :

1. Learning the basic tools in stochastic processes and stochastic analysis, with a focus on the Markov and martingale properties, in discrete then in continuous time,
2. Learning how to derive a pricing equation based on the probabilistic formulation of a model, possibly with stochastic volatility and/or jumps,
3. Learning how to develop and study approximation schemes of stochastic differential equations (SDE),
4. Learning Monte Carlo pricing and Greeking schemes : basic principles and variance reduction techniques, first in a set-up of random variables or vectors, then in a dynamic set-up of stochastic processes,
5. Learning how to choose the best numerical scheme for a given problem,
6. Mastering various programming languages for implementing all the above.

Bibliographie :

— Main :

— Crépey, S., Financial Modeling (Springer, 2013), chapters 1 à 9.

— Others :

— Lamberton, D. and Lapeyre P., Introduction to Stochastic Calculus Applied to Finance. Chapman & Hall, 2 revised edition, 2007.

— Hull, J., Options, Futures, and Other Derivative Securities, Prentice-Hall, last edition.

— Glasserman P., Monte Carlo Methods in Financial Engineering, Springer, 2004.

— Shreve, S. : Stochastic Calculus for Finance II : Continuous—Time Models, Springer, 2004 or later.

Cont R. et P. Tankov, Modelling with Jump Processes, Chapman & Hall, 2003.

Compétences :

- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (2 - Maîtrise)
- Concevoir des modèles (de calcul, de représentation ou de stockage de données...) demandés. (3 - Expert)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (2 - Maîtrise)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (2 - Maîtrise)

[MENF35] MÉTHODES NUMÉRIQUES POUR LA FINANCE

Responsable du module : KEBAIER Ahmed

Contenu :

1. Stochastic analysis prerequisites
 - Markov processes and martingales in discrete time
 - Markov processes and martingales in continuous time
 - Stochastic integration, Itô formula (for diffusions and processes with finite activity jump), stochastic differential equations, Girsanov theorem
2. Pricing models
 - Black-Scholes and Dupire ; realized, implied, and local volatilities
 - Stochastic volatility (Heston), jumps (Merton 'jump-to-ruin' vs. Gaussian return jump size models)
 - Fourier pricing of vanilla options in affine jump diffusive models
3. Learning how to develop and study approximation schemes of stochastic differential equations (SDE)
 - Euler and Milstein schemes for SDE
 - Strong and weak errors studies
 - Combination of approximation schemes with Monte Carlo methods
 - Developing and implementing Multilevel Monte Carlo Methods for option pricing
4. Monte Carlo Simulation pricing schemes
 - Foundations : law of large numbers and central limit theorem.
 - Standard (pseudo) Monte Carlo estimator, confidence interval and graph of convergence
 - Simulation of univariate random variables : inverse method ; uniform, exponential and Gaussian random variables.
 - Simulation of random vectors : rejection-acceptance method ; Gaussian random pairs (Box-Müller and Marsaglia methods) ; Gaussian random vectors (via Cholesky and spectral decompositions).
 - Variance reduction : antithetic variables, control variates, importance sampling, efficiency criterion.
 - Quasi-Monte Carlo and hybrid pseudo / quasi Monte Carlo schemes, bridge techniques
 - Greeking by Monte Carlo : Flow versus density differentiation (Malliavin) techniques
 - 8 Time-discretization of processes and Monte Carlo for processes
5. IV Markov chain pricing schemes

- Fully-discrete Markov chain models
 - Dynamic programming tree pricing schemes
 - Convergence analysis : Kushner's theorem
 - Examples : Cox-Ross-Rubinstein binomial tree ; Kamrad-Ritchken trinomial tree
 - Synthesis and performance comparison : Monte Carlo vs. PDE vs. tree pricing schemes.
 - Hybrid forward simulation / backward pricing schemes for American options : value vs. policy iteration (Tsitsiklis and VanRoy vs. Longstaff and Schwartz)
6. Pricing path dependent of options
- First generation exotic options : lookback, barrier, and Asian options
 - Second generation exotic options : forward-starting and cliquet options, volatility derivatives
7. Model calibration techniques
- The ill-posed inverse calibration problem
 - Tikhonov regularization
 - Non-convex optimisation techniques : gradient methods vs. gradient-free, genetic algorithms.
 - Case studies on equity (local vol), interest-rate (multi-curve models), and credit portfolio derivatives (common shock model)

Responsable de l'UE : ROUSSEL David

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

- Programmation objet (bonne pratique)
- Infographie et traitement d'images (notions)

Parcours : JIN-DD (JIN-DD)

Groupe : 1

Effectif max : 32

Objectifs :

- Comprendre le fonctionnement du pipeline de rendu graphique en programmant le pipeline avec OpenGL.
- Comprendre les bases théoriques pour pouvoir résoudre des problèmes simples, identifier, formaliser, décomposer des problèmes complexes afin de rechercher et d'adapter des solutions existantes.
- Expérimenter les outils de modélisation à l'aide du logiciel Blender.

Compétences :

- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (3 - Expert)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (3 - Expert)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (3 - Expert)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (3 - Expert)
- Travailler en équipe et s'y intégrer. (2 - Maîtrise)
- Coordonner la réalisation d'un produit fini. (2 - Maîtrise)
- Optimiser les ressources et les délais du projet. (2 - Maîtrise)
- Analyser les besoins d'un client ou d'un projet. (2 - Maîtrise)
- Traiter et analyser l'information (collecter, classer, mettre à jour, utiliser des données massives). (2 - Maîtrise)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (2 - Maîtrise)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (3 - Expert)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (3 - Expert)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (2 - Maîtrise)

Module 1 [Rendu visuel temps réel](#)

[REVI35] RENDU VISUEL TEMPS RÉEL

Responsable du module : BOUYER Guillaume

Objectifs : A l'issue du module les étudiants seront capables de :

- implanter les aspects basiques d'un moteur de rendu à base d'OpenGL
- analyser le squelette d'un jeu
- expérimenter l'interaction par dispositifs classiques (clavier, souris)

