

# Programme des enseignements de Deuxième Année \*

Département Informatique et Mathématiques Appliquées

Année 2009-2010

## Liste des enseignements

### Tronc Commun

#### Premier semestre

- Systèmes Centralisés (IN2A\_SC)
- Statistiques (IN2A\_STAT)
- Optimisation numérique (IN2A\_OPN)

#### Deuxième semestre

- Bases de données (IN2A\_BD)
- Théorie des graphes (IN2A\_TG)
- Recherche opérationnelle (IN2A\_RO)
- Applications sur l'Internet (IN2A\_AINT)

### Majeure Mathématiques Appliquées

#### Premier semestre

- Mesure, intégration, distributions (IN2A\_MID)
- Approximation géométrique (IN2A\_AGEO)
- Processus stochastiques et applications (IN2A\_PSA)
- Equations différentielles ordinaires (IN2A\_EDO)
- Introduction aux méthodes de Krylov (IN2A\_IMK)
- Systèmes Concurrents et communicants (IN2A\_SCC)

#### Deuxième semestre

- Recherche heuristique et satisfaction de contraintes (IN2A\_RH)
- Apprentissage et applications (IN2A\_APP)
- Contrôle optimal (IN2A\_COPT)
- Equations aux dérivées partielles (IN2A\_EDP)
- Introduction au calcul formel (IN2A\_ICF)
- Principe des réseaux et applications (IN2A\_RES)
- Introduction aux systèmes temps réel (IN2A\_TR)
- Traduction des langages (IN2A\_TDL)

---

\*(Niveau Bac+4)

## **Majeure Informatique**

### **Premier semestre**

- Systèmes concurrents (IN2A\_SCONC)
- Systèmes de transitions (IN2A\_STRANS)
- Sémantique (IN2A\_SEM)
- Les techniques de base des réseaux (IN2A\_TRES)
- Architecture des réseaux : Internet (IN2A\_ARES)

### **Deuxième semestre**

- Introduction aux systèmes temps réel (IN2A\_TR)
- Spécifications formelles et validation (IN2A\_SFV)
- Intergiciels (IN2A\_INT)
- Programmation et conception VHDL (IN2A\_VHDL)
- Calcul Scientifique (IN2A\_CALS)
- Analyse de données et signal (IN2A\_ADS)

## **Autres Enseignements**

### **Toute l'année**

- Langue 1 (IN2A\_LG1)
- Langue 2 (IN2A\_LG2)
- Activité Physique et Sportive (IN2A\_APS)
- Action d'Ouverture et de Communication (IN2A\_AOC)

### **Premier semestre**

- Simulation d'Entreprises (IN2A\_SENT)
- Projet Professionnel (IN2A\_PP)

### **Second semestre**

- Contexte Economique et Management (IN2A\_CEM)

**Note :** Les volumes horaires sont comptés en nombre de séances de 1h45.

# 1 Tronc Commun

## • IN1\_SCE : Systèmes d'exploitation centralisés

**Responsable** : Gérard Padiou

**Période** : 2ème semestre

**Crédits ECTS** : 3      **Volume horaire** : 8 C, 8 CTD, 6 TP

**Modules pré-requis** : Connaissance du langage C.

**Type de contrôle** : Examen écrit (3)

**Mots Clés** :

**Objectifs** : L'objectif de ce module est double :

- appréhender et maîtriser les principes de base utilisés dans la conception des systèmes d'exploitation centralisés,
- mettre en pratique ces connaissances sur un système particulier (plus précisément Linux Ubuntu).

**Programme** : Le cours présente les concepts fondamentaux des systèmes d'exploitation : processus et fichiers, mémoire virtuelle, gestion des entrées/sorties ainsi que les principes de base de structuration : structure en couches, notion de machine virtuelle, noyau (superviseur), langage de script, contrôle des usagers, allocation des ressources, les processus et leur ordonnancement, les fichiers, les mémoires virtuelles, la virtualisation, les problèmes de sécurité.

Les concepts présentés sont illustrés par des exemples de systèmes réels : Unix, Linux, Windows.

Les cours-travaux dirigés ont pour objectif d'acquérir une connaissance plus approfondie de la programmation d'un système d'exploitation particulier via ses deux niveaux d'utilisation : d'une part son langage de commande et d'autre part ses primitives "noyau".

