

Année universitaire 2024/2025

Informatique et mathématiques pour la décision et les données - 3e année de Licence

Crédits ECTS : 60

LES OBJECTIFS DE LA FORMATION

Cette formation a pour but de donner aux étudiants une formation solide en informatique en associant des enseignements liés à aux mathématiques, à l'économie et à la gestion des outils théoriques. Le parcours Informatique et Mathématiques pour la Décision et les Données vise à former les étudiants aux métiers de l'informatique pour le traitement des données et la recherche opérationnelle.

Les objectifs de la formation :

- Prendre connaissance sur l'algorithmique, programmation (Python, Java, C), bases de données, réseaux et de nombreux outils informatiques (PHP, HTML, Excel)
- Acquérir des compétences poussées en optimisation et en décision
- Être en capacité de modéliser en économie et en finance
- Acquérir une culture générale économique et financière utile tant pour l'avenir professionnel des étudiants que pour leur permettre de comprendre les grands enjeux et débats de l'économie en tant que citoyen
- Savoir travailler en anglais (cours d'anglais chaque semestre)
- Savoir travailler en groupe (projets)
- Améliorer son expression écrite et orale (cours de technique d'expression, exposés et soutenance de projets)
- Analyser les systèmes complexes, de traiter des données de tout type, ainsi que les compétences dans le domaine de la gestion des entreprises.

PRÉ-REQUIS OBLIGATOIRES

- Admission de droit pour les étudiants ayant validé la 2e année de Licence Mathématiques-Informatique
- Titulaires d'un diplôme BAC+2 (120 crédits ECTS) ou équivalent (DUT, BTS) à Dauphine, d'une université ou d'un autre établissement de l'enseignement supérieur français ou européen dans les domaines suivant : sciences, informatique
- Étudiants issus de classes préparatoires scientifiques ou commerciales

POURSUITE D'ÉTUDES

Après la Licence Informatique des Organisations, vers quels Masters s'orienter à l'Université Paris Dauphine-PSL ?

Après la 3e année de Licence Informatique des Organisations, validée par un Bac+3, les étudiantes et les étudiants peuvent choisir entre plusieurs Master 1 en formation initiale ou en alternance. C'est également à ce moment qu'ils pourront décider d'effectuer un Master professionnalisant ou un Master recherche.

La formation se poursuit naturellement par le Master Informatique de l'Université Paris Dauphine-PSL. Le parcours Informatique et Mathématiques pour la Décision et les Données prépare au parcours Informatique Décision et Données de la 1re année de Master Informatique.

Le choix du Master joue un rôle majeur dans le cursus des étudiantes et des étudiants. Il détermine plus précisément l'orientation professionnelle et les carrières accessibles à la sortie. En Master 2, les étudiants auront également la possibilité de choisir entre plusieurs spécialisations.

PROGRAMME DE LA FORMATION

- Semestre 5
 - UE Obligatoires 5
 - Java-Objet
 - Bases de données relationnelles
 - Introduction to logic
 - Fondements du Machine Learning
 - Algorithmes dans les graphes
 - Automates, langages et compilation
 - Statistical modelling
 - Anglais 5
- Semestre 6
 - UE Obligatoires 6
 - Systèmes d'exploitation
 - Critical thinking
 - Réseaux : infrastructures
 - Programmation linéaire
 - Données semi-structurées
 - Fondements mathématiques pour l'aide à la décision
 - Introduction à l'intelligence artificielle symbolique
 - Projet analyse de données
 - Calcul différentiel et optimisation numérique
 - Anglais 6
 - Systèmes d'exploitation
 - Critical thinking
 - Réseaux : infrastructures
 - Programmation linéaire
 - Données semi-structurées
 - Fondements mathématiques pour l'aide à la décision
 - Introduction à l'intelligence artificielle symbolique
 - Projet analyse de données
 - Calcul différentiel et optimisation numérique
 - Anglais 6
- Semestre Annuel
 - UE Optionnelles 6
 - Sport
 - Sport

DESCRIPTION DE CHAQUE ENSEIGNEMENT

Algorithmes dans les graphes

ECTS : 4

Volume horaire : 36

Description du contenu de l'enseignement :

Introduction à la théorie des graphes.

Étude et résolution des problèmes suivants :

Connexité dans un graphe, connexité forte

Plus court chemin (algorithmes de Bellman, de Dijkstra, de Ford et de Floyd), ordonnancement (Méthodes potentiel-tâches).