Contenu :

- 1 cours sur les fondements de la Pipeline graphique
 - 3 TP pour des expérimentations de Rendu OpenGL, chargement des objets, gestion de la caméra, matériaux et textures, animation, interaction et optimisation
 - 2 TP pour la réalisation d'un jeu en OpenGL
-

[MOAG35] MODÉLISATION ET ALGORITHMIQUE GÉOMÉTRIQUE 3D

Responsable du module : BOUYER Guillaume

Objectifs : A l'issue du module les étudiants seront capables de :

- exploiter les aspects théoriques de la modélisation 3D

Contenu :

- La description, l'organisation et la construction des scènes et des éléments géométriques les composant (quaternion, projections et coordonnées homogènes, surfaces implicites et d'opérateurs booléen, blob, récursion...).
 - Les représentations frontières : polygones, polyèdres et triangulations (relation d'Euler, HDS, BSPTree, volumes englobant, somme de Minkowski...),
 - Les bases de l'algorithmique géométrique et ses applications dans le jeu vidéo (D&C, KD-tree, Delaunay & Voronoï...).
-

[MODE35] MODELEUR 3D - BLENDER

Responsable du module : BOUYER Guillaume

Objectifs : A l'issue du module les étudiants seront capables de :

- utiliser un modeleur 3D (Blender)

Contenu :

- Modélisation de surfaces dures
- Modélisation non-destructive (modificateurs : sub-surf, arrays, bevels, ...)
- Animation (Shape Keys, Rigging, Dynamic Painting)

Responsable de l'UE : PARK Juhyun

Langue d'enseignement : Anglais

Prérequis :

Statistique ; Familiarité avec R.

Analyse de données, Méthode de régression régularisée ou Modélisation de statistique sera util.

Parcours : Mathématiques appliquées (MA)

Groupe : 4

Effectif max : 40

Objectifs :

Ce cours présente des techniques avancées de modélisation statistique pour des données complexes et dépendantes qui apparaissent dans un large éventail de domaines d'application.

Les modèles linéaires classiques et les modèles linéaires généralisés traitent principalement des observations indépendantes avec une relation linéaire dans la régression. Nous considérons plusieurs extensions de ces types de modèles. Ceux-ci incluent des modèles à effets mixtes pour l'hétérogénéité, la régression semi-paramétrique ou non paramétrique pour les relations non linéaires et la modélisation des processus latents pour les données discrètes, qui conviennent aux types de données chronologiques, longitudinales ou spatiales.

Dans le langage de l'apprentissage automatique, le cours traite de la problématique de l'apprentissage supervisé et propose d'étudier les principes statistiques permettant de construire des modèles interprétables.

Compétences :

- Être capable de s'exprimer à l'oral dans un environnement de travail en langue étrangère. (1 - Intermédiaire)
- Présenter à l'oral les résultats d'un travail réalisé dans le cadre professionnel. (1 - Intermédiaire)
- Être capable de s'exprimer à l'écrit dans un environnement de travail en langue étrangère. (1 - Intermédiaire)
- Produire un support de communication. (1 - Intermédiaire)
- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (1 - Intermédiaire)
- Réaliser une étude quantitative et mettre en place des outils d'aide à la décision. (1 - Intermédiaire)
- Traiter et analyser l'information (collecter, classer, mettre à jour, utiliser des données massives). (1 - Intermédiaire)
- Challenger les modèles connus pour approcher le besoin. (1 - Intermédiaire)
- Concevoir des modèles (de calcul, de représentation ou de stockage de données...) demandés. (1 - Intermédiaire)

- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (1 - Intermédiaire)
- Développer de nouveaux savoirs et de nouvelles procédures (1 - Intermédiaire)
- Intégrer les savoirs de différents domaines. (1 - Intermédiaire)
- Mettre en place des modèles et méthodes d'implémentation. (1 - Intermédiaire)
- Résoudre des problèmes en matière de recherche et/ou d'innovation. (1 - Intermédiaire)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (1 - Intermédiaire)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (1 - Intermédiaire)

[MOSA35] MODÉLISATION STATISTIQUE AVANCÉE

Responsable du module : PARK Juhyun

Objectifs : Ce cours présente des techniques avancées de modélisation statistique pour des données complexes et dépendantes qui apparaissent dans un large éventail de domaines d'application.

Les modèles linéaires classiques et les modèles linéaires généralisés traitent principalement des observations indépendantes avec une relation linéaire dans la régression. Nous considérons plusieurs extensions de ces types de modèles. Ceux-ci incluent des modèles à effets mixtes pour l'hétérogénéité, la régression semi-paramétrique ou non paramétrique pour les relations non linéaires et la modélisation des processus latents pour les données discrètes, qui conviennent aux types de données chronologiques, longitudinales ou spatiales.

Dans le langage de l'apprentissage automatique, le cours traite de la problématique de l'apprentissage supervisé et propose d'étudier les principes statistiques permettant de construire des modèles interprétables.

Contenu :

Ce cours couvre :

- Modèles à effets mixtes
- Modèles à effets mixtes généralisés
- Régression semi-paramétrique et non paramétrique
- Analyse des données longitudinales et fonctionnelles

[MOSC35] MODÉLISATION STOCHASTIQUE ET CONTRÔLE (5 ECTS)

Responsable de l'UE : CHEVALIER Etienne

Langue d'enseignement : Anglais

Prérequis :

Processus stochastique (S3), Calcul stochastique (S4), Instruments et modèles financiers (S4)

Parcours : Mathématiques appliquées (MA)

Groupe : 1

Effectif max : 40

Objectifs :

Savoir utiliser le calcul stochastique pour modéliser la courbe des taux et l'utilisation de cet outil en contrôle stochastique

Compétences :

- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (3 - Expert)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (3 - Expert)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (3 - Expert)
- Traiter et analyser l'information (collecter, classer, mettre à jour, utiliser des données massives). (3 - Expert)
- Challenger les modèles connus pour approcher le besoin. (3 - Expert)
- Concevoir des modèles (de calcul, de représentation ou de stockage de données...) demandés. (3 - Expert)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (3 - Expert)
- Développer de nouveaux savoirs et de nouvelles procédures (3 - Expert)
- Faire un état de l'art et comprendre des articles scientifiques. (3 - Expert)
- Mettre en place des modèles et méthodes d'implémentation. (3 - Expert)
- Résoudre des problèmes en matière de recherche et/ou d'innovation. (3 - Expert)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (3 - Expert)
- Analyser et prédire le comportement d'agents dans un environnement économique, technique et social donné, ainsi que leurs interactions. (3 - Expert)

Module 1 [Modèles de courbes de taux](#)

Module 2 [Contrôle stochastique](#)

[MOCT35] MODÈLES DE COURBES DE TAUX

Responsable du module : KAMTA Stéphane

Objectifs :

Maîtriser les aspects mathématiques de la modélisation des courbes des taux afin que les étudiants comprennent comment modéliser les taux et utiliser la courbe des taux pour déterminer les prix des dérivés

Contenu :

Modèles de taux court à un facteur : Vasisek, Cox-Ingersoll-Ross, Heath-Jarrow-Morton. Évaluation de produits dérivés de taux : options sur zéro-coupon. Cas de produits dérivés de crédit. Probabilité forward. Taux LIBOR

[COST35] CONTRÔLE STOCHASTIQUE

Responsable du module : CHEVALIER Etienne

Objectifs :

Comprendre et énoncer un problème de contrôle stochastique. Connaitre des méthodes usuelles de résolution. Savoir résoudre des exemples classiques.

Contenu :

Contrôle stochastique dans des modèles discrets :

- Options Américaines et enveloppes de Snell
- Gestion de portefeuille et méthodes de dualité

Arrêt Optimal en temps continu : le cas de l'option américaine.

- maturité infinie : Calcul du prix critique et de la valeur de l'option par méthode probabiliste
- maturité finie : Evaluation du prix critique par formule de la prime pour exercice anticipée.

Problèmes de Contrôles réguliers :

- Résolution du problème de Merton par programmation dynamique et solutions de viscosité
- Prix d'indifférence : Evaluation, par méthodes de BSDE, du prix d'indifférence d'un actif

Contrôle singulier : Stratégies optimales de distribution de dividendes et extensions.

Responsable de l'UE : MERABET Massinissa

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Théorie des graphes, Optimisation mathématiques, [Recherche opérationnelle](#), [Compléments et outils de recherche opérationnelle](#), Modèles de calcul et [Optimisation 1](#) recommandées

Parcours : Génie logiciel (GL), Organisation des Entreprises (OE), Mathématiques appliquées (MA)

Groupe : 6

Effectif max : 30

Objectifs :

Les techniques modernes de la recherche opérationnelle s'appliquent à de nombreux domaines. Les modules visent à présenter des applications classiques de ces techniques, à entraîner les élèves à mobiliser leurs connaissances pour résoudre un problème et, enfin, quelques techniques utiles pour résoudre plus rapidement des problèmes de recherche opérationnelles avec la programmation linéaire.

Compétences :

- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (3 - Expert)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (3 - Expert)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (3 - Expert)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (3 - Expert)
- Mettre en place des modèles et méthodes d'implémentation. (3 - Expert)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (3 - Expert)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (3 - Expert)
- Répondre à des demandes d'utilisateurs en interagissant avec eux et en mobilisant ses connaissances. (3 - Expert)
- Chercher des outils complexes et les lier entre eux en sélectionnant les plus pertinents. (3 - Expert)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (3 - Expert)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (3 - Expert)

Module 1 [Conception et optimisation des réseaux](#)

Module 2 [Étude de cas](#)

Module 3 [Méthodes polyédriques](#)

[COOR35] CONCEPTION ET OPTIMISATION DES RÉSEAUX

Responsable du module : WATEL Dimitri

Objectifs : Ce cours vis à étudier certains problèmes de conception et d'optimisation dans les réseaux, comme les problèmes de localisation d'équipements, de dimensionnement et de routage. Ces problèmes souvent difficiles apparaissent dans de nombreux domaines (informatique, télécommunications, etc.).

Contenu :

Il présente des méthodes de résolution exacte par la programmation mathématique, notion de bonne formulation, notion de relaxation, etc ; et de résolution approchée par différents types d'heuristiques : les heuristiques constructives, la recherche locale et les méta-heuristiques.

[ETCA35] ÉTUDE DE CAS

Responsable du module : WATEL Dimitri

Objectifs :

Ce module est un projet permettant de savoir exécuter les différentes phases d'un projet d'optimisation.

Contenu :

Formulation du problème, étude de la complexité, construction d'un modèle pour représenter le système étudié, résolution du problème (algorithmes exacts, programmation linéaire) et évaluation des algorithmes utilisés, d'implémenter les principales méthodes de la recherche opérationnelle (programmation mathématique, branch and bound spécifique, métaheuristiques, ...), et d'utiliser des logiciels d'optimisation. Des sujets différents sont proposés aux étudiants chaque année.

[MEPO35] MÉTHODES POLYÉDRIQUES

Responsable du module : WATEL Dimitri

Objectifs :

Obtenir une bonne modélisation d'un problème d'optimisation combinatoire. De nombreux problèmes d'optimisation combinatoire se modélisent par des programmes linéaires en variables entières. Pour pouvoir les résoudre efficacement il est souvent nécessaire d'affiner le modèle de base. Cela passe notamment par la recherche et l'ajout de bonnes inégalités valides.

Contenu :

Inégalités valides, diverses méthodes pour obtenir des inégalités valides : coupes de Chvatal-Gomory, inégalités disjonctives. Inégalités valides en variables mixtes. Faces, facettes d'un

polyèdre, inégalités valides induisant des facettes. Algorithme de coupes et problème de séparation. Coupes de Benders.