Ces travaux pratiques permettent une expérimentation réelle des programmes développés en cours et travaux dirigés.

**Bibliographie** :

- Systèmes d'exploitation, 2ième Edition (S.Tanenbaum Andrew - PEARSON Education, Prentice Hall 2003)
- The design of the UNIX operating system (Bach - Maurice - Prentice Hall International 1986)
- Operating system projects using Windows NT (Nutt, Gary - AddisonWesley Longman, Inc.,1999)
- Operating System Concepts(Silberschatz Abraham et Galvin Peter Baer et Gagne, Greg - Seventh Edition, John Wiley and Sons, Inc, 2004)

## • IN2A\_STAT : Statistiques

**Responsable** : Corinne Mailhes, Marie Chabert, Martial Coulon

**Période** : Premier semestre

**Crédits ECTS** : 2      **Volume horaire** : 2 C 12 C-TD

**Modules pré-requis** : Probabilités

**Type de contrôle** : Examen écrit (2)

**Mots Clés** : Estimation, tests statistiques

**Objectifs** : Donner les bases de l'estimation : qualités d'un estimateur (sans biais, convergent, efficace), méthodes de construction d'un estimateur (maximum de vraisemblance, estimation bayésienne...). Aborder la théorie des tests statistiques : lemme de Neyman-Pearson, tests paramétriques et non paramétriques..

**Programme** : Partie 1 : Estimation

- Introduction à la statistique - Rappel des outils de probabilités nécessaires
- Introduction à l'estimation - notion de biais - variance - calcul sur des exemples simples
- Estimation : Borne de Rao-Cramer - Propriétés des estimateurs efficaces
- Etudes d'estimateurs : biais, variance, efficacité
- Construction d'un estimateur par la méthode du maximum de vraisemblance - exemples simples
- Construction d'un estimateur : méthode des moments, maximum de vraisemblance, Bayésien, par intervalle de confiance
- Etude d'estimateurs du maximum de vraisemblance
- Etude d'estimateurs bayésiens

Partie 2 : Tests

- Tests paramétriques - risques alpha, bêta - exemple de test
- Test optimal de Neyman-Pearson en hypothèses simples et composites
- Construction de test optimal de Neyman-Pearson
- Tests non paramétrique de Kolmogorov et Kolmogorov-Smirnov
- Test non paramétrique du Chi2

**Bibliographie** :

- Calcul des probabilités (A. RENYI - Ed.DUNOD, 1971)
- Mathematical Method of Statistics (H. CRAMER - Ed.PRINCETON, 1971)
- Probabilités et Statistique appliquées - Résumé de cours et illustrations (B. LACAZE, C. MAILHES, M. MAUBOURGUET - Editions CEPADUES, Collection POLYTECH, ISBN 2.85428.457.7, Septembre 1997)

● **IN2A\_OPN : Optimisation numérique**

**Responsable** : Bernard Thiesse, Daniel Ruiz et Joseph Gergaud

**Période** : 1Premier semestre

**Crédits ECTS** : 2      **Volume horaire** : 10 C-TD et 8 TP

**Modules pré-requis** : Calcul Différentiel (IN1\_DIFF) et Programmation Mathématique et Application (IN1\_PMA)

**Type de contrôle** : Examen écrit (1,25), TP notés (0,75)

**Mots Clés** : Optimisation numérique / Numerical Optimization, Programmation mathématique / Non Linear Programming

**Objectifs** : Comme le dit le Comité d'Études sur les Formation d'Ingénieurs, l'optimisation joue aujourd'hui dans l'industrie et les services un rôle très important : " *Le développement rapide de l'outil informatique a modifié la notion même d'objet technologique; il est indéniable que la simulation numérique prend une place grandissante, et que l'accent se déplace de plus en plus du faisable vers l'optimal. En outre, il existe incontestablement des besoins industriels en ingénieurs ayant un très haut niveau de connaissances dans les techniques mathématiques de modélisation et d'optimisation*"

Référence : [http://www.cefi.org/CEFINET/GLOBAL/CTI/TITRE\\_2/DOC2.HTM](http://www.cefi.org/CEFINET/GLOBAL/CTI/TITRE_2/DOC2.HTM)

L'objectif de ce cours est d'étudier les algorithmes utilisés aujourd'hui dans les différents codes pour l'optimisation numérique.