Structures d'arbres, arbre couvrant de poids minimum (algorithmes de Prim et de Kruskal)

Flot maximum (algorithme de Ford-Fulkerson).

Compétence à acquérir :

Fournir les concepts de base concernant les graphes. Souligner l'apport des graphes en informatique en tant qu'outil de modélisation. Présenter certains algorithmes fondamentaux.

Anglais 5

ECTS : 2

Volume horaire : 19.5

Description du contenu de l'enseignement :

Groupes de niveau permettant de décliner compréhension et expression écrite (lettres de motivation, CV, mémos, rapports, synthèses) et compréhension et expression orale (vidéos, public speaking, présentations, entretiens, réunions). Acquisition des outils de connaissances nécessaires dans le domaine de l'anglais professionnel (communication, expression, compréhension et expression écrite). Initiation à l'anglais des affaires et à l'anglais de l'informatique.

Compétence à acquérir :

Faire acquérir aux étudiants des connaissances linguistiques spécialisées leur permettant de fonctionner efficacement dans leur futur contexte professionnel. Une expérience pilote déjà menée sur le Portfolio Européen des Langues (Cercles version for Higher Education, approuvée par le conseil de l'Europe) est susceptible d'être élargie. Parcours et progressions différenciées par semestre selon les niveaux, utilisation large des ressources vidéo, laboratoire de langues, et NTICE du centre de ressources en langues (Utilisation de logiciels intégrée au cours et proposés en auto-formation). Précision : les étudiants passent le test du TOEIC en M1.

Anglais 6

ECTS : 2

Volume horaire : 19.5

Description du contenu de l'enseignement :

Nous continuons avec l'expression orale et écrite et préparons l'examen TOEIC Bridge qui permet de revoir et maîtriser des bases de grammaire ainsi que d'approfondir un vocabulaire plus général. (L'année prochaine tous les M1 prépareront le TOEIC - cette activité permet donc un premier contact avec cet examen qui fait référence concernant les compétences en anglais). Les étudiants travaillent en demi-groupes de niveau, ce qui permet une participation active de tous.

Compétence à acquérir :

Maîtriser les structures grammaticales (Intermediate Level) ; acquérir le vocabulaire de base de l'anglais des affaires ; communiquer dans un cadre professionnel.

Automates, langages et compilation

ECTS : 5

Volume horaire : 51

Description du contenu de l'enseignement :

Langages et automates : alphabets, mots, langages, automates déterministes et non-déterministes, lemme de pompage, exemples

Expressions : expressions régulières, équivalence entre expressions régulières et langages d'automates

Analyse lexicale

Grammaires : langages non rationnels, grammaires régulières, algorithme de reconnaissance CYK.

Automates à pile : automates à pile, langages non-algébriques

Analyse syntaxique

Exemple de grammaires XML

Introduction à la compilation

Hiérarchie de Chomsky, Machines de Turing, introduction à la calculabilité

Applications avec Flex/Bison

Compétence à acquérir :

Définir la notion de langage formel et introduire les méthodes permettant de spécifier les langages : description à travers des expressions, reconnaissance par des automates et génération par des grammaires formelles.

Mise en pratique par un projet sur machine.

Bases de données relationnelles

ECTS : 5

Volume horaire : 48

Description du contenu de l'enseignement :

L'objectif de cet enseignement est de former les étudiants à la création et à la manipulation des bases de données relationnelles.

Au cours de cette unité d'enseignement, les étudiants vont apprendre à définir un schéma de base de données relationnelle à partir d'un modèle de données entité/association et/ou UML, à interroger et manipuler les données de la base en SQL (pour la manipulation de données, la définition de schéma du langage et la définition de déclencheurs), et à vérifier la cohérence des données et les propriétés d'un schéma de base de données.

Chaque partie du cours fait l'objet d'un cours magistral et d'une séance de TD.

Deux séances de TP permettront de mettre en pratique les connaissances acquises au cours de cet enseignement en utilisant un SGBD du marché.

Les étudiants auront également un TP noté, à réaliser en fin de module, mettant en œuvre sur un SGBD relationnel toutes les notions abordées en cours.

Compétence à acquérir :

- Connaissances théoriques et pratique du modèle relationnel (dépendances fonctionnelles, formes normales, création d'une base de données relationnelles en SQL).
- Langages d'interrogation de données relationnelles (Algèbre Relationnelle, Calcul Relationnel à Variables Nuplets, SQL).