Responsable de l'UE : WATEL Dimitri

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Théorie des graphes, Optimisation mathématiques, [Recherche opérationnelle](#), [Compléments et outils de recherche opérationnelle](#) et Modèles de calcul recommandés

Parcours : Mathématiques appliquées (MA), Génie logiciel (GL), Organisation des Entreprises (OE)

Groupe : 5

Effectif max : 30

Objectifs :

Donner aux étudiants les bases indispensables (en plus de celles qui ont été acquises les années précédentes) pour aborder un problème d'optimisation théorique ou industriel. Pour avoir une certaine spécialisation dans ce domaine, il est fortement conseillé d'enchaîner cette UE, plutôt théorique, avec l'UE *Optimisation 2* orientée vers les applications.

Compétences :

- Analyser un programme / algorithme et repérer des améliorations à un projet. (3 - Expert)
- Concevoir des modèles (de calcul, de représentation ou de stockage de données...) demandés. (3 - Expert)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (3 - Expert)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (3 - Expert)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (3 - Expert)

Module 1 [Complexité des algorithmes](#)

Module 2 [Recherche opérationnelle](#)

[COAL35] COMPLEXITÉ DES ALGORITHMES

Responsable du module : WATEL Dimitri

Objectifs : Le cours cherchera à sensibiliser les élèves à la notion d'efficacité d'un algorithme (essentiellement la complexité algorithmique) puis à leur apprendre à distinguer les problèmes *faciles* des problèmes *difficiles* dans le but d'orienter la recherche de méthodes pour leur résolution.

Contenu :

Machines de Turing. Efficacité d'un algorithme, codage des données, taille d'une entrée, analyse de la complexité. Algorithme polynomial, pseudo-polynomial et non polynomial. Classes

NP et co-NP, problèmes NP-complets et NP-difficiles. Complexité en espace, Complexité et codage.

[REOP35] RECHERCHE OPÉRATIONNELLE

Responsable du module : WATEL Dimitri

Objectifs : Approfondir les techniques les plus utiles de la recherche opérationnelle et mettre en pratique certaines de ces techniques.

Contenu :

Programmation linéaire continue, Programmation linéaire et non linéaire en nombres entiers, Dualité lagrangienne, Modélisation de problèmes d'optimisation combinatoire (linéaires et non linéaires) rencontrés dans différents domaines (télécommunications, transports, développement durable).

Responsable de l'UE : HONORE Valentin

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

- Notions de base en complexité algorithmique
- Programmation Système, C (C++ aussi idéalement mais pas obligatoire) et compilation
- Programmation Python

Parcours : Calcul Intensif et Données Massives (CIDM)

Groupe : 5

Effectif max : 30

Objectifs :

Le calcul parallèle s'est beaucoup développé ces dernières années du fait des besoins en calcul de plus en plus importants de nombreux domaines scientifiques, allant de la biologie à l'astrophysique en passant par la dynamique moléculaire.

Ces besoins ont poussé à la construction de clusters, et l'apparition de nombreuses plates-formes plus ou moins spécialisées suivant les besoins (CPU, GPU, accélérateurs etc).

Les améliorations matérielles constantes permettent d'offrir à ces machines des processeurs multi-cœur très performants, de même que des systèmes de stockage de très grande capacité et des réseaux haute-performance. Ces technologies de réseau avancées ont aussi démocratisé l'agrégation de plates-formes de calcul au travers de réseaux déployés à grande échelle appelées "grilles". Enfin, les services de Cloud Computing, utilisant la virtualisation, sont un moyen supplémentaire d'acquérir des ressources de calcul à la demande.

Dans tous ces services, l'exploitation efficace des plates-formes est un enjeu fondamental. Leur coût d'exploitation rend nécessaire l'optimisation de l'exploitation des ressources de calcul.

L'objectif de ce cours est de fournir des outils de modélisation et d'analyse de performance de ces systèmes, allant du niveau applicatif jusqu'au niveau de la machine elle-même. Ce cours couvrira des aspects fondamentaux (algorithmique parallèle, modèles de performance) mais aussi des travaux pratiques mettant en œuvre ces notions.

L'évaluation se fera sous la forme de la lecture d'un article scientifique à choisir sur des thématiques abordées pendant le cours. D'autres évaluations seront envisagées en fonction de la répartition des séances de l'UE (projet etc)

Compétences :

- Présenter à l'oral les résultats d'un travail réalisé dans le cadre professionnel. (2 - Maîtrise)

- Produire un support de communication. (2 - Maîtrise)
- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (2 - Maîtrise)
- Analyser un programme / algorithme et repérer des améliorations à un projet. (2 - Maîtrise)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (2 - Maîtrise)
- Challenger les modèles connus pour approcher le besoin. (1 - Intermédiaire)
- Concevoir des modèles (de calcul, de représentation ou de stockage de données...) demandés. (1 - Intermédiaire)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (2 - Maîtrise)
- Faire un état de l'art et comprendre des articles scientifiques. (1 - Intermédiaire)
- Mettre en place des modèles et méthodes d'implémentation. (1 - Intermédiaire)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)
- Chercher des outils complexes et les lier entre eux en sélectionnant les plus pertinents. (2 - Maîtrise)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (2 - Maîtrise)

[PDSP35] PERFORMANCE DES SYSTÈMES PARALLÈLES

Responsable du module : HONORE Valentin

Contenu :

- Introduction au calcul et systèmes parallèles
- Notions de performance pour l'algorithmique parallèle (accélération/efficacité, loi d'Amdahl, *pipelining*, granularité, parties séquentielles/parallèles)
- Performance au niveau machine : Introduction à l'ordonnancement : définition, problèmes et algorithmes classiques
- Performance au niveau applicatif : Parallélisme, Contention, "Memory/Compute bound", Outils d'aide à la performance : traçage d'applications
- Ouverture : défis du calcul haute performance (énergie, gestion de données à l'échelle etc)