Vu le volume horaire imparti, nous donnerons une vue d'ensemble de l'optimisation numérique et nous n'approfondirons que certains des algorithmes représentatifs des techniques utilisées pour l'implémentation des codes dans leur ensemble.

**Programme :**

- Recherche linéaire / Line Search Methods.
- Régions de confiance / Trust-Region Methods.
- Gradient-conjugué / Conjugate Gradient Methods.
- Quasi-Newton / Quasi-Newton Methods.
- Moindres carrées / Least-Squares Problems.
- Lagrangien augmenté / Augmented Lagrangian Methods.
- SQP/Sequential Quadratic Programming.
- Points intérieurs / Interior-Point Methods

**Bibliographie :** Numerical Optimization (J. Nocedal and S.J.Wright, Springer, Springer Series in Operations Research second ed., juin 2006)

● **IN2A\_BD : Bases de Données**

**Responsable :** Pascal Ostermann

**Période :** Second semestre

**Crédits ECTS :** 2,5      **Volume horaire :** 9 C 7 TD 6 TP

**Modules pré-requis :**

**Type de contrôle :** Examen écrit (2,5)

**Mots Clés :** Modèle relationnel, normalisation, langages de manipulation, SQL, modèle objet

**Objectifs :** L'objectif de ce cours est d'introduire les concepts nécessaires pour la définition et l'implémentation d'une base de données.

**Programme :**

- Introduction aux systèmes de gestion de bases de données.
- Modèles de données. ( Entité-association, Relationnel, orienté objet)
- Langages (CODASYL, SQL)
- Normalisation.
- Techniques d'implémentation.
- TP de mise en oeuvre (SQL, JDBC, Gestionnaires de persistance)

**Bibliographie :**

- An Introduction to database systems (C. Date)
- Systems Programming Series Principles of Database systems (J.D. ULLMAN - Computer Science Press)

● **IN2A\_TG : Théorie des graphes**

**Responsable :** Fabrice Evrard

**Période :** Seconde semestre

**Crédits ECTS :** 2      **Volume horaire :** 9 C 6 TD

**Modules pré-requis :** Théorie des Graphes

**Type de contrôle :** Examen écrit (2)

**Mots Clés :** Graphes, réseaux, algorithmique

**Objectifs** : Découvrir et maîtriser quelques apports notoires de la théorie des graphes au travers de méthodes de résolution de familles classiques de problèmes.

**Programme** :

- Recherche de chemins de longueur optimale : méthodes de Moore-Dijkstra et de Ford.
- Applications : Réseaux PERT.
- Recherche de parcours hamiltoniens : méthodes de Kaufmann/Malgrange et Demoucron
- Application : voyageur de commerce. Recherche de flots optimaux : méthode de Ford-Fulkerson.
- Recherche de parcours eulériens : méthode d' Euler. Problèmes d'affectation : méthode hongroise.
- Arbres, arborescences, cycles et co-cycles. Théorème du nombre cyclomatique.
- Recherche d'arbres de poids optimaux : méthode de Kruskal.
- Graphes planaires.

**Bibliographie** :

- Graphes et hypergraphes (C. BERGE - GAUTHIER-VILLARS).
- Graphes et Algorithmes (M. GONDRAN et M. MINOUX - EYROLLES).
- Eléments de théorie des graphes (Henri FARRENY - Polycopié ENSEEIHT).

## ● IN2A\_RO : Recherche Opérationnelle

**Responsable** : Philippe Marthon

**Période** : Seconde semestre

**Crédits ECTS** : 1+1      **Volume horaire** : 1 C 10 CTD 5 TP

**Modules pré-requis** :

**Type de contrôle** : Examen écrit (1) + 1 Projet (1)

**Mots Clés** : Organisation, système, interaction, optimisation, métaheuristiques, jeux

**Objectifs** : Connaître et maîtriser les méthodes mathématiques permettant de résoudre des problèmes d'organisation

**Programme** :

- Objectif, Problème d'Organisation, Exemple
- Systèmes
- Programmation dynamique
- Programmation linéaire continue
- Optimisation
- Méthodes de descente systématique
- Méthodes de descente non systématique
- Programmation entière
- Théorie des jeux

**Bibliographie** :

- Recherche Opérationnelle, systèmes et modèles déterministes (Ph. MARTHON - Polycopié ENSEEIHT)
- Recherche Opérationnelle, théorie des jeux et modèles stochastiques (Ph. MARTHON - Polycopié ENSEEIHT)

