

Année universitaire 2024/2025

# Mathématiques-Informatique - 2e année de Licence

**Crédits ECTS : 60**

## LES OBJECTIFS DE LA FORMATION

L'objectif du parcours Mathématiques-Informatique en deuxième année est de renforcer les notions fondamentales en mathématiques dans les domaines de l'algèbre linéaire, de l'analyse et des probabilités continues. La formation des étudiants est complétée par des enseignements fondamentaux d'informatique leur permettant d'appréhender l'architecture interne d'un ordinateur, d'un système d'exploitation et leur programmation. Une Licence en Mathématiques et Informatique pour la Décision est également proposée sur le campus de Tunis.

Les objectifs de la formation :

- Acquérir des compétences poussées en analyse, algèbre et probabilités
- Connaître les méthodes numériques
- Comprendre une programmation impérative et fonctionnelle
- Apprendre et comprendre une structure générale interne d'un ordinateur, d'un système, et principes de fonctionnement

## PRÉ-REQUIS OBLIGATOIRES

- Etudiants ayant validé 60 ECTS dans un cursus universitaire analogue
- Etudiants en provenance de classes préparatoires scientifiques ou économiques et commerciales option scientifique

## POURSUITE D'ÉTUDES

**Après la 2e année de Licence Mathématiques-Informatique / Mathématiques-Economie, vers quelles spécialisations s'orienter à l'Université Paris Dauphine-PSL ?**

A l'issue de la 2e année de Licence Mathématiques-Informatique / Mathématiques-Economie constituant une première orientation, deux spécialisations sont possibles en Licence 3 : Mathématiques Appliquées ou Informatique des Organisations, cette dernière étant également disponible en alternance.

Au terme de cette 3e année, validée par un Bac+3, l'étudiant pourra poursuivre ses études en 1re année de Master.

## PROGRAMME DE LA FORMATION

- Semestre 3
  - UE fondamentales 3
    - Analyse 3
    - Algèbre linéaire 3
    - Algorithmique et programmation 3
  - UE de parcours 3
    - Programmation C
    - Architecture des ordinateurs

- Anglais 3
- Semestre 4
  - UE fondamentales 4
    - Analyse 4
    - Introduction aux probabilités
    - Algèbre 4 et méthodes numériques
  - UE de parcours 4
    - Fonctionnal programming
    - Programmation système
    - Anglais 4
  - UE optionnelles 4
    - Anglais culture & civilisation
    - Introduction to finance
    - Enjeux écologiques du XXIe siècle 2
- Semestre Annuel
  - UE optionnelles annuelles
    - Allemand 3et4
    - Espagnol 3et4
    - Chinois 3&4
    - Grands enjeux contemporains
    - Sport

## DESCRIPTION DE CHAQUE ENSEIGNEMENT

### Algorithmique et programmation 3

**ECTS** : 5

**Volume horaire** : 49.5

#### Description du contenu de l'enseignement :

Chacun des points suivants sera présenté et expérimenté en langage Python :

1. Algorithmes et fonctions logarithmes : logarithmes naturels dans les appels récursifs où dans les boucles type série harmonique, preuves courtes des propriétés de base des logarithmes. Notations asymptotiques et arrondis récursifs.
2. Complexité : algorithmes en  $T(n)=aT(n-b) + \text{poly}(n)$ , et application aux implémentations exponentielle/linéaire de Fibonacci et à l'algorithme d'Euler-Bachet-Bezout.
3. Récursivité de la forme  $T(n)=aT(n/b) + \text{poly}(n)$ : (rappel tri fusion), preuve courte du "master theorem", calcul rapide de complexité à partir du cas  $n$  puissance de  $b$ .
4. Performance des algorithmes : application du "master theorem" à la conception d'algorithmes de multiplication rapide d'entiers (Karatsuba), et de matrices (Strassen).
5. Tri : variétés du concept de complexité (pire cas, moyenne, expression des données) avec les algorithmes classiques de tri (rappel: insertion, dénombrement, tas)
6. Force brute : algorithmes énumératifs, application à la résolution de systèmes d'équations et aux placements de reines sur échiquiers  $n \times n$ .

#### Compétence à acquérir :

Fondements mathématiques de la complexité algorithmique et idée précises, avec connaissance profondes des exemples emblématiques, de ses paradigmes centraux. Maîtrise des mécanismes de base du langage Python.