Responsable de l'UE : ROUSSEL Adrien

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

- Programmation Parallèle
- C/C++

Parcours : Calcul Intensif et Données Massives (CIDM)

Groupe : 2

Effectif max : 30

Objectifs :

La programmation sur les cartes graphiques (GPGPU : General Purpose programming on GPU) a commencé en 2008 avec l'avènement de l'architecture CUDA (Compute Unified Device Architecture) par Nvidia. Aujourd'hui la majorité des supercalculateurs du Top500 et du Green500 sont basées sur des architectures hétérogènes (CPU+accélérateurs GPU). Les cartes graphiques se retrouvent également dans de nombreuses machines, de l'embarqué, en passant par les smartphones, les machines de bureau, stations de travail, etc. L'objectif de cette UE est d'exploiter efficacement ces plateformes hétérogènes exposants des processeurs classiques CPUS et des accélérateurs GPUs.

[PGPU35] PROGRAMMATION GPU

Responsable du module : ROUSSEL Adrien

Contenu :

Les objectifs de ce module sont de comprendre l'architecture des cartes graphiques, leur programmation, et d'être capable de comprendre les optimisations à appliquer en fonctions des codes considérés. L'architecture CUDA de Nvidia sera utilisée, mais les concepts sont applicables aux autres architectures HIP d'AMD ou SYCL. Différents exemples de codes seront utilisés pour illustrer les optimisations générales ou propres à certains cas.

- Ecosystème CUDA : domaines concernés, comparaison CPU, matériels et logiciels (compilateur, profiling, bibliothèques, etc)
- Architecture des GPU : organisation des unités de calcul, hiérarchie mémoire, interaction avec la machine hôte
- Modèle de programmation : modèle SPMD, notion de kernel, threads, groupes de threads, synchronisation/communication entre les threads
- Modèle d'exécution : placement de blocs de threads sur des blocs de coeurs, contraintes matérielles

- Programmation : API, fonctions de base, mesure du temps des opérations GPU, gestion des erreurs, erreurs courantes
- Portage de codes C/C++ vers GPU
- Optimisation : dimensionnement des grilles et blocs de threads, allocation mémoire, fonctionnement asynchrone, recouvrement des calculs et des communications, accès à la mémoire globale, mémoire shared, ...
- Autres points : Multi-GPU, MPI+GPU, utilisation de Tensor Cores, ...

Responsable de l'UE : BUREL Guillaume

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Logique, programmation

Parcours : Génie logiciel (GL)

Groupe : 3

Effectif max : 40

Objectifs :

Les méthodes formelles sont de plus en plus utilisées dans l'industrie pour accroître le niveau de confiance dans la correction des logiciels. C'est le cas en particulier des applications critiques, mais aussi pour réduire les coûts de production : en effet, moins de temps et de ressources seront consacrés a posteriori pour la correction des erreurs. Cette option présente certaines techniques utilisées pour vérifier les systèmes informatiques, ainsi que les fondations sur lesquelles reposent ces techniques. Il s'agit de savoir spécifier formellement le comportement d'un programme (sémantique des langages de programmation), et d'être capable de prouver que ce programme vérifie certaines propriétés (preuve formelle mécanisée), à l'aide de méthodes déductives.

Compétences :

- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (2 - Maîtrise)
- Analyser un programme / algorithme et repérer des améliorations à un projet. (3 - Expert)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (3 - Expert)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (2 - Maîtrise)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (3 - Expert)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (2 - Maîtrise)
- Optimiser les ressources et les délais du projet. (2 - Maîtrise)
- Analyser les besoins d'un client ou d'un projet. (2 - Maîtrise)
- Challenger les modèles connus pour approcher le besoin. (2 - Maîtrise)
- Concevoir des modèles (de calcul, de représentation ou de stockage de données...) demandés. (3 - Expert)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (3 - Expert)
- Mettre en place des modèles et méthodes d'implémentation. (2 - Maîtrise)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (3 - Expert)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (3 - Expert)

- Chercher des outils complexes et les lier entre eux en sélectionnant les plus pertinents. (3 - Expert)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (3 - Expert)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (3 - Expert)

Module 1 [Preuve formelle mécanisée](#)

Module 2 [Sémantique des langages de programmation](#)

[PFRM35] PREUVE FORMELLE MÉCANISÉE

Responsable du module : BUREL Guillaume

Objectifs : Compléments de logique et initiation aux techniques de preuve

Contenu :

- Rappel de logique, logique des propositions, logique des prédicats,
- Logique classique versus logique intuitionniste,
- λ -calcul (pur, simplement typé, introduction aux types dépendants), Isomorphisme de Curry Howard,
- Introduction à l'assistant à la preuve Coq,
- Dédution automatique,
- Expérimentation de solveurs SAT et SMT.

[SELP35] SÉMANTIQUE DES LANGAGES DE PROGRAMMATION

Responsable du module : BUREL Guillaume

Objectifs : Savoir spécifier un petit langage du point de vue sémantique, formalisation de la sémantique des principales constructions des langages impératifs et fonctionnels.

Contenu :

Syntaxe abstraite. Les différentes familles de sémantique :

- Sémantique dénotationnelle, opérationnelle à grands et petits pas d'un langage impératif ;
- Sémantiques opérationnelles en appel par nom et par valeur d'un langage fonctionnel ;
- Sémantiques opérationnelle d'un langage à objets ;
- Développement d'interprètes en OCaml ;
- Spécification d'une sémantique dans l'outil K.

Responsable de l'UE : BUREL Guillaume

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Logique, programmation.

Il est recommandé de suivre PROG1 au semestre S5 auparavant, ainsi que LSF-VVL au semestre S3.

