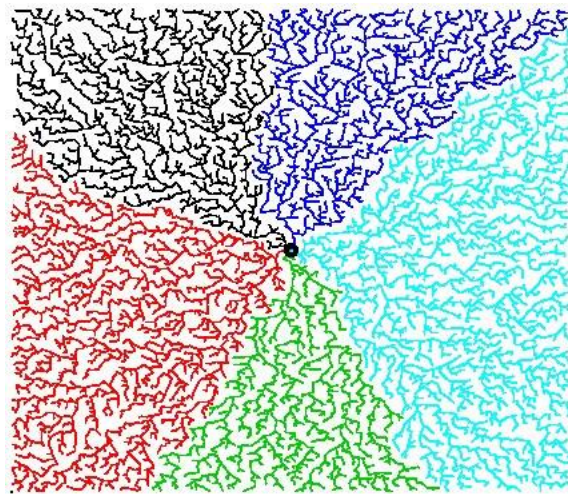
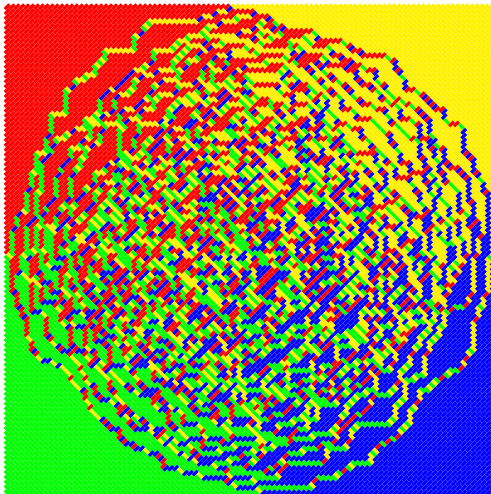


# Master 1 Sciences, Technologies, Santé Mention Mathématiques et Applications

## Parcours

### Ingénierie Statistique et Numérique – Data Sciences

Année 2023-2024



#### Responsable Master 1

**Nicolas Wicker**

Université de Lille, FST, Département de Mathématiques,  
Bâtiment M3, Bureau 309.

adresse électronique : [nicolas.wicker@univ-lille.fr](mailto:nicolas.wicker@univ-lille.fr)

#### Secrétariat Pédagogique

Université de Lille, FST, Département de Mathématiques,  
Bâtiment M2, Bureau 10.

Email : [math-masters1@univ-lille.fr](mailto:math-masters1@univ-lille.fr)

Tél. : 03 20 43 45 74

Site web : <https://sciences-technologies.univ-lille.fr/les-departements-de-formation/departement-de-mathematiques/>

## SOMMAIRE

---

---

Sommaire.....	2
Présentation .....	3
Poursuite d'études et débouchés .....	4
Informations / Contacts .....	5
Conditions d'accès / Candidature.....	5
Organisation .....	6
Structure de la formation.....	7
Contrôle des connaissances.....	8
Calendrier universitaire 2023-2024 .....	9
Probabilités: modèles et applications.....	11
Statistique mathématique.....	13
Optimisation convexe .....	14
Analyse numérique avec C++, initiation .....	15
Analyse factorielle.....	16
Projet étudiant.....	17
Statistique computationnelle .....	19
Modèles statistiques .....	20
Anglais .....	21
Optimisation linéaire discrète .....	22
Mémoire de recherche .....	23
Projet étudiant.....	24

## PRESENTATION

---

Le parcours INGENIERIE STATISTIQUE ET NUMERIQUE – DATA SCIENCES du master MATHÉMATIQUES ET APPLICATIONS propose une formation de haut niveau en mathématiques appliquées, en particulier en statistique, science des données et informatique. La formation est caractérisée par une **forte interaction** entre les cours fondamentaux et les modules pratiques, permettant d'acquérir un savoir-faire de premier plan dans le domaine de la **statistique et de la science des données** (estimations, tests, sondages, analyse de données, ...).

La première année de ce master fournit

- Un savoir-faire en probabilités, statistique et optimisation,
- Une maîtrise des outils de l'analyse des données et de la science des données (dont R, Python et C++),
- Une expertise des méthodes de modélisation, des algorithmes stochastiques, des techniques de programmation et de gestion des bases de données,
- Une culture générale en anglais et une orientation personnelle via le projet étudiant.

En particulier, des **nombreux projets** sont menés en application et approfondissement des théories acquises, dont plusieurs sur des cas concrets avec des données réelles. Le **mémoire de recherche** permet de développer les connaissances théoriques et de les mettre en œuvre sur un problème concret. Il peut être remplacé en partie par un **stage (facultatif)** dont la durée doit être d'au moins 4 semaines en entreprise.