## • IN2A\_AINT : Applications sur l'Internet

**Responsable** : Daniel Hagimont

**Période** : Seconde semestre

**Crédits ECTS** : 2      **Volume horaire** : 5 C 6 TP

**Modules pré-requis** : Systèmes communicants

**Type de contrôle** : Examen écrit (2)

**Mots Clés** : intergiciel, application Web, services Web, SOA, EJB, J2EE

**Objectifs** : Introduire les concepts et techniques sous jacentes à la construction d'application sur l'Internet. Ces applications prennent généralement la forme de services Web en ligne.

**Programme** :

- EJB et architectures J2EE
- Web Services et architectures Orientées Services (SOA)

**Bibliographie** :

- Développement Web avec J2EE - Eric Sarrion - O'Reilly
- EJB fondamental - Ed Roman, Scott Ambler, Tyler Jewel - Eyrolles
- Les Web services : techniques, démarches et outils XML, WSDL, SOAP, UDDI, Rosetta, UML - Hubert Kadima, Valérie Monfort - Dunod

## 2 Majeure Mathématiques

### • INA2\_MID : Mesure - Intégration - Distributions

**Responsable** : Patrick Altibelli

**Période** : 1er semestre

**Crédits ECTS** : 1,5      **Volume horaire** : 8 C 6 TD

**Modules pré-requis** : Espaces vectoriels normés.

**Type de contrôle** : Examen écrit (1,5)

**Mots Clés** : Mesure, fonctions mesurables, intégrale de Lebesgue, espaces fonctionnels, distributions.

**Objectifs** : Module indispensable pour la modélisation des équations fonctionnelles de la physique mathématique : solutions généralisées, méthodes variationnelles.

**Programme** :

1. Éléments de théorie de la mesure : - tribus, tribus Boreliennes, mesure sur les tribus - espace mesurable et espaces mesurés - mesure image - mesure produit - mesure diffuse atomique - cas de  $(\mathcal{R}, B_{\mathcal{R}})$
2. Éléments de théorie de l'intégration : - fonctions mesurables - fonctions intégrables et intégrale au sens de Lebesgue - propriétés fondamentales - convergence monotone et convergence dominée - espaces des fonctions sommables à la puissance p-ième - intégrales multiples et théorème de Fubini
3. Espaces  $L^p$ , AC, et BV : - semi-norme sur  $\mathcal{L}^p$  - espace de Banach  $L^p$  - espaces AC et BV - intégrales de Stieltjes
4. Éléments de théorie des Distributions : - espaces  $\mathcal{D}$  - définition et principaux exemples - dérivation - équations différentielles sur  $\mathcal{D}'$  - espaces de Sobolev  $H^1$  et  $H_0^1$

**Bibliographie** :

- Analyse (cours de l'X) (L. SCHWARTZ - Hermann)
- Dérivation et intégration (C. WAGSCHAL - Hermann)
- Éléments de la théorie des fonctions et de l'analyse fonctionnelle (A. KOLMOGOROV, S. FOMINE - Mir)
- Analyse réelle et complexe (W. RUDIN - Masson)
- Analyse de Fourier et applications (G. GASQUET, P. WITOMSKI - Masson)
- Notions fondamentales des probabilités (M. METIVIER - Dunod)

### • IN2A\_AGEO : Approximation géométrique

**Responsable** : Géraldine Morin, Philippe Berger

**Période** : Second semestre

**Crédits ECTS** : 1,5+2      **Volume horaire** : 9 C-TD 8 TP

**Modules pré-requis** :

**Type de contrôle** : Examen écrit (1,5) + Projet (2)

**Mots Clés** : Interpolation et approximation polynomiale et polynomiale par morceaux, géométrie discrète et continue.

**Objectifs** : Nous nous intéresseront à la génération de fonctions interpolantes ou approximantes. Ces techniques trouveront des applications, en géométrie discrète ou continue.

**Programme** : Le cours présentera des modèles de fonctions polynomiales, puis polynomiales par morceaux, interpolantes et approximantes. Des travaux pratiques illustreront le cours en générant des courbes fonctionnelles et paramétriques. Les TP seront présentés et notés lors des séances. Cela donnera lieu à une première note de projet court. Un deuxième projet moins encadré sur les surfaces donnera la note du second projet.

