

Année universitaire 2024/2025

Informatique, Décision, Données - 1re année de Master

Crédits ECTS : 60

LES OBJECTIFS DE LA FORMATION

Le parcours Informatique, Décision et Données met l'accent sur les aspects fondamentaux de l'informatique, sur les mathématiques discrètes, les sciences des données, la recherche opérationnelle et l'aide à la décision. Cette première année commune pour les étudiants souhaitant s'orienter vers les 2e année de Master suivantes : Modélisation, Optimisation, Décision et Organisation (MODO) ; Intelligence Artificielle et Sciences des Données (IASD). Tous les cours seront dispensés en anglais si au moins un des étudiants est anglophone.

Les objectifs de la formation :

- Assimiler la modélisation de systèmes et de situations pour l'aide à la décision dans les organisations
- Utiliser, adapter les méthodes de résolution
- Analyser et exploiter des résultats
- Utiliser le déploiement d'outils dans les organisations

PRÉ-REQUIS OBLIGATOIRES

- Titulaires d'un diplôme BAC+3 (180 crédits ECTS) ou équivalent à Dauphine, d'une université, d'une école de commerce, d'ingénieurs ou d'un autre établissement de l'enseignement supérieur dans les domaines suivants : informatique, mathématiques, gestion ou économie (avec options recherche opérationnelle ou techniques quantitatives ou informatique)

POURSUITE D'ÉTUDES

Après la 1re année de Master Informatique, les étudiantes et les étudiants peuvent choisir entre plusieurs M2, en formation initiale ou en alternance. Avant d'intégrer un M2, ils peuvent réaliser une année de césure si leur cursus le permet, afin de développer une expérience professionnelle en France ou à l'étranger.

En 2e année de Master les étudiantes et les étudiants choisissent une spécialisation afin de préciser leur domaine de compétences et se professionnaliser. Ils bénéficieront d'enseignements de haut niveau dispensés par des enseignants-chercheurs de Dauphine et d'intervenants extérieurs issus du monde de l'entreprise.

A l'issue de la 1re année de Master parcours Informatiques Décision et Données, les étudiants et les étudiantes peuvent exceptionnellement se diriger vers ces trois spécialisations : MIAGE Informatique Décisionnelle (MIAGE-ID), MIAGE Système d'Information et Transformation Numérique (MIAGE-SITN) et MIAGE Informatique pour la Finance (MIAGE-IF). Cette première année conduit également aux trois parcours de 2ème année de Master recherche : Modélisation, Optimisation, Décision et Organisation (MODO), co-habilité avec l'École des Mines), Intelligence Artificielle et Sciences des Données, co-habilités INA P-G), Master Parisien de Recherche en Informatique (MPRI).

Enfin, l'université aide les étudiantes et les étudiants, à se préparer à l'entrée sur le marché du travail au travers de nombreux projets professionnels ou dispositifs de stage. Les jeunes diplômés de Dauphine bénéficient ainsi d'un taux d'insertion professionnelle très élevé.

PROGRAMME DE LA FORMATION

- Semestre 1
 - UE Obligatoires
 - Algorithmic and advanced programming
 - Anglais 1
 - Artificial Intelligence
 - Graph theory
 - Mathematics for data science
 - UE Complémentaires
 - Décision collective, décision multicritère
 - Système et algorithmes répartis
 - Game theory
 - Programmation Objet avancée
 - Computational Methods in Optimization
- Semestre 2
 - UE Obligatoires
 - Combinatorial optimization
 - Computer ethics & data protection
 - Data base management system
 - Anglais 2
 - Machine Learning
 - UE Complémentaires
 - Logistique et gestion de production
 - Décision dans l'incertain
 - Logic theory
 - ML Project/Data science
 - Bloc stage
 - Stage

DESCRIPTION DE CHAQUE ENSEIGNEMENT

Algorithmic and advanced programming

ECTS : 5

Description du contenu de l'enseignement :

Explore advanced algorithmic design in the intensive course, Algorithms and Advanced Programming. Participants delve into cutting-edge concepts, optimization strategies, and intricate problem-solving methods, fostering a deep understanding of complex computational challenges. The program aims to equip individuals with the skills necessary to navigate the dynamic landscape of algorithmic innovation, making it a valuable experience for those seeking mastery in advanced computer science. Here is a possible list of contents, which might change according to the current trends or the lecturer's inclinations.