### Algèbre 4 et méthodes numériques

**ECTS** : 4

**Volume horaire** : 58.5

#### Description du contenu de l'enseignement :

1. Résolution numérique de systèmes linéaires (méthodes directes et itératives).
2. Calcul numérique de valeurs propres (méthode de la puissance).
3. Résolution numérique d'équations scalaires non linéaires (méthodes d'encadrement et de point fixe, méthode de la sécante).
4. Interpolation polynomiale.
5. Formules de quadrature interpolatoires.

**Compétence à acquérir :**

Présentation de méthodes numériques de résolution et d'éléments d'analyse numérique. Mise en œuvre : utilisation de Python Numpy et Jupyter (travaux pratiques et projet).

---

## Algèbre linéaire 3

**ECTS :** 8

**Volume horaire :** 78

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

1. Réduction des endomorphismes : diagonalisation et trigonalisation.
2. Formes bilinéaires.
3. Formes quadratiques
4. Espaces euclidiens : produit scalaire, norme euclidienne, orthogonalité, bases orthonormées et procédé de Gram-Schmidt, projection orthogonale, isométries vectorielles et endomorphismes auto-adjoints.

**Compétence à acquérir :**

Réduction des endomorphismes, formes bilinéaires et quadratiques, espaces euclidiens.

---

## Allemand 3et4

**ECTS :** 4

**Volume horaire :** 39

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

Les étudiants seront divisés après un test d'entrée en groupes de niveau. Le but visé est de rendre à chaque niveau l'étudiant capable de communiquer dans le cadre de la vie de tous les jours, ainsi que dans celui du monde professionnel avec des interlocuteurs autochtones. Pour ce faire on s'attachera non seulement à développer des savoir-faire linguistiques fondamentaux dans les quatre domaines classiques (compréhension de l'écrit et expression écrite, compréhension orale et expression orale), mais aussi à lui donner des informations propres au monde hispanique ou germanophone afin de lui permettre de mieux connaître la culture du pays et d'appréhender les différences culturelles (voir portfolio européen).

**Compétence à acquérir :**

Notions de base

---

## Analyse 3

**ECTS :** 8

**Volume horaire :** 97.5

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

1. Suites de Cauchy, propriétés, complétude de  $\mathbb{R}$ .
2. Séries numériques ; propriétés et exemples usuels, reste. Série absolument convergente. Séries positives. Séries de Riemann. Comparaison, équivalence. Critère de Cauchy, de D'Alembert, d'Abel. Produit de Cauchy.
3. Intégrale généralisée sur un intervalle borné ou non. Intégrale de Riemann. Propriétés usuelles. Intégrale absolument convergente, semi-convergente. Intégrales positives. Critère de comparaison, critère d'équivalence. Intégrale doublement généralisée. Exemples.
4. Suites et séries de fonctions : convergence simple, uniforme, et normale. Interversions de limites. Continuité, intégration, dérivation.
5. Séries entières. Rayon de convergence. Lemme d'Abel. Critères de Cauchy, de D'Alembert, critères de comparaison, d'équivalence. Somme et produit, convergence uniforme, série primitive, série dérivée. Fonction développable en série entière. Régularité. Utilisation des formules de Taylor.
6. Espaces métriques et espaces vectoriels normés. Boules, voisinages, ensembles ouverts et fermés, intérieur et adhérence.

Parties bornées et parties denses. Limite de suites. Exemples.

**Compétence à acquérir :**

Introduction de différents procédés de sommation comme l'intégrale généralisée, les séries numériques, séries de fonctions et séries entières. Premiers éléments de topologie dans des espaces métriques.