Mode de contrôle des connaissances :

Examen Partiel (20%), TP Noté (10%) et Examen Final (70%)

Bibliographie, lectures recommandées :

- J-L. Hainaut Bases de données - Concepts, utilisation et développement - 5e éd., InfoSup, Dunod, 2022, ISBN : 978-2100784608
- A. Silberschatz, H.F. Korth et S. Sudarshan, *Database System Concepts*, McGraw-Hill, 7ème édition, 2019, ISBN: 978-0073523323

Calcul différentiel et optimisation numérique

ECTS : 5

Volume horaire : 49.5

Critical thinking

ECTS : 1

Volume horaire : 15

Description du contenu de l'enseignement :

Raisonnement fallacieux

Rhétorique

Persuasion argumentative

Qu'est-ce qu'une preuve ?

Effet de probabilités inversés

Utilisation des graphiques mathématiques

Compétence à acquérir :

Donner, dans le contexte de l'informatique, des outils pour le développement de l'esprit critique, apprendre à interpréter correctement des informations et des données et détecter les tentatives de manipulation rhétorique.

Données semi-structurées

ECTS : 3

Volume horaire : 45

Description du contenu de l'enseignement :

1. XML : Présentation de la norme XML et de ses principaux langages de manipulation (XPath, XSLT, XQuery) et de programmation (DOM, SAX).
2. JSON : Définition des données en JSON, validation d'un document JSON, langages de requêtes pour JSON et différences avec XML et passage du XML au JSON.
3. RDF : Modèle de données RDF, langage de description des vocabulaires RDF (RDFS) et langage de représentation des ontologies (OWL), interrogation de données RDF (SPARQL) et différences et liens avec XML (syntaxe RDF/XML) et JSON (JSON-LD).

Compétence à acquérir :

Former les étudiants aux normes du World Wide Web Consortium (W3C) pour modéliser et manipuler les données semi-structurées : XML (Extensible Markup Language) et JSON (JavaScript Object Notation) qui permettent de représenter des données textuelles (documents) ayant une structure potentiellement irrégulière, et RDF (Resource Description Framework) qui permet de décrire les ressources du Web sous la forme de graphe en les enrichissant avec de l'information sémantique. L'objectif du cours est d'apprendre aux étudiants comment représenter les données avec ces différentes normes, comment valider la représentation des données, ainsi que les transformer et les interroger. Chaque partie du cours fera l'objet d'un cours magistral et de plusieurs séances de TP.

Fondements du Machine Learning

ECTS : 3**Description du contenu de l'enseignement :**

Dans ce cours, on s'intéresse à des techniques visant à extraire de l'information d'un jeu de données via l'obtention de modèles linéaires des relations entre les données. Ce choix se justifie par la pertinence et l'efficacité de ces modèles simples dans la pratique. On considèrera que l'on dispose de données pour lesquelles cette extraction d'information est pertinente. A cette fin, les données seront généralement pensées comme des réalisations de variables aléatoires. On présentera ainsi un ensemble de résultats et d'algorithmes mêlant des éléments d'algèbre linéaire, d'optimisation et de statistiques.

Durant le cours, on abordera la décomposition en valeurs singulières en tant qu'outil fondamental, ainsi que son utilisation dans les moindres carrés linéaires et l'analyse en composantes principales. On se penchera longuement sur les modèles de régression linéaires, et leur interprétation via les moindres carrés et l'estimation statistique. On illustrera enfin les résultats théoriques via des applications caractéristiques de l'analyse de données.

Compétence à acquérir :

Connaître et manipuler les techniques d'analyse de données liées à des modèles linéaires.

Bibliographie, lectures recommandées :

- S. Boyd and L. Vandenberghe. *Introduction to Applied Linear Algebra - Vectors, Matrices and Least Squares*. Cambridge University Press, 2018.
- G. Strang, *Linear algebra and learning from data*. Wellesley-Cambridge Press, 2019.

Fondements mathématiques pour l'aide à la décision

ECTS : 3**Volume horaire : 30****Description du contenu de l'enseignement :**

- Mesurage ordinal: relations binaires, structures ordinales, préférences.
- Théorèmes de représentation et d'unicité pour le mesurage ordinal et le mesurage extensif.
- Utilité additive, et opérateurs d'agrégation (somme pondérée, somme pondérée ordonnée,...).
- Une introduction aux procédures d'élicitation.
- Réflexions sur les indicateurs (indice de développement humain, indice de réparabilité,...).
- Introduction à la prise de décision dans l'incertain, à la prise de décision multicritère, et à la prise de décision collective.