- Greedy Algorithms and Matroids
- Dynamic Programming
- Graph Algorithms I: Efficient Problem Solving
- Graph Algorithms II: Complex Problem Challenges
- Computational Geometry
- Stable Marriage
- Introduction to Integer Programming

Compétence à acquérir :

Develop proficiency in designing and implementing advanced algorithms

Mode de contrôle des connaissances :

- A programming project during the semester
- A final exam on paper

Bibliographie, lectures recommandées :

- Introduction to Algorithms, third edition, Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, and Clifford Stein. MIT Press.
- Combinatorial Optimization, William Cook, William Cunningham, William Pulleyblank, Alexander Schrijver. Wiley.

Anglais 1

ECTS : 2

Description du contenu de l'enseignement :

Expression orale / écrite : anglais des affaires, faire un compte rendu oral en public, rédiger des lettres, rapports, résumés de conférences, et participer à des réunions

Préparation au TOEIC : Test of English for International Communication

Traduction économique : Familiariser les étudiants avec la terminologie économique à partir de thèmes d'actualité. Travail en laboratoire et/ou en salle audiovisuelle à partir de documents authentiques.

Compétence à acquérir :

Fournir aux étudiants les outils linguistiques nécessaires pour fonctionner efficacement dans l'entreprise et avec leurs partenaires européens.

Anglais 2

ECTS : 2

Description du contenu de l'enseignement :

Fournir aux étudiants les outils linguistiques nécessaires pour fonctionner efficacement dans l'entreprise et avec leurs partenaires européens.

Expression orale / écrite : anglais des affaires, faire un compte rendu oral en public, rédiger, lettres, rapports, résumé de conférences, réunions.

Préparation au TOEIC : Test of English for International Communication.

Traduction économique : Familiariser les étudiants avec la terminologie économique à partir de thèmes d'actualité. Travail en laboratoire et/ou en salle audiovisuelle à partir de documents authentiques.

Compétence à acquérir :

?Fournir aux étudiants les outils linguistiques nécessaires pour fonctionner efficacement dans l'entreprise et avec leurs partenaires européens.

Artificial Intelligence

ECTS : 3

Description du contenu de l'enseignement :

Volume horaire :

CM : 18h

TD : 18h

Ce cours est une introduction à l'intelligence artificielle. Son but est d'introduire un large spectre de techniques.

- Recherche dans des graphes d'états (recherche non-informée et recherche informée avec A*)
- Recherche locale
- Recherche contingente et avec observations partielles
- Problème de satisfaction de contraintes (CSP)
- Jeux (minimax et élagage alpha-beta)
- Planification
- IA et décision

Compétence à acquérir :

Compétences de base en intelligence artificielle

Bibliographie, lectures recommandées :

Combinatorial optimization

ECTS : 5

Description du contenu de l'enseignement :

Volume horaire :

CM : 18h

TD : 18h

TP : 3h

This course studies solving optimisation problems using combinatorial methods. We will roughly follow the online textbook of Alexander Schrijver entitled "A course in Combinatorial Optimisation". We start the course with the introduction of polyhedra and polytopes, Farkas' Lemma and LP duality. Next we will study matching algorithms in bipartite graphs, general graphs as well as discuss weighted matchings and the matching polytope. Following this we will study aspects of Mengers' theorem and its relation to flows. Next we will study algorithmic complexity, focusing mostly on the notion of NP-completeness and proving NP-completeness results. Finally, we will look at colorings, independent sets, posets and their role in optimisation problems. Time permitting, we will move into integer programming and totally unimodular matrices.