---

## Analyse 4

**ECTS :** 6

**Volume horaire :** 58.5

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

1. Espaces métriques. Exemples : espaces euclidiens, espaces vectoriels normés.
2. Boules ouvertes, fermées, sphères.
3. Parties bornées.
4. Suites : convergence, bornitude, unicité de la limite. Suites extraites, valeurs d'adhérence.
5. Ouvert, voisinage. Fermé, point adhérent. Intérieur, adhérence, frontière.
6. Caractérisations séquentielles.
7. Compacité (au sens de Bolzano-Weierstrass).
8. Densité, exemples.
9. Restrictions à une partie.
10. Complétude : suites de Cauchy et définition d'un espace de Banach.
11. Convergence normale dans un Banach.
12. Exemple de l'exponentielle de matrice (TD).
13. Comparaison des topologies, distances, normes. Normes équivalentes. Exemples de normes non équivalentes (TD).
14. Limite en un point. Propriétés.
15. Continuité. Caractérisation séquentielle.
16. Image réciproque d'un ouvert, fermé.
17. Compacité et continuité.
18. Applications (bi)linéaires continues, norme. Exemple d'applications linéaires non continues (TD).
19. Connexité et connexité par arcs.
20. Dimension finie : équivalence des normes. Complétude.
21. Convergence des coordonnées. Caractérisation des compacts.
22. Calcul différentiel élémentaire en dimension finie (pas de différentielle) :
23. Dérivées partielles d'ordre 1 ou 2, fonctions de classe  $C^1$  ou  $C^2$ .

**Compétence à acquérir :**

Notions de Topologie : savoir démontrer qu'un ensemble est ouvert, fermé, borné ; calculer l'intérieur, l'adhérence, la frontière dans des cas simples ; savoir étudier les suites à valeurs dans  $\mathbb{R}^n$  ou des espaces de matrices ; savoir utiliser la compacité en dimension finie, la notion d'ensemble dense, savoir utiliser la continuité pour montrer qu'un ensemble est ouvert, fermé ; savoir utiliser la caractérisation séquentielle de la continuité ; savoir étudier la norme d'applications (bi)linéaires en dimension finie ; savoir calculer des dérivées partielles.

---

## Anglais 3

**ECTS :** 2

**Volume horaire :** 19.5

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

Contenu : professionnels, culturels, d'actualité et de société

Forme : débats, jeux de rôles, quiz et activités ludiques

Méthodologie : prise de parole en public, travail sur l'expression orale

Thématiques au programme: Communication & customer service, Team building & building relationships, Money & finance

**Compétence à acquérir :**

Savoir s'exprimer à l'oral.

Améliorer ses compétences langagières et communicationnelles.

Enrichir son vocabulaire.

Développer sa créativité.

Travailler en équipe.

**Mode de contrôle des connaissances :**

100% contrôle continu

-3 notes : test écrit +présentation orale + note d'oral

(test écrit de 2e chance en fin de semestre ouvert à tous les étudiants qui le souhaitent)

-travail individuel hebdomadaire (grammaire, vocabulaire, compréhension et expression écrites)

---

## Anglais 4

**ECTS :** 2

**Volume horaire :** 19.5

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

Contenu : professionnels, culturels, d'actualité et de société

Forme : débats, jeux de rôles, quiz et activités ludiques

Méthodologie : prise de parole en public, travail sur l'expression orale

Thématiques au programme: Sports, Job satisfaction, success & failure, Crisis management

**Compétence à acquérir :**

Savoir s'exprimer à l'oral.

Améliorer ses compétences langagières et communicationnelles.

Enrichir son vocabulaire.

Développer sa créativité.

Travailler en équipe.

**Mode de contrôle des connaissances :**

100% contrôle continu

-3 notes : test écrit +présentation orale + note d'oral

(test écrit de 2e chance en fin de semestre ouvert à tous les étudiants qui le souhaitent)

-travail individuel hebdomadaire (grammaire, vocabulaire, compréhension et expression écrites)

---

## Anglais culture & civilisation

**ECTS :** 4

**Volume horaire :** 39

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

Étude de la culture et de la civilisation de plusieurs pays anglophones (Irlande, Royaume-Uni, Australie).

Étude de documents (presse, TV, radio, etc.)

Exposés.

**Compétence à acquérir :**

Approfondissement des connaissances de pays anglophones, amélioration des quatre compétences (compréhension auditive, expression orale, compréhension textuelle, expression écrite).

---

## Architecture des ordinateurs

**ECTS :** 4

**Volume horaire :** 39

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

Histoire de l'informatique. Représentation des nombres et arithmétique.

Circuits logiques. Structure générale d'un ordinateur

L'unité centrale : instructions, registres, pipeline, interruptions L'assembleur.

Les mémoires : hiérarchie, mémoire électronique, mémoire cache, mémoire de masse Les entrées/sorties.

Performances d'un ordinateur.

**Compétence à acquérir :**

Comprendre la structure interne d'un ordinateur à travers l'étude de ses différents composants : microprocesseur, mémoire, entrées/sorties ; acquérir les notions de base en langage machine : instruction, adressage, assembleur.