L'équipe pédagogique est essentiellement constituée d'enseignants-chercheurs du laboratoire Paul Painlevé, unité mixte de recherche du CNRS, et du Département de Mathématiques de la Faculté des Sciences et Technologies. Une salle informatique est réservée aux étudiants de ce master.

## POURSUITE D'ETUDES ET DEBOUCHES

---

Le master 1 du parcours INGENIERIE STATISTIQUE ET NUMERIQUE – DATA SCIENCES se poursuit en deuxième année.

Il s'agit d'une année de formation dédiée à l'acquisition de compétences indispensables pour être directement opérationnels en entreprise. L'accent est mis sur la modélisation des problèmes, la mise en œuvre des techniques et méthodes vues dans les modules mathématiques plus théoriques, l'apprentissage ou l'approfondissement des langages de programmation et l'utilisation des logiciels spécialisés dans le traitement statistique et numérique des données.

**Le master 2 est ouvert à l'alternance, par contrat d'apprentissage ou de professionnalisation.**

L'implication en master 2 de **nombreux intervenants issus du milieu professionnel** assure aux étudiants une ouverture d'esprit et des contacts utiles pour les stages et l'emploi futur. Les étudiants inscrits dans ce parcours visent à intégrer rapidement une entreprise comme cadres dans des secteurs variés nécessitant des compétences en statistique, science des données et outils informatiques. La **palette des métiers possibles est très vaste** dans les secteurs d'activité des banques et assurances, cabinets de conseil, sociétés de service, vente à distance, administrations, grande distribution, ... La formation est très bien implantée et sa qualité est reconnue dans la région.

Sans être le débouché principal, par le choix de certaines options en master 2, une **poursuite en doctorat** est éventuellement possible, sous certaines conditions (accès sur dossier).

Ce master 1 permet aussi de candidater à des master 2 d'autres universités françaises.

## INFORMATIONS / CONTACTS

---

Pour plus d'informations, les étudiants sont invités à prendre contact avec les responsables de ce parcours du master Mathématiques et Applications. Plus précisément :

- N. WICKER, responsable du master 1 (tronc commun) et de la mention Mathématiques et Applications.
- C. DUVAL, responsable du master 2 parcours Ingénierie Statistique et Numérique – Data Science

Pour toute question plus générale d'orientation et de débouchés, les étudiants peuvent aussi s'adresser au S.U.A.I.O. ou au B.A.I.P., bâtiment SUAIO avenue Carl GAUSS, Cité Scientifique.

## CONDITIONS D'ACCES / CANDIDATURE

---

L'admission en première année de master est subordonnée à l'examen du dossier de candidature selon les modalités suivantes :

- Prérequis pour l'accès en master : connaissances en mathématiques de niveau licence.
- Mentions de licences conseillées : Mathématiques, Informatique-Mathématique, MIASHS parcours MEF.
- Capacités d'accueil : 20 places.
- Critères de sélection :
  - Un solide bagage mathématique, en particulier : calcul différentiel, analyse, algèbre linéaire, probabilités et statistiques, analyse numérique ;
  - Niveau B2 en anglais ;
  - Cohérence du projet professionnel (bien l'expliquer dans la lettre de motivation).
- Calendrier de recrutement :
  - Ouverture du 09/05/2023 au 15/06/2023
  - Jury : directeurs des études, membres de l'équipe pédagogique
  - Publication admission : début juillet 2023.

Le Master peut accueillir en formation continue des étudiants issus d'une entreprise ou demandeurs d'emploi. Pour tout renseignement contacter la FCA : <http://formation-continue.univ-lille.fr/>

## ORGANISATION

---

Le master mention « Mathématiques et Applications » est constitué de trois parcours :

- **Ingénierie Statistique et Numérique – Data Sciences (ISN),**
- Calcul Scientifique,
- Mathématiques, Finance Computationnelle, Actuariat.

Le premier semestre de ce master propose des unités d'enseignement communes à plusieurs parcours et une unité spécifique au parcours ISN. Le second semestre de chaque parcours est complètement indépendant des autres. Chaque semestre du master 1 est organisé en blocs de compétences et de connaissances (BCC) : un BCC concerne les fondements théoriques (niveaux 1 et 2), l'autre BCC concerne les outils pratiques et d'ouverture (niveaux 1 et 2) et inclut également l'anglais et le projet étudiant.

Les étudiants peuvent personnaliser leur parcours à travers le projet étudiant. Au semestre 1, ils doivent choisir un module parmi deux propositions (Analyse Numérique avec C++, approfondissements ou Bases de données). Au semestre 2, ils choisissent soit de faire un mémoire de recherche long (Mémoire de recherche 1 et 2), soit un mémoire de recherche court (Mémoire de recherche 1) et un stage d'au moins 4 semaines dans une entreprise ou dans un laboratoire.