Compétence à acquérir :

Theoretical foundation of Linear Programming, Algorithmic Techniques, Applications

Bibliographie, lectures recommandées :

Reference text: Alexander Schrijver, "A course in Combinatorial Optimisation" available at <https://homepages.cwi.nl/~lex/files/dict.pdf>

Computational Methods in Optimization

ECTS : 5

Description du contenu de l'enseignement :

Optimization is a powerful mathematical paradigm to model real-world problems. Convex formulations are the preferred optimization model, since the associated problems can be solved efficiently. This course will focus on efficient algorithms for solving convex optimization problems that arise in numerous areas, and particularly in data science. The major part of the course will dive into interior-point methods, that form the main paradigm used in state-of-the-art solvers. We will cover the key theoretical guarantees of these methods, as well as their implementation details. Other convex programming algorithms will be presented through numerical sessions, with a focus on conic and semidefinite formulations arising in data science and discrete mathematics.

Compétence à acquérir :

- Formulate or reformulate a problem into one of the main classes of convex optimization problems.
- Understand the main properties of interior-point methods for such convex problems.
- Adapt a basic interior-point framework to a specific problem.

Bibliographie, lectures recommandées :

G. C. Calafiore and L. El Ghaoui, Optimization models (2014)

H. Wolkowicz, R. Saigal, L. Vandenberghe (eds), Handbook of Semidefinite Programming (2000)

S. J. Wright, Primal-dual interior point methods (1996)

Computer ethics & data protection

ECTS : 1

Description du contenu de l'enseignement :

- Validité des données et pièges statistiques
- Propriété des données
- Les systèmes de régulation de la protection des données
- Les textes applicables dans l'Union européenne et en France : les grands principes et définitions juridiques de la protection des données à caractère personnel
- Nudge theory

- Conséquences sur la société (privacy, surveillance, 'ossification'...)

Compétence à acquérir :

Objectif de ce cours est de sensibiliser les étudiants au regard de techniques de manipulation et d'introduire à la problématique de la protection et traitement des données et à ses conséquences sur les individus.

Data base management system

ECTS : 5

Description du contenu de l'enseignement :

Volume horaire :

CM : 18h

TD : 12h

TP : 6h

Nous sommes inondés de données, qu'il s'agisse de données sur le Web, de données collectées à partir de différents silos des entreprises, ou de données traités par des laboratoires scientifiques (par exemple dans le cadre de la bio-informatique, les sciences de la Terre, la sociologie, l'économétrie, etc.). Une partie importante de ces données sont structurées et la manière dont nous y accédons, les gérons et les traitons a un impact considérable sur les performances et la fiabilité des applications manipulant les bases de données. La connaissance du modèle d'entités-associations, du modèle relationnelle, de l'algèbre relationnelle et du langage de requête SQL n'est en aucun cas suffisante pour garantir des performances raisonnables et la fiabilité de telles applications.

L'objectif de ce cours est donc de couvrir les techniques internes des systèmes de gestion de base de données (SGBD) qui sont responsables de l'optimisation de l'évaluation de requêtes SQL. Le cours présente premièrement l'architecture typique d'un SGBD relationnel, puis examine en détail les algorithmes et les structures de données utilisés pour implémenter les modules de cette architecture, y compris la gestion de la mémoire permanente, la gestion de la mémoire volatile, les structures de stockage, les méthodes d'accès, et l'optimisation de requête basée sur un modèle de coût d'exécution.

Le cours comprend un certain nombre d'exercices (TD) et d'exercices pratiques (TP) dans lesquels les étudiants auront l'occasion d'explorer et de mettre en œuvre les fonctionnalités de certains modules du SGBD.

Compétence à acquérir :

Couvrir les techniques internes des systèmes de gestion de base de données (SGBD) qui sont responsables de l'optimisation de l'évaluation de requêtes SQL.

Décision collective, décision multicritère

ECTS : 5

Description du contenu de l'enseignement :

Volume horaire :

CM : 18h

TD : 18h

Introduction au processus de décision
Introduction à la théorie du choix social
Procédures d'agrégation multicritères de type critère de synthèse
Procédures d'agrégation multicritères de type relation de surclassement,
Illustration des méthodes sur des cas réel

Compétence à acquérir :

Présenter les principales familles de méthodes d'agrégation multicritère existantes et mise en œuvre de telles méthodes dans des situations réelles de décision.