**Bibliographie** :

- A practical guide to splines (C. de BOOR, 2001)
- Curves and Surfaces for CAGD : A practical guide (G. FARIN, 2001) (existe aussi en français)
- A dynamic programming approach to curves and surfaces for geometric modeling (Ron Goldman, 2002)
- Computational Geometry (M. de BERG et al., 2000)

## ● IN2A\_PSA : Processus stochastiques et applications

**Responsable** : Philippe Marthon

**Période** : 1er semestre

**Crédits ECTS** : 1,5+2      **Volume horaire** : 11 C-TD 6 TP

**Modules pré-requis** : Probabilités

**Type de contrôle** : Examen écrit (1,5) + Projet (2)

**Mots Clés** : Processus de Markov, chaînes de Markov, files d'attente, réseaux, fiabilité

**Objectifs** : Modéliser et prévoir l'évolution de phénomènes aléatoires c'est-à-dire soumis au hasard. Applications aux phénomènes d'attente, à la fiabilité et aux réseaux.

**Programme** :

1. Chaînes de Markov à temps discret : Jeu du pile ou face - Equations de Markov - Régime transitoire - Communication (Etats récurrents, Etats transitoires, Périodicité) - Absorption - Convergence.
2. Chaînes de Markov à temps continu : - Equations de Markov - Equations de Chapman-Kolmogorov, Résolution - Exemple - Loi exponentielle - Processus de naissance et de mort - Processus de Poisson - Paradoxe de l'auto-stoppeur.
3. Files d'attente : Modèle de Kendall - Chaîne fondamentale : nombre de clients - Théorème de Little - Modèles markoviens : (Modèle M/M/, Modèle M/M/S, Modèle M/M/1/infini/m/PAPS) - Modèles d'Erlang : (Serveur d'Erlang, Modèle M/Er/1, Modèle Er/M/1, Serveur hyperexponentiel).
4. Modèles semi-markoviens : Modèle M/G/1.
5. Théorie de la fiabilité : Fiabilité et disponibilité - Sûreté de fonctionnement - Défaillances - Diagrammes de fiabilité, Coupes - Systèmes non réparables (Sans redondance, Avec redondance) - Systèmes réparables.
6. Réseaux : Réseaux de files d'attente. Optimisation - Etude de cas : contrôle d'accès à un canal - Allocation statique - Allocation dynamique (ALOHA, CSMA, Ethernet).
7. Champs markoviens et applications au traitement d'images.
8. Martingales. Mouvement brownien.

**Bibliographie** : Recherche Opérationnelle, théorie des jeux et modèles stochastiques (Ph.MARTHON - Polycopié ENSEEIHT)

## • IN2A\_EDO : Equations différentielles ordinaires

**Responsable** : Joseph Gergaud

**Période** : 2ème semestre

**Crédits ECTS** : 1,5      **Volume horaire** : 9 C-TD 4 TP

**Modules pré-requis** :

**Type de contrôle** : Examen écrit (1,5)

**Mots Clés** :

**Objectifs** : Aborder la résolution numérique de systèmes différentiels ordinaires

**Programme** :

- Généralités sur les équations différentielles ordinaires et sur les systèmes différentiels.
- Méthodes numériques de résolution : méthodes à un pas, méthodes multi-pas, méthodes de prédiction - correction.
- Consistance, stabilité, convergence.
- Problèmes raides et notion de A-stabilité.

**Bibliographie** :

## • IN2A\_IMK : Introduction aux méthodes de Krylov

**Responsable** : Ronan Guivarch

**Période** : Premier semestre

**Crédits ECTS** : 1,5+2      **Volume horaire** : 9 C 8 TP

**Modules pré-requis** :

**Type de contrôle** : Examen écrit (1,5) + Projet (2)

**Mots Clés** : Algèbre linéaire, méthodes de Krylov, valeurs propres.

**Objectifs** : L'objectif de ce module est de développer les méthodes pour la résolution de systèmes linéaires ainsi que pour la résolution de problèmes aux valeurs propres.

**Programme** : Ce cours permettra aussi, en suivant la trame indiquée ci-dessus, de détailler les diverses transformations algébriques, factorisations, prétraitements (préconditionnement, équilibrage, ...), utilisées pour la construction d'algorithmes bien adaptés à certaines classes de matrices ou exploitant des propriétés numériques particulières.