Pendant cette première année, l'étudiant commence à se familiariser avec les outils modernes de modélisation statistique, de l'analyse des données et de la data science. Pour préparer les étudiants à être opérationnels en entreprise, une part importante est donnée aux techniques informatiques et au mémoire de recherche. L'association de cours classiques et de mini-projets est essentielle dans la formation. Elle permet de doter les étudiants d'un large spectre de compétences, allant des aspects théoriques de l'ingénierie mathématique jusqu'à leur mise en œuvre concrète sur ordinateur. L'apprentissage des bases de la programmation structurée, ainsi que l'utilisation de logiciels spécialisés, permet de travailler sur des cas modèles et des données réelles.

En master 1 le stage en entreprise ou en laboratoire est facultatif. Le BAIP pourra accompagner les étudiants dans la démarche de recherche de stage.

Enfin, dans le cadre de la formation, les étudiants suivent un enseignement d'anglais, et ont une salle à leur disposition pour l'accès aux ressources informatiques.

## STRUCTURE DE LA FORMATION

---

### SEMESTRE 1

---

ECTS	BCC Fondements théoriques 1
6	Probabilités : modèles et applications
6	Statistique mathématique
6	Optimisation convexe

ECTS	BCC Outils pratiques et ouverture 1
3	Analyse numérique avec C++, initiation
6	Analyse factorielle
3	Projet étudiant : au choix <ul style="list-style-type: none"><li>○ Analyse numérique avec C++, approfondissements</li><li>○ Bases de données</li></ul>

### SEMESTRE 2

---

ECTS	BCC Fondements théoriques 2
9	Statistique computationnelle
6	Modèles statistiques

ECTS	BCC Outils pratiques et ouverture 2
3	Anglais
6	Optimisation linéaire discrète
3	Mémoire de recherche 1
3	Projet étudiant : au choix <ul style="list-style-type: none"><li>○ Mémoire de recherche 2</li><li>○ Stage en entreprise ou en laboratoire*</li></ul>

\* Le stage en entreprise ou en laboratoire n'est pas obligatoire. Si l'étudiant choisit de faire valider un stage, dont la durée minimale doit être de 4 semaines, il devra l'effectuer à partir de début juin 2022. Cela est donc incompatible avec les sessions de rattrapage des S1 et S2. Par ailleurs la convention de stage devra être établie suffisamment en amont de la période de stage. Le stage sera validé par un rapport de stage et une soutenance orale qui aura lieu début juillet, avant le jury des sessions de rattrapage.

## CONTROLE DES CONNAISSANCES

---

Les modalités d'évaluation sont propres à chaque unité d'enseignement (UE) et sont définies dans leurs descriptifs respectifs. Les règles relatives à la deuxième session (dite de rattrapage) y sont également définies.

Le contrôle continu (**CC**) est une épreuve de 2 heures organisée au milieu du semestre ou des courtes évaluations effectuées tout au long du semestre (interrogations écrites, devoirs maison, ...).

L'examen (**EX1**) est une épreuve de 2 ou 3 heures organisée à la fin de la période d'enseignement d'une UE (en général en fin de semestre pour les UE à 6 ECTS).

L'examen (**EX2**) est une épreuve de 2 ou 3 heures organisée en deuxième session (de rattrapage).

Le projet (**PR**) est une note faisant intervenir la notation de compte-rendu(s) de projets et/ou de soutenance(s) orale(s) en cours ou en fin de semestre.

A noter que certains modules ont des modalités d'évaluation particulières.

Les étudiants sont tenus de passer à la seconde session tous les examens des unités d'enseignement non validées dont la note est inférieure à 10.

**Une unité d'enseignement (UE) suivie dans un semestre S est validée dans l'un des deux cas suivants :**

- **La note définitive de cette UE est supérieure ou égale à 10 ;**
- **Le BCC contenant cette UE est validé par compensation si la moyenne des notes des UE qui le composent est supérieure ou égale à 10.**

**Un semestre S est validé si les deux BCC qui le composent sont validés.**

Une éventuelle mention (Assez bien, Bien, Très bien) est délivrée au semestre. Aucune mention n'est délivrée en session de rattrapage sauf décision spéciale du jury.

Pour toute question, consulter le « Règlement des études 2023-2024 » de l'Université de Lille.



## CALENDRIER UNIVERSITAIRE 2023-2024

---

Vous trouverez ci-dessous un calendrier indicatif du déroulement de l'année.