Parcours : Génie logiciel (GL)

Groupe : 2

Effectif max : 40

Objectifs :

Le cours concerne l'application des méthodes formelles pour vérifier le bon fonctionnement des logiciels. Ici, on s'intéresse à des techniques statiques, c'est-à-dire qu'il s'agit de montrer la correction du système ou de détecter les erreurs avant même toute exécution. L'exemple le plus simple est l'utilisation du typage, où certains comportements erronés sont interdits au moment de la compilation parce qu'ils ne peuvent pas être typés. L'analyse statique par interprétation abstraite permet d'étendre cette approche pour calculer des propriétés plus précises que le simple typage, par exemple le non-déréférencement de pointeurs nuls ou le respect des bornes d'un tableau. Un projet sera l'occasion d'étudier des articles scientifiques en rapport avec la vérification statique de logiciels, et fera l'objet d'une synthèse bibliographique et d'une réalisation liée aux articles étudiés.

Compétences :

- Présenter à l'oral les résultats d'un travail réalisé dans le cadre professionnel. (2 - Maîtrise)
- Produire un support de communication. (2 - Maîtrise)
- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (2 - Maîtrise)
- Analyser un programme / algorithme et repérer des améliorations à un projet. (2 - Maîtrise)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (2 - Maîtrise)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (2 - Maîtrise)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (2 - Maîtrise)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (2 - Maîtrise)
- Challenger les modèles connus pour approcher le besoin. (1 - Intermédiaire)
- Intégrer des modèles pour modéliser un problème. (1 - Intermédiaire)
- Faire un état de l'art et comprendre des articles scientifiques. (1 - Intermédiaire)
- Intégrer les savoirs de différents domaines. (1 - Intermédiaire)
- Mettre en place des modèles et méthodes d'implémentation. (2 - Maîtrise)

- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)
- Chercher des outils complexes et les lier entre eux en sélectionnant les plus pertinents. (1 - Intermédiaire)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (1 - Intermédiaire)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (2 - Maîtrise)

Module 1 [Analyse statique de programmes](#)

Module 2 [Projet](#)

[ANST35] ANALYSE STATIQUE DE PROGRAMMES

Responsable du module : DUBOIS Catherine

Objectifs : Introduction aux principales techniques pour découvrir les erreurs dans les programmes de manière statique, plus précisément par interprétation abstraite.

Contenu :

- Sémantique non standard
- Interprétation abstraite : notion de points fixes, treillis de valeurs ou de propriétés, correspondance de Galois
- Preuve de correction d'une analyse par rapport à une sémantique
- Utilisation de FramaC pour réaliser une analyse de valeurs sur un programme C

[PROJ35] PROJET

Responsable du module : DUBOIS Catherine

Objectifs : Selon le sujet choisi :

- Approfondissement de certaines techniques,
- Découverte de nouvelles techniques,
- Ouverture vers des applications phares,
- Mise en œuvre des plugins de Frama-C, développement d'analyses, etc.

Contenu :

Etude bibliographique et réalisation.

Ce module ne se rattrape pas en 2ème session.

Responsable de l'UE : JEROMINO Quentin

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Sécurité des systèmes d'information

Parcours : Génie logiciel (GL)

Groupe : 6

Effectif max : 30

Objectifs :

Cette option est centrée sur différents métiers techniques de la sécurité. Elle s'articule selon plusieurs métiers de la sécurité informatique (Pentest, Rétro-ingénierie, Audits IT et OT) et propose aux étudiants de se mettre dans la peau d'un consultant en cybersécurité.

Compétences :

- Connaître le monde professionnel afin de communiquer au mieux avec des spécialistes comme avec des non-spécialistes. (2 - Maîtrise)
- Être capable de s'exprimer à l'oral dans un environnement de travail en langue étrangère. (1 - Intermédiaire)
- Présenter à l'oral les résultats d'un travail réalisé dans le cadre professionnel. (2 - Maîtrise)
- Être capable de s'exprimer à l'écrit dans un environnement de travail en langue étrangère. (1 - Intermédiaire)
- Produire un support de communication. (2 - Maîtrise)
- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (2 - Maîtrise)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (2 - Maîtrise)
- Respecter des procédures et processus définis localement (dans le cadre d'un projet, d'une entreprise...). (2 - Maîtrise)
- Préconiser des améliorations en matière d'organisation, de gestion, de procédures. (2 - Maîtrise)
- Travailler en équipe et s'y intégrer. (1 - Intermédiaire)
- Gérer la sécurité du SI. (2 - Maîtrise)
- Gérer les droits d'accès. (2 - Maîtrise)
- Prendre en compte les normes légales. (2 - Maîtrise)
- Analyser les besoins d'un client ou d'un projet. (1 - Intermédiaire)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (1 - Intermédiaire)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (2 - Maîtrise)

[SECD35] SÉCURITÉ AVANCÉE 2

Responsable du module : MONTIBUS Ayfer-marie

Contenu :

- Introduction et métiers de la cybersécurité
- Audit de cybersécurité : méthodologie, conformité à un référentiel et analyse de risques
- Cybersécurité industrielle : architectures, technologies, état de l’art
- Rétro-ingénierie : analyse, décompilation de binaires
- Test d’intrusion : utilisation d’outils techniques, réflexion, CTF

[SYIR35] SYSTÈMES INTERAGISSANT EN RÉSEAUX (JIN-DD) **(5 ECTS)**

Responsable de l'UE : RESP-PARCOURS JIN

Langue d'enseignement : Français

Prérequis : Aucun

Parcours : JIN-DD (JIN-DD)

Groupe : 4

Effectif max : 32

Objectifs :

Compétences :

- Analyser un programme / algorithme et repérer des améliorations à un projet. (3 - Expert)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (3 - Expert)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (3 - Expert)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (3 - Expert)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (3 - Expert)
- Répondre à des demandes d'utilisateurs en interagissant avec eux et en mobilisant ses connaissances. (3 - Expert)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (3 - Expert)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (3 - Expert)

Module 1 Réseaux et Cloud

Module 2 Objets Communicants

[RECL35] RÉSEAUX ET CLOUD

Responsable du module : SIMATIC Michel

Contenu :