Compétence à acquérir :

Le cours présente les concepts mathématiques nécessaires aux modèles formels de l'Aide à la Décision (décision dans

l'incertain, décision collective, décision multicritère, analyse de données, ...).

Mode de contrôle des connaissances :

L'UE est évaluée à l'aide d'un examen sur table et d'un projet à réaliser en binôme.

Introduction to logic

ECTS : 3

Volume horaire : 30

Description du contenu de l'enseignement :

- Valid and sound arguments
- Represent information in symbolic forms (propositional and predicate logic)
- Propositional logic:
 - syntax and semantics
 - truth tables
 - axiomatic proof
 - tableaux
 - derivations
 - SAT
- Predicate logic:
 - syntax and semantics
 - axiomatic proof
 - tableaux

Compétence à acquérir :

This course provides an introduction to formal logic. You will develop an understanding of symbolic logic and of different proof techniques.

No prerequisite is required.

Introduction à l'intelligence artificielle symbolique

ECTS : 3

Volume horaire : 30

Description du contenu de l'enseignement :

Utilisation de systèmes de règles pour des problèmes de gestion et d'aide à la décision (représentation des règles métier de l'entreprise et du raisonnement afférent). Principe de résolution. Notion de faits, clauses du premier ordre et d'unification. Chaînage avant, chaînage arrière, chaînage mixte. Introduction au langage Prolog. Utilisation du backtrack. Notion de listes. Programmation récursive.

Compétence à acquérir :

Ce cours, qui vient après le cours de logique classique, en utilise les fondements pour présenter les différents types de raisonnement ; le but est de montrer le principe de la déduction logique sur les connaissances, de modéliser des problèmes de décision sous forme de règles d'inférence.

Java-Objet

ECTS : 4

Volume horaire : 39

Description du contenu de l'enseignement :

Découpe d'un programme en fonctionnalités réutilisables, maîtrise des concepts de la programmation orientée objet : classes, interfaces, encapsulation, design patterns. Programmation efficace, programmes clairs et élégants : exceptions, généricité, collections, programmation par contrat, Javadoc, tests JUnit.

Quelques outils de développement du programmeur professionnel moderne seront abordés et exploités : eclipse, git pour la collaboration au sein d'une équipe.

Compétence à acquérir :

Les étudiantes et étudiants apprendront à implémenter, en Java, des programmes d'une certaine envergure, qui requièrent l'assemblage de plusieurs fonctionnalités. Ceci se fera grâce aux techniques de la programmation orientée objet. Ils et elles apprendront à découper les besoins en classes et objets de façon à maîtriser la complexité des programmes non triviaux. Ils apprendront à réutiliser les fonctions déjà programmées par d'autres, et à fournir à leur tour des modules réutilisables. Ils pourront appliquer les bonnes pratiques de programmation, telle que la programmation par contrat, pour créer des programmes clairs, qui peuvent être maintenus et réutilisés.

Mode de contrôle des connaissances :

L'UE sera évaluée à l'aide d'un examen écrit sur table et d'un projet informatique à réaliser en binôme.

Programmation linéaire

ECTS : 4

Volume horaire : 36

Description du contenu de l'enseignement :

Modélisation en termes de programmes linéaires, aspects géométriques.

Méthode graphique.

Algorithme du simplexe (méthode par pivot de Gauss (méthode du tableau) et méthode par substitution (dictionnaire).

Introduction à la dualité : définitions et interprétation du problème dual, utilisation des théorèmes faible et fort de la dualité, et théorème des écarts complémentaires.

Utilisation d'un solveur (AMPL, Cplex, GLPK...)

Compétence à acquérir :

Initier les étudiants à la modélisation à l'aide de la programmation linéaire et les former pour la résolution des programmes linéaires.

Projet analyse de données

ECTS : 2

Volume horaire : 24

Description du contenu de l'enseignement :

Réalisation d'un projet

Compétence à acquérir :

Mettre en pratique les notions de probabilités et statistiques vues au premier semestre à travers un projet précis.