Décision dans l'incertain

ECTS : 5

Description du contenu de l'enseignement :

- * Complete uncertainty (non-probabilistic): definitions of decision in uncertainty, presentation of classical criteria for decision in uncertainty (MaxMin, Min Max Regret, Hurwicz, Laplace, etc.)
- * Sequential Decision (Probabilistic Uncertainty): EU Model, Decision Trees (Trees Containing Decision Nodes, Random Nodes, and Terminal Nodes), and solving these problems by dynamic programming
- * Introduction to non-EU, RDEU and CEU models.
- * Elicitation/Learning of decision-making models.
- * Markov Decision Process
- * Probability, independence, Bayes' rule
- * Reasoning in Bayesian Networks (Exact and Approximate Inferences)

-
- * Incertain complet (non probabiliste) : définitions de la décision dans l'incertain, présentation des critères classiques de décision dans l'incertain (MaxMin, Min Max Regret, Hurwicz, Laplace, etc.)
 - * Décision séquentielle (incertain probabiliste) : modèle EU, arbres de décision (arbres contenant des noeuds décision, noeuds hasard et noeuds terminaux), et la résolution de ces problèmes par programmation dynamique
 - * Introduction aux modèles non-EU, RDEU et CEU.
 - * Elicitation et apprentissages des modèles décisionnels
 - * Processus de Décision de Markovien
 - * Rappel probabilité, indépendance, règle de Bayes
 - * Raisonnement dans les Réseaux Bayésiens (inférences exactes et approchées)

Compétence à acquérir :

Introduce students to the main techniques of decision-making under uncertainty.

Présenter aux étudiantes et étudiants les techniques principales de la décision dans l'incertain.

Mode de contrôle des connaissances :

The course is evaluated by a written exam as well as a programming project.

Bibliographie, lectures recommandées :

- * von Neumann, John and Oskar Morgenstern, Theory of Games and Economic Behaviour, Princetown University Press, 1947.
- * Savage, Leonard J., The Foundations of Statistics, Dover, 1954.
- * Puppe, C., Distorted probabilities and choice under risk (Vol. 363). Springer Science & Business Media, 1991.
- * Barbera, S., Hammond, P.J., & Seidl, C. Editors, Handbook of Utility Theory: Volume 2: Extensions. Springer Science & Business Media, 1998.
- * Barbera, S., Hammond, P.J., & Seidl, C. Editors, Handbook of Utility Theory: Volume 1: Principles. Springer Science & Business Media, 1998.

Game theory

ECTS : 5

Description du contenu de l'enseignement :

Volume horaire :

CM : 18h

TD : 18h

We study some basic models and results on non-cooperative game theory. The course is divided in five parts:

1. Introduction to game theory: Notations and basic concepts
2. Zero-sum games: Mixed extension of finite games and their value
3. N-player games: Nash equilibrium, their existence and complexity
4. Potential games: Congestion games and price of anarchy
5. Repeated games: Uniform games and the Folk theorem

Compétence à acquérir :

The student will know the basic concepts on non-cooperative game theory.

Graph theory

ECTS : 2

Description du contenu de l'enseignement :

Volume horaire :

CM : 18h

TD : 18h

This class provides a presentation and study of some structures and graph problems which have important applications in practice.

We will start with basic notions (isomorphism, graph decomposition and special graphs), followed by paths, cycles, and trails, vertex degrees and counting (extremal problems, graphic sequences), directed graphs (orientations and tournaments). We will continue by studying matchings including Hall's theorem and the stable marriage theorem of Gale and Shapley. If time permits, we will also look at Tutte's theorem on perfect matchings. Next, we will look at connectedness and structure such as Menger's theorem. After this, we will consider planar graphs, looking at Kuratowski's characterization of planarity and Euler's formula. Finally, we will study in important notion in graph theory: graph coloring. We will look at Brooks' classical theorem, look at the Four Color Theorem and prove the 5-color theorem. Time permitting, at the end of the course we will look at Ramsey theory and/or the probabilistic method.

Compétence à acquérir :

See below.