- Les deux métiers de la programmation « Réseaux »
- Le multijoueur et ses problèmes de réactivité/réalisme
- Le *online* et ses problèmes de production
- Enjeux du Cloud
- Présentation du marché
- Zoom sur les aspects serveurs
- Cloud *gaming*
- Briques technologiques de la programmation « Réseaux »

- Middlewares de communication : eNet, zeroMQ, RabbitMQ, Raknet
- SGBDs standards : Oracle Berkeley-DB, MySQL/MariaDB, Postgresql
- SGBD No-SQL : Cassandra, Redis, MongoDB, CouchBase
- Positionnement de ces outils en considérant deux scénarios de jeu
- Middlewares clé en main
- Playfab, Photon, Unity Park Suite, etc.
- Développement d'un multijoueur complet

[OBCO35] OBJETS COMMUNICANTS

Responsable du module : SIMATIC Michel

Objectifs :

- Comprendre les objets communicants comme un des termes clé de l'innovation dans le marché technologique d'aujourd'hui.
- Comprendre le rapport qu'elles entretiennent avec le social
- Prise en main du matériel de prototypage : Arduino, capteurs, actionneurs
- Développement d'un scénario d'usage par l'étudiant d'un objet communicant
- Réalisation d'un projet sur Arduino et Processing
- Présentation du projet devant la classe

Contenu :

- Les objets communicants sont apparus suite à une convergence entre les objets intelligents et le web. Dans un avenir proche, les dispositifs du quotidien ne seront pas seulement équipés de puces de calcul et de mémoire, mais aussi de puces de connexion sans fil vers Internet. L'information deviendra alors ubiquitaire et ambiante. Toute information saisie par les utilisateurs et toute donnée mesurée par des capteurs locaux seront transmis en temps réel vers le web. C'est aux objets, aux lieux et aux surfaces de présenter avec intelligence ces données en adéquation avec une situation et un utilisateur spécifique.
- Désormais votre rideau connaîtra votre agenda, votre chauffage vous proposera le forfait EDF le plus adapté à vos habitudes et le message musical d'un ami sera relayé en direct par le DJ du bar où vous vous trouverez.
- Ce cours de 21 heures est une initiation aux objets communicants. Pour stimuler la participation, la créativité et la réflexion des étudiants sur ce thème, les parties théoriques sont accompagnées de travaux pratiques de prototypage.

Responsable de l'UE : SZAFRANSKI Marie

Langue d'enseignement : Français

Prérequis : Aucun

Objectifs :

Cette UE contient les modules :

- Responsabilité sociale de l'entreprise
- Droit et cybersécurité

Module 1 [Responsabilité sociale de l'entreprise](#)

Module 2 [Droit et cybersécurité](#)

[RSEE35] RESPONSABILITÉ SOCIALE DE L'ENTREPRISE

Responsable du module : AVRIL Nathalie

Contenu :

Conduire les élèves à la compréhension du rôle de la fonction « Ressources humaines » et de la vie en entreprise à partir d'exemples concrets. Un focus particulier sera fait sur les entreprises informatiques.

- Pourquoi un cours sur les ressources humaines ? Présentation de la fonction RH.
- L'entrée dans l'entreprise : la préparation d'un entretien de recrutement, les clauses du contrat de travail, la discrimination à l'embauche, le salaire
- La vie en entreprise : la gestion de la diversité, la santé au travail, le respect de la vie privée, le dialogue social
- La sortie de l'entreprise : la démission, le licenciement. . .
- Actualités juridiques (selon les réformes du moment. . .)
- Techniques de développement personnel

Renforcer l'engagement sociétal des étudiants et futurs ingénieurs : faire évoluer les mentalités vers plus d'ouverture et prise de conscience sociétale.

1. De quoi parle-t-on ?

- L'éthique et la morale : quelle différence ?
- L'éthique / la morale ET l'entreprise : quel rapport ?

Que vient faire l'éthique dans le monde des échanges, dans l'économie ?

Et plus particulièrement dans l'entreprise ?

- L'éthique de l'entreprise : une erreur conceptuelle ? une escroquerie ultralibérale ? une logique de marketing ?
 - Comment doit-on envisager la notion de responsabilité au quotidien ?
- Le politique doit réguler les intérêts et le marché : le libéralisme n'est pas l'ultralibéralisme

2. L'éthique peut bien penser l'entreprise c'est-à-dire se poser la question éthique par excellence : comment faire pour bien faire ?

- Problèmes sur la finalité de la vie économique : la performance financière
- Problèmes sur la place de l'économie dans la société : est-ce que des soupçons de corruption mettent en question l'image de l'entreprise ? Quels sont les risques encourus par celle-ci ? Quelles sont les conséquences de ce genre d'affaires vis à vis des parties prenantes ?
- Problèmes liés à la vie de l'entreprise : le risque environnemental et social ; comment mesure-t-on la performance sociétale ?

[DRCY35] DROIT ET CYBERSÉCURITÉ

Responsable du module : PILLIAS-PERRON Anne

Objectifs : Ce cours permet notamment aux élèves-ingénieurs de 3ème année de :

- Comprendre les enjeux juridiques de la cybersécurité
- Comprendre et appliquer le RGPD
- Maîtriser les sources légales et réglementaires encadrant la sécurité des systèmes d'information (SSI)
- Participer au renforcement de la sécurité informatique des entreprises

Contenu :

- I – L'écosystème de la cybersécurité
- II – La sécurité des données à caractère personnel
- III – Les enjeux de la cybersécurité
- IV – La cybersécurité au sein des entreprises
- V – Les différentes formes de cybercriminalité
- VI – Études de cas

[JEIH35] JEU D'ENTREPRISE, IDÉATHON OU HACKATHON **(2 ECTS)**

Responsable de l'UE : DFP FISE

Langue d'enseignement : Français

Prérequis : Aucun

Objectifs :

Module 1 [Serious game](#)

Module 2 [Idéathon ou hackathon](#)

[SEGA35] SERIOUS GAME

Responsable du module : ABDELLAOUI Mohamed

Objectifs : À la fin de cet enseignement, les étudiants sont capables :

- D'appréhender l'impact des principales décisions de gestion sur la performance de l'entreprise (en particulier en termes de part de marché et de rentabilité)
- De mesurer l'impact de l'introduction de nouvelles technologies, par un processus essai/erreur qui offre des options multiples
- D'élaborer un plan stratégique pour le lancement de nouveaux services.