---

## Chinois 3&4

ECTS : 4

Volume horaire : 39

---

## Enjeux écologiques du XXIe siècle 2

ECTS : 4

Volume horaire : 39

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

Ce cours se situe dans le prolongement du cours de L1, obligatoire pour tous les étudiants, qui posait un certain nombre de constats.

Ce deuxième volet, réservé aux étudiants de L2 Mathématiques et Informatique, est davantage tourné vers l'analyse des solutions. Il sera illustré par des petits modèles utilisant des notions de mathématiques et d'informatique connues des étudiants et accordera une place plus importante aux ordres de grandeur.

Les séances de 1h30 se répartissent de la façon suivante :

- Présentation du cours, des attendus, des sujets des projets, etc. (1 séance)
- Le climat qui vient (4 séances)
- L'énergie (5 séances)
- La filière numérique (5 séances)
- Les comportements individuels et le bien-être collectif (5 séances)
- Le vivant (4 séances)

Les deux séances restantes seront mobilisées pour le suivi des projets.

Une personnalité extérieure sera sollicitée dans chacun des 5 thèmes abordés.

**Compétence à acquérir :**

Comprendre le phénomène du dérèglement climatique, les enjeux, la temporalité et les solutions envisagées.

**Mode de contrôle des connaissances :**

Soutenance d'un projet en petit groupe (40%) et examen final (60%).

---

## Espagnol 3et4

ECTS : 4

Volume horaire : 39

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

Les étudiants seront divisés après un test d'entrée en groupes de niveau. Le but visé est de rendre à chaque niveau l'étudiant capable de communiquer dans le cadre de la vie de tous les jours, ainsi que dans celui du monde professionnel avec des interlocuteurs autochtones. Pour ce faire on s'attachera non seulement à développer des savoir-faire linguistiques fondamentaux dans les quatre domaines classiques (compréhension de l'écrit et expression écrite, compréhension orale et expression orale), mais aussi à lui donner des informations propres au monde hispanique ou germanophone afin de lui permettre de mieux connaître la culture du pays et d'appréhender les différences culturelles (voir portfolio européen).

**Compétence à acquérir :**

Notions de base

---

## Functionnal programming

ECTS : 4

**Volume horaire** : 58.5

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

The goal of this course is to familiarize students with the principles of functional programming using the Haskell language. Functional programming is a modern programming paradigm that allows the rapid and reliable design of complex applications. Functional programming concepts, such as lambda expressions, are currently prevalent in most modern programming languages, such as Java, C++, JavaScript, etc. The goal of this course is to help students master them using a purely functional language (Haskell). In addition, the course covers the Haskell type system, functors, applicative and monads and let the student practice these notions with the Glasgow Haskell Compiler.

**Compétence à acquérir :**

This class covers the main principles of functional programming, like high-order functions, recursion and the associated complexity issues. Type systems that allow the manipulation of functions and partial functions (the notion of Currying), recursion in the context of types, infinite data types, associated data structures and their manipulation are also covered. Functors, applicative, monads and IO monads are also part of the program. All these topics are developed with programming exercises in Haskell.

---

## Grands enjeux contemporains

**ECTS** : 4

**Volume horaire** : 18

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

Les Grands Enjeux contemporains (GEC) constituent un enseignement de culture générale qui vise à entretenir et à développer les compétences de compréhension, de réflexion et d'expression dont l'acquisition débute dès l'enseignement secondaire. Au-delà, il s'agit de nourrir la curiosité, l'ouverture d'esprit, l'esprit d'analyse, la capacité à problématiser et à prendre position sur des enjeux et des thématiques d'intérêt général, en sachant s'informer de manière critique, lire en profondeur (les textes « classiques » comme les articles de fond de la presse de qualité) et en débattre. À la différence des enseignements disciplinaires, l'enseignement de GEC est conçu de manière thématique afin de cerner quelques-uns des « grands enjeux » de notre monde dont l'abord requiert la combinaison de plusieurs disciplines. – Au premier semestre, nous traitons d'enjeux fondamentaux dont l'origine peut se situer très en amont de notre époque, tels que : la liberté, la loi, la justice, l'État, les normes du vrai (abordées sous l'angle de la science, de la religion, des médias), l'identité, etc. Quoiqu'ayant une dimension philosophique certaine, celle-ci, dans l'approche que nous en proposons, n'est cependant pas privilégiée au détriment de leurs dimensions sociale, politique, transculturelle. Et nous veillons également, en particulier dans les cours, à examiner les contours nouveaux qu'elles peuvent adopter dans les débats contemporains : Les classements des universités servent-ils l'intérêt général ? Les animaux ont-ils des droits ? Les lois sur la parité sont-elles des lois justes ? Les réseaux sociaux menacent-ils l'information ? Etc. Dans cette perspective, et en préalable au second semestre, une attention particulière (en coordination avec les formateurs de la Bibliothèque universitaire) est apportée à l'impact des outils et des ressources numériques sur l'ensemble des enjeux examinés.