Logic theory

ECTS : 5

Description du contenu de l'enseignement :

- Revision of fundamental concepts of classical logic (propositional and first-order logic)
- Soundness and completeness of propositional and first-order logic
- Decidability of propositional logic
- Undecidability of first-order logic
- Gödel's incompleteness theorems (no proofs)
- Formal verification by model-checking:
 - Linear-time Temporal Logic (LTL)
 - Computation Tree Logic (CTL)

Compétence à acquérir :

In the first part of the course, students will learn some key results in classical logic and logical metatheory.

The second part of the course will focus on formal verification to verify the correctness of computer systems concerning some specified behaviour.

Mode de contrôle des connaissances :

Written exam

Logistique et gestion de production

ECTS : 5

Description du contenu de l'enseignement :

Cet enseignement a pour objet de sensibiliser les étudiants du master M1 MIAGE à quelques grandes problématiques de gestion de la production.

Le programme de cette unité d'enseignement est organisé en deux parties :

Partie 1 : planification et gestion des stocks

- Introduction : cette première partie du programme vise à familiariser les étudiants avec les concepts fondamentaux de la

gestion de la production et de la chaîne logistique. Un tour d'horizon des principales problématiques traitées dans ce domaine sera proposé

- Gestion des stocks et des approvisionnements : la maîtrise des stocks est un enjeu stratégique pour les entreprises industrielles et de distribution. Les principales politiques de gestion des stocks appliquées aux demandes indépendantes seront abordées dans cette partie
- Planification industrielle : les processus de planification sont au cœur des décisions de pilotage des flux amont et aval dans les chaînes logistiques. La MRP, étudiés dans le cadre de cette partie du programme, reste la méthode de planification la plus diffusée dans le secteur industriel à travers les principaux ERP

Partie 2 : pilotage opérationnel des flux

Cette partie traite des problématiques d'ordonnancement de la production. Les principales configurations d'atelier, contraintes et objectifs d'ordonnancement seront abordées dans cette partie du cours qui introduira également les principes de modélisation et de résolution de certains problèmes standard et de modèles de prévisions.

Compétence à acquérir :

A l'issue de ce cours, les étudiants auront acquis les compétences suivantes :

- Identifier la typologie d'un système productif et les enjeux industriels associés
- Choisir une politique de stock adaptée au contexte industriel
- Dimensionner les paramètres d'une politique de stock
- Planifier les besoins en matières et ressources
- Modéliser et résoudre un problème d'ordonnancement

Mode de contrôle des connaissances :

- Préparation et participation aux TD pour 50% de la note finale
- Examen sur table comptant pour 50% de la note finale

Bibliographie, lectures recommandées :

- P. Vallin, D. Vanderpooten, Aide à la décision, Ellipses, 2e édition 2002
- V. Giard, Gestion de la production et des flux, Economica, 3e édition, 2003
- G. Baglin, O. Bruel, A. Garreau, M. Grief, L. Kerbache et C. Van Delft, Management industriel et logistique, Economica, 5e édition, 2007
- M. L. Pinedo, Scheduling : Theory, Algorithms, and Systems, Springer, 4th edition, 2012
- S. Berbain, P. Vallin, Supply Chain, Ellipses, 1ère édition 2021

ML Project/Data science

ECTS : 5

Description du contenu de l'enseignement :

Volume horaire :

CM : 18h

TD : 18h

Syllabus:

Complément du cours de Machine Learning : Introduction aux SVM, arbres de décision, random forest, systèmes de recommandation, rappels sur la librairie Numpy et introduction à la librairie Pandas.

Mise en oeuvre des différentes techniques et algorithmes (régression, SVM, clustering, random forest, recommandations) sur données réelles et artificielles.

Projet : Travail en groupe, mise en oeuvre sur des données réelles d'un dataset réel choisi par les étudiants.

Compétence à acquérir :

Mise en oeuvre en Python des techniques présentées dans le cours de machine learning, pour familiariser les étudiants avec les outils de programmation scientifique (numpy, pandas scikit learn).