Pré-rentrée	<b>1 septembre 2023 à 14h</b> <b>Salle de réunion du M2</b>
Début enseignements S1	<b>4 septembre 2023</b>
Devoirs surveillés S1 (arrêt des cours et TD)	<b>Du 6 au 10 novembre 2023</b>
Fin enseignements S1	<b>22 décembre 2023</b>
Épreuves de S1 (session 1)	<b>Du 8 ou 12 janvier 2024</b>
Début enseignements S2	<b>15 janvier 2024*</b>
Devoirs surveillés S2 (arrêt des cours et TD)	<b>Début mars 2024*</b>
Fin enseignements S2	<b>19 avril 2024*</b>
Épreuves de S2 (session 1)	<b>Du 6 au 20 mai 2023*</b>
Épreuves de rattrapage S1	<b>Juin 2024*</b>
Épreuves de rattrapage S2	<b>Juin 2024*</b>

### Interruptions pédagogiques

Toussaint	<b>Du 28 octobre au 5 novembre 2023</b>
Noël	<b>Du 23 décembre 2023 au 7 janvier 2024</b>
Hiver	<b>Du 24 février au 3 mars 2024</b>
Printemps	<b>Du 20 avril au 5 mai 2024</b>

\*à titre indicatif, ces dates sont susceptibles d'être modifiées et/ou précisées

Toutes les informations sur

<https://2023.forum-entreprises-maths.fr/public/pages/index.html>



Le Forum Emploi Maths propose depuis plusieurs années de connecter les étudiants et les formations en mathématiques aux besoins des entreprises.

Pourquoi participer ?

- Découvrir des offres d'emplois et de stages étudiants et jeunes diplômés
- Découvrir les métiers des maths
- Rencontrer des entreprises et des entrepreneurs.

Inscription GRATUITE pour les étudiants et EN LIGNE sur le site du FEM2023.

Pour toute question, contacter le responsable de la formation.

---

# PROGRAMME DES UNITES D'ENSEIGNEMENT

---

## SEMESTRE 1

---

---

### PROBABILITÉS: MODÈLES ET APPLICATIONS

---

**Code UE : PMA - S1 UE1.1**

**ECTS : 6**

**Cours : 27 heures - TD : 27 heures**

**Evaluation : Note = max ( EX , (EX+CC)/2 )** où EX=EX1 en session1 et EX2 en session 2.

#### Descriptif de l'enseignement

#### **Objectifs (en termes de savoir-faire) :**

Approfondissement des connaissances en probabilités pour étudier les modèles aléatoires apparaissant naturellement en mathématiques appliquées. Faciliter la compréhension des structures utilisées en statistique mathématique et en prévision.

#### **Programme succinct :**

1. Rappels et fondement de la théorie des probabilités
  - a. Espace probabilisé, mesure et intégration : convergence monotone et dominée, Fubini, changement de variables, probabilités équivalentes, théorème de Radon-Nikodym
  - b. Vecteurs aléatoires : loi, espérance, variance, covariance, indépendance
  - c. Vecteurs gaussiens, théorème de Cochran
2. Suites de variables aléatoires et mode de convergence
  - a. Convergence presque sûre, en probabilité,  $L_p$
  - b. Loi des grands nombres
  - c. Convergence en loi
  - d. Théorème central limite classique, théorème central limite de Lindeberg
3. Espérance conditionnelle d'une variable aléatoire
  - a. Par rapport à un événement, une tribu, un vecteur aléatoire

- b. Cas particulier d'une variable aléatoire dans L2 : interprétation en termes de projection
- c. Propriétés de l'espérance conditionnelle
- d. Lois et densités conditionnelles, exemples de calculs
- 4. Chaînes de Markov à espace d'états fini ou dénombrable
  - a. Définition d'un processus aléatoire à temps discret, d'une chaîne de Markov, probabilités de transition, propriété de Markov
  - b. Temps d'arrêt et propriété de Markov forte
  - c. Classification des états : récurrence, transience, irréductibilité
  - d. Mesure invariante, mesure réversible
  - e. Apériodicité et convergence : convergence en loi, loi forte des grands nombres
- 5. Martingales à temps discret, applications en finance
  - a. Filtrations
  - b. Transformation de martingales
  - c. Processus prévisibles, exemple : stratégie de portefeuille
  - d. Processus de prix, condition d'autofinancement, probabilité-martingale (ou risque-neutre)
  - e. Modèle de Cox-Ross-Rubinstein (ou binomial)

**Compétences acquises (directes/indirectes) :**

- Maîtriser les bases du calcul des probabilités
- Modéliser et résoudre un problème aléatoire simple