**Compétence à acquérir :**

S'informer de manière critique ; lire des textes exigeants ; problématiser ; construire un raisonnement ; argumenter ; prendre position ; s'exprimer correctement à l'oral et à l'écrit.

**Mode de contrôle des connaissances :**

Le contrôle des connaissances s'effectue sur une base semestrielle. La note semestrielle globale se compose pour moitié d'une note de contrôle continu, pour moitié d'une note de contrôle terminal. Les modalités de contrôle continu sont à la discrétion de l'enseignant (exposé oral, devoir sur table, devoir à la maison, participation orale, quizz, éventuellement travaux impliquant des compétences numériques [recherches, réalisation d'essais numériques], etc.). Le contrôle terminal prend la forme d'un travail écrit de type dissertation (2 heures trente) sur un dossier original croisant tout ou partie des thèmes traités en cours. Les étudiants Mido sont évalués sur la moyenne des deux notes semestrielles.

**Bibliographie, lectures recommandées :**

Les conseils de lecture sont donnés séance par séance.

---

## Introduction aux probabilités

**ECTS** : 6

**Volume horaire** : 58.5

---

## Introduction to finance

**ECTS** : 4

**Volume horaire** : 39

### **Description du contenu de l'enseignement :**

1. Présentation des marchés financiers et produits dérivés.
2. Taux d'intérêt simples et composés.
3. Calcul actuariel, choix d'investissement, notion de taux de rentabilité interne.
4. Notion d'arbitrage et de prix d'arbitrage. Application aux obligations.
5. Produits dérivés 1 : contrats à terme, swaps.
6. Produits dérivés 2 : options européennes ; modèle binomial pour le calcul du prix d'arbitrage d'une option européenne ; extension au cas d'une option américaine.

### **Compétence à acquérir :**

Culture générale en finance et finance internationale.

Présenter les concepts de base et les opérations classiques en finance faisant intervenir une réallocation des liquidités d'une période à l'autre.

Présenter le marché des changes et les techniques de base associées à la gestion du risque de change.

Présenter les marchés de produits dérivés : descriptions de contrats, des intervenants et du fonctionnement.

---

## Programmation C

**ECTS** : 4

**Volume horaire** : 49.5

### **Description du contenu de l'enseignement :**

Types et expression.

Structures de contrôle.

Fonctions.

Tableaux et pointeurs.

Structures.

Préprocesseur.

Entrées/sorties.

### **Compétence à acquérir :**

Apprentissage du langage C de base et évolué.

---

## Programmation système

**ECTS** : 4

**Volume horaire** : 33

### **Description du contenu de l'enseignement :**

Rôle du système d'exploitation et de son interface de programmation.

Étude et mise en pratique de l'utilisation d'un système Unix.

Étude et mise en pratique de la programmation Shell.

Étude des principaux appels systèmes de l'interface Posix (gestion de fichiers, processus).

Réalisation d'exercices simples mettant en œuvre chacun de ces appels système.

Réalisation d'un exercice complet combinant tous ces appels système.

### **Compétence à acquérir :**

Ce cours est orienté vers l'utilisation du système d'exploitation par le développeur. Il s'agit donc d'étudier l'interface de programmation d'un système d'exploitation, l'interface Posix des systèmes Unix en l'occurrence. On vise ainsi à donner un sens concret à la notion de système et à son utilisation par les développeurs. Le cours comporte une partie pratique importante d'utilisation du systèmes Linux et de sa programmation.

---

## Sport

**ECTS** : 4

---



**Université Paris Dauphine - PSL - Place du Maréchal de Lattre de Tassigny - 75775 PARIS Cedex 16 - 21/11/2024**