Cette simulation permet également d'améliorer les méthodes de travail en groupe.

[IDHA35] IDÉATHON OU HACKATHON

Responsable du module : KHIDER Nassim

Objectifs : Les apprenants sont invités à réfléchir pendant deux journées pour esquisser une solution innovante à un cas concret, inspiré par un partenaire de l'entreprise ou de l'industrie.

SEMESTRE 6

Contenu

[MOOC36] MOOC	180
[MOOC35] MOOC 5	180
[RDEV36] Projet recherche et développement	181
[RDEV36] Projet recherche et développement	182

Responsable de l'UE : SZAFRANSKI Marie

Langue d'enseignement : Français

Prérequis : Aucun

Objectifs :

Les MOOC (Massive Online Open Courses – Cours en Ligne Ouverts et Massifs) constituent un mode d'apprentissage nouveau de connaissances et de compétences techniques, scientifiques. Les objectifs sont multiples :

- découvrir et apprendre à utiliser ces moyens d'auto-formation, dont l'usage est massif, voire attendue, en particulier dans les métiers du numérique ;
- permettre l'apprentissage de compétences techniques, scientifiques, entrepreneuriales avancées, en cohérence avec un projet personnel et professionnel.

Compétences :

- Être capable de s'exprimer à l'oral dans un environnement de travail en langue étrangère. (2 - Maîtrise)
- Présenter à l'oral les résultats d'un travail réalisé dans le cadre professionnel. (2 - Maîtrise)
- Être capable de s'exprimer à l'écrit dans un environnement de travail en langue étrangère. (2 - Maîtrise)
- Produire un support de communication. (2 - Maîtrise)
- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (2 - Maîtrise)
- Optimiser les ressources et les délais du projet. (2 - Maîtrise)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (2 - Maîtrise)
- Savoir utiliser une large variété d'outils complexes. (2 - Maîtrise)

Responsable de l'UE : MOUGEOT Mathilde

Langue d'enseignement : Français

Prérequis :

Les UE [MERR23](#) ou [MALE23](#) sont un plus.

Effectif max : 15

Objectifs :

Initiation à des travaux de recherches et développement pour une répondre à un besoin industriel.

Mise en place d'une preuve de concept.

Compétences :

- Connaitre le monde professionnel afin de communiquer au mieux avec des spécialistes comme avec des non-spécialistes. (1 - Intermédiaire)
- Se mettre en valeur, s'autoévaluer, et optimiser ses capacités interpersonnelles en situation professionnelle. (1 - Intermédiaire)
- Présenter à l'oral les résultats d'un travail réalisé dans le cadre professionnel. (1 - Intermédiaire)
- Être capable de s'exprimer à l'écrit dans un environnement de travail en langue étrangère. (1 - Intermédiaire)
- Produire un support de communication. (2 - Maîtrise)
- Rédiger l'information produite (études, synthèses, rapports, documents techniques, bulletins, ...). (1 - Intermédiaire)
- Analyser un programme / algorithme et repérer des améliorations à un projet. (1 - Intermédiaire)
- Résoudre des problèmes techniques dans le cadre de travaux pratiques. (1 - Intermédiaire)
- Développer des solutions techniques appropriées à une demande donnée, optimiser et maintenir des performances. (1 - Intermédiaire)
- Programmer dans un langage informatique sous contrôle d'une demande précise. (1 - Intermédiaire)
- Réaliser, tester et valider un prototype. (1 - Intermédiaire)
- Respecter des procédures et processus définis localement (dans le cadre d'un projet, d'une entreprise...). (1 - Intermédiaire)
- Réaliser une étude quantitative et mettre en place des outils d'aide à la décision. (1 - Intermédiaire)
- Participer au circuit des informations dans une structure. (1 - Intermédiaire)
- Travailler en équipe et s'y intégrer. (1 - Intermédiaire)
- Optimiser les ressources et les délais du projet. (1 - Intermédiaire)
- Analyser les besoins d'un client ou d'un projet. (1 - Intermédiaire)
- Traiter et analyser l'information (collecter, classer, mettre à jour, utiliser des données massives). (1 - Intermédiaire)
- Challenger les modèles connus pour approcher le besoin. (1 - Intermédiaire)

- Développer de nouveaux savoirs et de nouvelles procédures (1 - Intermédiaire)
- Faire un état de l'art et comprendre des articles scientifiques. (1 - Intermédiaire)
- Intégrer les savoirs de différents domaines. (1 - Intermédiaire)
- Mettre en place des modèles et méthodes d'implémentation. (1 - Intermédiaire)
- Résoudre des problèmes en matière de recherche et/ou d'innovation. (1 - Intermédiaire)
- Appliquer des concepts mathématiques ou informatiques de base et des langages de programmation de référence. (2 - Maîtrise)
- Être apte à mobiliser des connaissances théoriques et techniques pointues. (2 - Maîtrise)
- Répondre à des demandes d'utilisateurs en interagissant avec eux et en mobilisant ses connaissances. (2 - Maîtrise)
- Analyser et prédire le comportement d'agents dans un environnement économique, technique et social donné, ainsi que leurs interactions. (1 - Intermédiaire)
- Choisir le meilleur outil pour répondre à un problème donné. (1 - Intermédiaire)

[RDEV36] PROJET RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

INDEX

Semestre 1, [3–4](#)
Semestre 2, [14–15](#)
Semestre 3, [27–29](#)
Semestre 4, [66–69](#)
Semestre 5, [128–131](#)
Semestre 6, [179–180](#)