**Responsable de l'UE :** Nicolas Wicker

# STATISTIQUE MATHÉMATIQUE

---

**Code UE : SM S1 – UE1.2**

**ECTS : 6**

**Cours : 24 heures - TD : 30 heures**

**Evaluation : Note =  $\max( EX , (EX+CC)/2 )$  où EX=EX1 en session1 et EX2 en session 2.**

## **Descriptif de l'enseignement**

### **Objectifs (en termes de savoir-faire) :**

La statistique intervient dans de nombreux domaines et l'objectif de cet enseignement est de poser les bases mathématiques de la modélisation, de l'estimation et des tests statistiques dans un cadre de modèle paramétrique. A l'issue du module, l'étudiant devra savoir construire des estimateurs, étudier leurs performances et les comparer. Il saura aussi construire des tests et en tirer des conclusions.

### **Programme succinct :**

- Estimation : par la méthode des moments et par maximum de vraisemblance, propriétés
- Comparaison des estimateurs : statistique exhaustive complète et estimateur uniformément de variance minimale
- Introduction à la notion de test : sur le paramètre d'une loi binomiale, test du rapport de vraisemblance

### **Compétences acquises (directes/indirectes) :**

Estimation de paramètre, prise de décision à l'aide de tests

**Responsable de l'UE** : Emeline Schmitter

# OPTIMISATION CONVEXE

---

**Code UE : OC S1 – UE1.3**

**ECTS : 6**

**Cours : 24 heures - TD : 30 heures**

**Evaluation : Note** =  $\max( EX , (EX+CC)/2 )$  où EX=EX1 en session1 et EX2 en session 2.

## **Descriptif de l'enseignement :**

Le cours traite d'optimisation convexe en un nombre fini de variables continues. Après une présentation solide de la théorie, une bonne partie du cours est consacrée à la présentation de méthodes d'optimisation numériques et à l'étude de leur convergence.

## **Objectifs (en termes de savoir-faire) :**

Savoir identifier un problème d'optimisation convexe. Reconnaître son type (sans contraintes / contraintes affines, contraintes convexes). Connaître les critères d'optimalité associés, savoir les écrire et les manipuler. Savoir définir le problème dual. Savoir proposer des algorithmes de résolution approchée.

## **Programme succinct :**

- Notions de base sur les ensembles et fonctions convexes en dimension finie ainsi que leurs propriétés élémentaires (stabilité par intersection des convexes fermés, somme et composition de fonctions convexes, ...).
- Définition d'un problème d'optimisation convexe, exemples, existence de minimiseurs (coercivité), unicité (stricte convexité)
- Notions de continuité et différentiabilité.
- Conditions d'optimalité et application à la résolution explicite sur quelques exemples.
- Lagrangien, problème dual et équations d'Euler-Lagrange, Théorème KKT
- Algorithmes d'optimisation avec preuve des convergences des algorithmes :
  1. Sans contraintes (méthodes de gradients, Newton et quasi Newton),
  2. Avec contraintes affines égalités (méthode d'élimination),
  3. Cas des contraintes inégalités : (gradient projeté, méthode des points intérieurs, méthode d'Uzawa, ...)

## **Compétences acquises (directes/indirectes) :**

Les étudiants sauront reconnaître et manipuler un problème d'optimisation convexe, tenter de le résoudre à la main à l'aide des critères d'optimalité. Si cela ne fonctionne pas, ils sauront proposer des méthodes de résolution numérique efficaces et comprendre d'autres méthodes qu'ils pourront rencontrer dans d'autres contextes. Une compétence acquise indirectement : comprendre la notion d'erreur dans une méthode numérique itérative et savoir comment l'étudier.

**Responsable de l'UE : Benoît Merlet**

# ANALYSE NUMERIQUE AVEC C++, INITIATION

---

**Code UE : ANAC1 S1 – UE2.1**

**ECTS : 3**

**Cours : 9 heures - TD : 18 heures**

**Evaluation : Note = (EX+PR)/2 où EX=EX1 en session1 et EX2 en session 2.**

## **Descriptifs de l'enseignement**

### **Objectifs (en termes de savoir-faire) :**

Initier les étudiants à la maîtrise du langage de programmation C++ et de la programmation structurée. Remettre à niveau les étudiants qui n'ont pas reçu d'enseignement en programmation afin de combler leurs lacunes.