Réseaux : infrastructures

ECTS : 3

Volume horaire : 30

Description du contenu de l'enseignement :

1. Introduction

- Différents types de réseaux

- Modèle OSI

2. Couche physique

- Introduction à la théorie du signal

- Supports de transmission

- Modulation numérique et multiplexage

- Exemple des systèmes de téléphonie mobile

3. Couche liaison de données

- Trames

- Contrôle d'erreur

4. Sous-couche MAC

- Protocole de gestion d'accès

- Exemple d'Ethernet et des LAN sans fil (WiFi)

5. Couche réseau

- Algorithmes de routage

Routage par vecteur de distances
Routage par information d'état de lien
- Internet et IP
IPv4
Masque et sous-réseau
Protocoles de routage : OSPF et BGP

Compétence à acquérir :

Le cours porte sur les protocoles réseaux utilisés dans les couches basses du modèle OSI.

Sport

ECTS : 4

Statistical modelling

ECTS : 6

Volume horaire : 49.5

Description du contenu de l'enseignement :

- Statistics, the what and why
- Probabilistic models for statistics
- Glivenko-Cantelli theorem, Monte Carlo principles, and the bootstrap
- Likelihood function, statistical information, and likelihood inference
- Bayesian inference

Compétence à acquérir :

This course is the first part of the two L3 statistics courses. It covers the fundamentals of parametric statistics, both from mathematical and methodological points of view, with some forays into computational statistics. The main theme is that modelling is an inherent part of the statistical practice, rather than an antecedent to the statistical step. Data may be a given, while models almost never are. This means one should keep a critical eye about models and develop critical tools to assess their adequation. Including, first and foremost, an assessment by simulation (Monte Carlo) methods. The course is entirely in English, except for the partial and final exams. Some practicals (TP) will be included, covering R language programming and applications to the bootstrap and Monte Carlo methodologies.

Mode de contrôle des connaissances :

Mid-term exam and final exam, potentially completed by quizzes and projects along the semester

Bibliographie, lectures recommandées :

Casella and Berger (1989) Statistical Inference. Duxbury.

Systèmes d'exploitation

ECTS : 4

Volume horaire : 36

Description du contenu de l'enseignement :

Ce cours étudie le système d'exploitation UNIX en général et la programmation système en particulier. Le système d'exploitation est le premier programma exécuté lors de la mise en marche d'un ordinateur. Il contrôle l'exécution de tous les programmes d'applications et soustrait le matériel au regard de l'utilisateur. Il est donc important de l'analyser pour comprendre comment fonctionne un ordinateur.

Nous choisissons de baser notre études sur UNIX parce qu'il est le plus utilisé sur Internet par les équipements réseaux (routeurs, serveurs web ou serveurs DNS). De plus, il est gratuit et son code est libre et accessible (open source).

Les grandes parties de ce cours sont les suivantes:

(1) Introduction au langage de programmation C ;

(2) Vue générale d'un système d'exploitation;

- (3) Système de gestion de fichiers UNIX ;
- (4) Généralités sur les processus et ordonnancement ;
- (5) Gestion des processus sous UNIX ;
- (6) Communication inter-processus par tubes et notion de mémoire partagée ;
- (7) Communication inter-processus par signaux.

Le chapitre (1) donne les éléments du langage C nécessaires pour aborder la programmation système.

Le chapitre (2) rappelle l'histoire des systèmes d'exploitation et décrit leur structure générale.

Le chapitre (3) décrit le système de gestion de fichiers qui est l'un des éléments de base du système d'exploitation, et insiste sur celui d'UNIX.

Le chapitre (4) aborde de manière plus détaillée les processus et leur ordonnancement.

Le chapitre (5) insiste sur la gestion des processus dans le système UNIX.

Les chapitres (6) et (7) abordent la communication entre processus, en particulier la communication à travers des tubes et par signaux.

Le cours est organisé en cours magistraux et séances de travaux dirigés et/ou travaux pratiques. A chaque chapitre est associée une série d'exercices et de problèmes pour amener les étudiants à mieux assimiler les différentes notions abordées en cours.

Compétence à acquérir :

Comprendre les différentes tâches d'un système d'exploitation : faire l'interface entre l'utilisateur et la machine, gestion des processus (ordonnancement, communication), gestion des ressources (exclusion mutuelle), gestion des fichiers (organisation du disque) et de la mémoire (mémoire virtuelle).

Comprendre le lien entre systèmes d'exploitation et développement : appels système, compilation, bibliothèques...