Machine Learning

ECTS : 5

Description du contenu de l'enseignement :

Volume horaire :

CM : 18h

TD : 18h

1. Introduction
 1. What is Machine Learning
 2. A simple method: k-nearest neighbors
 3. Evaluation of classifiers
 4. Maximum Likelihood and Maximum A posteriori
2. Generative Learning
 1. Maximizing the Likelihood of the examples
 2. Linear Discriminant Analysis and Naive Bayes
3. Discriminative Learning
 1. Maximizing the likelihood and the a posteriori probability of labels
 2. Logistic Regression
 3. Stochastic gradient descent (SGD)
 4. SGD for generalized linear models
 5. Beyond linearity: kernelization of the SGD
4. Unsupervised Learning
 1. Learning latent models: the Expectation-Maximization Algorithm
 2. clustering: k-means, DBscan
 3. Learning probability density functions: mixtures of gaussians
5. Introduction to Bayesian Learning
 1. Bayesian Linear Regression
 2. Laplace method
6. Introduction to Neural Networks

Compétence à acquérir :

Understand most useful machine learning algorithms

Mode de contrôle des connaissances :

CC+Examen

Bibliographie, lectures recommandées :

- Friedman, Tibshirani, Hastie. The Elements of Statistical Learning
- Chloé Azencott. Introduction au Machine Learning
- Cornuéjols, Miclet. Apprentissage artificiel: Concepts et algorithmes

Mathematics for data science

ECTS : 5

Description du contenu de l'enseignement :

Volume horaire :

CM : 18h

TD : 18h

Data science relies heavily on mathematical concepts from analysis, linear algebra and statistics. In this course, we will investigate the theoretical foundations of data science, through two axes. The first part of the course will focus on (convex) optimization problems. Optimization is indeed at the heart of the key advances in machine learning, as it provides a framework in which data science tasks can be modeled and solved. The second part of the course will be concerned with statistical tools for data science, that are instrumental in studying the underlying distribution of data. We will cover statistical estimation in connection with regression tasks, as well as concentration inequalities for random vectors and random matrices.

Compétence à acquérir :

- Identify and exploit convexity for sets, functions, and optimization problems.
- Derive optimality and duality results for convex optimization formulations.
- Analyze properties of statistical estimators according to the data at hand.
- Apply concentration inequalities to random vectors and matrices.

Bibliographie, lectures recommandées :

References:

S. Boyd et L. Vandenberghe, Convex optimization (2004)

M. Mahoney, J. C. Duchi, A. C. Gilbert (eds), The mathematics of data (2018)

J. A. Tropp, An introduction to matrix concentration inequalities (2015)

Programmation Objet avancée

ECTS : 5

Description du contenu de l'enseignement :

Volume horaire :

CM : 18h

TD : 13h30

TP : 4h30

Présenter les techniques de la programmation orienté object avancé.

Rappels des principaux concepts de la programmation objet : classes, héritage, interface. Application au traitement des collections.

Modélisation objet et exemple de modèles de conception (design patterns)

Programmation parallèle en Java (multi-threading, synchronisation)

Bonne pratique de la programmation (gestionnaire de sources, debuggage, etc.)

Compétence à acquérir :

java: Streaming, Serialization, Maven, Git, Enumeration, Type paramétrée, Héritage, Polymorphism, Encapsulation.

Stage

ECTS : 4

Système et algorithmes répartis

ECTS : 5

Description du contenu de l'enseignement :

Volume horaire :

CM : 18h

TD : 18h

Les applications réparties s'exécutent sur un ensemble de machines connectées en réseau. Elles représentent un ensemble de composants qui coopèrent pour réaliser un objectif commun en utilisant le réseau comme un moyen d'échanger des données. Ce cours vise à présenter les concepts élémentaires des systèmes et les algorithmes associés aux environnements répartis

Introduction aux systèmes répartis et à l'algorithmique répartie. Présentation du modèle de répartition basé sur les échanges de messages. Présentation des concepts liés à la communication : contrôle de flux, synchronisation de processus, relation de causalité, réseaux FIFO. Présentation des concepts liés au temps et à la concurrence : horloges logiques, exclusion mutuelle.

Compétence à acquérir :

Introduction aux systèmes répartis.