### **Programme succinct :**

- Syntaxe de base en C/C++ et bonnes pratiques de programmation.
- Les variables et types élémentaires ainsi que leurs opérateurs.
- Instructions conditionnelles, boucles.
- Utilisation simple des entrées/sorties clavier/écran et fichier.
- Fonctions définies par l'utilisateur, transmission des arguments, structuration d'un programme (.cpp, .h)
- Tableaux à une dimension et leur manipulation avec la notion de complexité d'un programme.
- Notion de Classes et Objets (attributs, méthodes, constructeurs, invocation de méthodes, this, encapsulation)
- Utilisation de la librairie standard STL : la classe « vector », ses constructeurs et ses méthodes.
- Stockage creux d'une matrice (diagonal, CSR, CSC). Opérations avec les matrices et les vecteurs.
- Quelques applications possibles : PageRank de Google (calcul de valeurs propres, rappel méthode de la puissance), approximation d'une matrice par des matrices de rang faible (rappel SVD), décomposition QR pour une matrice de rang faible (rappel factorisation QR).

### **Compétences acquises (directes/indirectes) :**

À la fin de cet enseignement, les étudiants seront capables de concevoir un programme simple dans le langage C/C++, avec les entrées/sorties clavier/écran. Des notions de conception objet seront également abordées.

**Responsable de l'UE : Caterina Calgaro**

# ANALYSE FACTORIELLE

---

**Code UE : AF S1 – UE2.2**

**ECTS : 6**

**Cours : 18 heures - TD : 36 heures**

**Evaluation : Note** =  $(2*EXCC+PR)/3$  avec  $EXCC=\max( EX, (EX+CC)/2)$  où EX=EX1 en session1 et EX2 en session 2.

## Descriptifs de l'enseignement

### **Objectifs (en termes de savoir-faire) :**

- Mettre en œuvre des techniques standards par des logiciels spécialisés
- Représenter les données en vue d'études statistiques ultérieures

### **Programme succinct :**

- Analyse en composantes principales
- Analyse factorielle des correspondances
- Méthodes de positionnement (MDS)
- Représentation de graphe

### **Compétences acquises (directes/indirectes) :**

- Analyse des données du point de vue de l'algèbre linéaire
- Interpréter/présenter les résultats en vue d'un échange avec des non-statisticiens

**Responsable de l'UE : Azzouz Dermoune**



## PROJET ETUDIANT

---

**Code UE : PE S1 – UE2.3**

**ECTS : 3**

L'étudiant devra choisir entre les deux éléments constitutifs suivants :

- Analyse numérique avec C++, approfondissements (ANAC2)
- Bases de données (BDD)

Pour plus de cohérence avec la poursuite en master, les étudiants du parcours ISN sont incités à choisir ANAC2.

### ELEMENT CONSTITUTIF 1 :

#### ANALYSE NUMERIQUE AVEC C++, APPROFONDISSEMENTS

---

**Code EC1 : ANAC2 S1**

**Cours : 9 heures - TD : 18 heures**

**Evaluation : Note = (EX+PR)/2 où EX=EX1 en session1 et EX2 en session 2.**

#### Descriptifs de l'enseignement

##### **Objectifs (en termes de savoir-faire) :**

Approfondir la maîtrise du langage de programmation C++ et de la programmation structurée. Etudier des méthodes itératives pour la résolution des grands systèmes linéaires (gradient conjugué, méthodes de Krylov). Introduire le concept de pré-conditionnement et sa nécessité pratique. Illustrer les notions vues dans les cours théoriques à travers un projet conséquent.

##### **Programme succinct :**

1) Résolution des systèmes linéaires par méthodes itératives : méthodes de descente, méthode de gradient conjugué (algorithme, propriété d'optimalité, taux de convergence), méthodes de Krylov (méthodes FOM et GMRES, implémentation et résultats de convergence).

2) Pré-conditionnement : présentation de différentes techniques de pré-conditionnement (SSOR, factorisation incomplète), variantes pré-conditionnées des algorithmes vus précédemment.

3) A travers les TD et la réalisation d'un projet, les étudiants programmeront en C++ les algorithmes vus en cours (ou des variantes) pour la résolution numérique de systèmes linéaires creux de grande taille. Le langage Python sera aussi utilisé pour la représentation graphique des résultats numériques.

**Compétences acquises (directes/indirectes) :**

Les étudiants sauront résoudre certains problèmes de calcul scientifique : de la modélisation jusqu'à l'analyse des résultats numériques. Ils sauront appliquer les méthodes efficaces de résolution de systèmes linéaires creux de grande taille et implémenter ces méthodes dans un langage orienté objet (C++).

**Responsable de l'EC1 :** Caterina Calgaro

---

**ELEMENT CONSTITUTIF 2 : BASES DE DONNEES**

---

**Code EC2 :** BDD S1

**CM/TD :** 24 heures

**Evaluation :** Note = PR. Session de rattrapage : Note = PR

**Descriptifs de l'enseignement****Objectifs (en termes de savoir-faire) :**

- Concevoir un modèle conceptuel de données (MCD)
- Concevoir un schéma relationnel de données (SRD)
- Administrer une base de données (BD).

**Programme succinct :**

- MCD, SRD, passage de MCD à SRD
- Dépendances fonctionnelles, normalisation
- Manipulation, définition et sécurité des données
- Langage SQL
- Application des BD en java avec JDBC

**Compétences acquises (directes/indirectes) :**

- Maîtriser les bases du langage SQL
- Être capable de construire, manipuler et administrer une BD

**Responsable de l'EC2 :** Mouad Lahlali

---

# SEMESTRE 2

---

---

## STATISTIQUE COMPUTATIONNELLE

---

**Code UE : SC S2 – UE3.1**

**ECTS : 9**

**Cours : 33 heures - TD : 48 heures**

**Evaluation : Note** =  $(2 * EXCC + PR) / 3$  avec  $EXCC = \max( EX, (EX + CC) / 2 )$  où  $EX = EX1$  en session 1 et  $EX2$  en session 2.

### **Descriptifs de l'enseignement**

#### **Objectifs (en termes de savoir-faire) :**

- Maîtriser l'implémentation des algorithmes standards de statistique computationnelle
- Savoir proposer une formulation bayésienne d'un problème statistique

#### **Programme succinct :**

- Méthodes de ré-échantillonnage (jackknife, bootstrap, validation croisée)
- Méthodes de Monte-Carlo et de Monte-Carlo par Chaînes de Markov (MCMC)
- Algorithme Espérance Maximisation (EM) et ses variantes stochastiques (SAEM, MCMC-SAEM) (application aux modèles de mélange, modèles à variables latentes)
- Statistique bayésienne :
  - Choix du modèle et de la loi a priori
  - Influence de la loi a priori
  - Estimation de la loi a posteriori par méthodes MCMC

#### **Compétences acquises (directes/indirectes) :**

- Connaître les méthodes de ré-échantillonnage et savoir les implémenter
- Maîtriser les outils de base de la statistique bayésienne et ses interprétations
- Connaître les outils informatiques adaptés

**Responsable de l'UE :** Charlotte Baey

# MODELES STATISTIQUES

---

**Code UE** : MS S2 – UE3.2

**ECTS** : 6

**Cours** : 24 heures - **TD** : 30 heures

**Evaluation** : **Note** =  $(2*EXCC+PR)/3$  avec  $EXCC=\max( EX, (EX+CC)/2)$  où EX=EX1 en session1 et EX2 en session 2.

## Descriptifs de l'enseignement

### **Objectifs (en termes de savoir-faire) :**

Le but de cet enseignement est de présenter la notion de modèle statistique. L'objectif est de pouvoir expliquer variable Y par une fonction de X ayant une forme prédéfinie ou non. Le cours introduira des modèles statistiques usuels, les hypothèses nécessaires à leur étude, les notions d'estimation des paramètres des modèles, et l'utilisation de ce modèle pour la prévision ponctuelle et par intervalle de confiance.

### **Programme succinct :**

- Régression linéaire,
- Régression logistique,
- Modèles de mélanges,
- Régression par arbres de décision
- Régression robuste
- Introduction à la régression non paramétrique
- Applications : Travaux pratiques permettant d'implanter et de tester les méthodes sur des données réelles ou simulées

### **Compétences acquises (directes/indirectes) :**

Utilisation des modèles statistiques usuels pour l'estimation et la prévision. Réalisation des tests statistique pour la validation des modèles utilisés.

**Responsable de l'UE** : Thomas Simon

## ANGLAIS

---

**Code UE: A S2 – UE4.1**

**ECTS : 3**

**Cours-TD : 30 heures**

**Evaluation : Note = Ecrit/40 + Int. Orale/20 + Note éq. TOEIC Blanc/20 (CO+CE),  
session de rattrapage : Note éq. TOEIC blanc/20**

### **Descriptifs de l'enseignement**

#### **Objectifs (en termes de savoir-faire) :**

Dans les 4 compétences de compréhension et de production, on vise le **niveau B2** du Cadre Européen Commun de Référence en langues [CECR]. Sensibilisation aux différentes certifications et examens de langues afin de mieux préparer leur projet professionnel.

#### **Connaissances :**

On travaillera l'anglais général à partir de supports de vulgarisation scientifique. Leur étude permettra de déboucher sur des synthèses orales ou écrites ou des discussions (interactions orales). L'anglais de communication scientifique sera abordé par le biais de l'anglais de spécialité (présentation sur Power-Point etc...).

On abordera la pratique de l'anglais de communication professionnelle en entreprise au travers de mises en situation dans le cadre de recherches de stages, de jeux de rôle etc...(rédaction de CV, lettre de motivation, entretien etc...).

#### **Pré Requis :**

En conformité avec le projet « Langues » de l'Université de LILLE. Les étudiants devront effectuer **un test de positionnement en anglais.**

**Responsable de l'UE :** Diana Santos

# OPTIMISATION LINEAIRE DISCRETE

---

**Code UE : OLD S2 – UE4.2**

**ECTS : 6**

**Cours : 24 heures - TD : 30 heures**

**Evaluation : Note =  $\max( EX , (EX+CC)/2 )$  où EX=EX1 en session1 et EX2 en session 2.**

## Descriptifs de l'enseignement

### **Objectifs (en termes de savoir-faire) :**

- Savoir identifier et mettre en équation un problème d'optimisation linéaire ;
- Acquérir un savoir-faire algorithmique pour résoudre un système linéaire d'inégalités ;
- Savoir interpréter l'impact d'une perturbation des données ;
- Savoir mettre en équation et résoudre un problème d'optimisation linéaire aux nombres entiers.

### **Programme succinct :**

- Le problème d'optimisation linéaire, polyèdres, sommets et arêtes.
- L'algorithme du Simplex et sa forme révisée.
- Dualité : relations de complémentarité, analyse de sensibilité et post-optimisation.
- Optimisation en nombres entiers : algorithme par séparation et évaluation.

### **Compétences acquises (directes/indirectes) :**

- D'être familier avec les problèmes classiques d'optimisation linéaires comme la distribution de ressources et la satisfaction d'une demande au moindre coût, et savoir les résoudre ;
- Savoir traduire la théorie mathématique en une démarche pratique d'aide à la décision en entreprise.

**Responsable de l'UE : Bernhard Beckermann**

## MEMOIRE DE RECHERCHE

---

**Code UE : MDR1 S2 – UE4.3**

**ECTS : 3**

**Evaluation : La note est constituée par l'évaluation du travail effectué (encadrant), d'un rapport écrit et d'une soutenance orale (jury).**

### **Objectifs (en termes de savoir-faire) :**

Mettre en œuvre les connaissances théoriques et pratiques acquises en mathématiques appliquées sur un problème concret, éventuellement réalisé en collaboration avec des partenaires socio-économiques. Apprendre à travailler en petite équipe afin de mener un projet de grande ampleur.

### **Programme succinct :**

Le mémoire de recherche est un projet complet, mettant en œuvre des connaissances théoriques et des aspects applicatifs liés à l'informatique. Les étudiants choisissent un sujet dans une liste proposée par les enseignants du master 1 et des laboratoires de recherches concernés. Ces sujets sont généralement pris dans des projets industriels ou de recherche déjà réalisés. Ils peuvent correspondre à des pré-études (faisabilité, ...) débouchant éventuellement sur un stage d'été en laboratoire. L'étudiant réalise le projet sous la direction d'un enseignant responsable du sujet et il produit un rapport écrit. Une soutenance orale (environ 20 minutes) est organisée devant un jury d'enseignants et toute la promotion du master 1.

### **Compétences acquises (directes/indirectes) :**

Savoir rechercher des bases bibliographiques, approfondir des éléments théoriques du sujet, mettre en œuvre sur ordinateur des algorithmes de résolution, analyser de façon critique les résultats obtenus, rédiger un rapport écrit, présenter à l'oral les résultats obtenus.

## PROJET ETUDIANT

---

**Code UE** : PE S2 – UE4.4

**ECTS** : 3

**Evaluation** : La note est constituée par l'évaluation du travail effectué (encadrant), d'un rapport écrit et d'une soutenance orale (jury).

L'étudiant devra choisir entre les deux éléments constitutifs suivants :

---

### ELEMENT CONSTITUTIF 1 : MEMOIRE DE RECHERCHE, PARTIE 2

---

**Code EC1** : MDR2

L'étudiant devra poursuivre le travail proposé dans la première partie du mémoire de recherche.

---

### ELEMENT CONSTITUTIF 2 : STAGE

---

**Code EC2** : Stage

L'étudiant devra effectuer un stage en entreprise ou en laboratoire, dont la durée minimale doit être de 4 semaines. Le stage doit être effectué à partir de début juin et sa durée peut éventuellement dépasser les 4 semaines.

A la fin du stage, ou après 4 semaines, l'étudiant produit un rapport écrit. Une soutenance orale (environ 20 minutes) est organisée devant un jury d'enseignants et aura lieu début juillet, avant le jury des sessions de rattrapage. Ce calendrier est donc incompatible avec les sessions de rattrapage des S1 et S2. Par ailleurs la convention de stage devra être établie suffisamment en amont de la période de stage.