I- Résolution des systèmes linéaires

1. Matrices symétriques et définies positives : méthodes polynômiales de Chebyshev et propriétés - méthode de la plus forte pente et propriétés - directions A-conjuguées - espaces de Krylov et méthode du gradient conjugué - Analyse de la convergence - Préconditionnement (diagonal, bloc diagonal, décomposition de domaine et complément de Schur, factorisations incomplètes, déflations, transformations polynômiales ...) et algorithmes - accélération d'une méthode itérative stationnaire symétrisable par le gradient conjugué - équations normales : CGNE et CGNR - gradient conjugué par blocs et propriétés
2. Matrices symétriques indéfinies : algorithmes MINRES et SYMMLQ
3. Bidiagonalisation et SVD : algorithme LSQR - application à la résolution de problèmes de moindres carrés linéaires

4. Matrices non-symétriques : algorithmes de GMRES, Bi-CGSTAB, QMR, . . . et propriétés - redémarrage - préconditionnement

## II- Problèmes aux valeurs propres

1. Quelques techniques utiles : QR : Gram-Schmidt, Gram-Schmidt modifié, Householder, Givens - SVD
2. Transformation des problèmes : décompositions unitaires - décompositions non unitaires - équation de Sylvester
3. Les algorithmes pour la décomposition de Schur : décompositions de Schur partielle - décompositions de Schur réelle
4. Réduction sous forme Hessenberg supérieure : par transformation de Householder - par la méthode d'Arnoldi
5. Tridiagonalisation d'une matrice symétrique réelle : par la méthode de Lanczos - liens entre la méthode de Lanczos et le Gradient Conjugué

### Bibliographie :

- Matrix Algorithms Vol I et Vol II (G.W. STEWART - SIAM)
- Applied Linear Algebra (J.W. DEMMEL - SIAM)

## ● IN2A\_SCC : Systèmes concurrents et communicants

**Responsable** : Daniel Hagimont

**Période** : Premier semestre

**Crédits ECTS** : 2+2      **Volume horaire** : 11 C 3 TD 11 TP

**Modules pré-requis** :

**Type de contrôle** : Examen écrit (2) + Projet (2)

**Mots Clés** : Système d'exploitation, parallélisme, processus concurrents et communicants, moniteurs/sémaphores, objets répartis.

**Objectifs** : Présenter d'une part les problèmes de synchronisation de processus parallèles dans un environnement à mémoire partagée. D'autre part introduire les outils avancés des systèmes d'exploitation centralisés et les systèmes communicants.

### Programme :

- Cours :
  - Introduction : sémantique du parallélisme par entrelacement, problème de l'exclusion mutuelle et solutions.
  - Mécanismes de synchronisations (sémaphores, moniteurs) études de problèmes génériques (producteurs/consommateurs, lecteurs/rédacteurs, client/serveur ...) et analyse des solutions (interblocage, famine).
  - Conception et mise en oeuvre de processus légers.
  - Systèmes communicants : communication inter-machines sous UNIX (Socket). -Objets et services distribués (CORBA, RMI). -Middleware à message.
- TD : Problèmes de synchronisation traités avec des moniteurs de Hoare.
- TP : Synchronisation et threads POSIX - Socket UNIX. RMI - Middleware à message.

**Bibliographie :**

- Systèmes d'exploitation (A. TANENBAUM - InterÉditions)
- Techniques de synchronisation pour les Applications Parallèles (G. PADIOU, A. SAYAH - CEPADUES-Editions)
- Programming with POSIX threads (D. BUTENHOF - Addison-Wesley)
- Distributed systems : concepts and design (F. COULOURIS, J. DOLLIMORE, T. KINDBERG - Addison-Wesley)

**• IN2A\_RH : Recherche heuristique et satisfaction de contraintes****Responsable :** Fabrice Evrard**Période :** Second semestre**Crédits ECTS :** 1      **Volume horaire :** 5 C 3 TD**Modules pré-requis :** Théorie des graphes**Type de contrôle :** Examen écrit (1)**Mots Clés :** Intelligence artificielle, techniques générales de résolution de problèmes, algorithmique**Objectifs :** Introduire la problématique originale de l'Intelligence Artificielle, découvrir et maîtriser des outils formels et algorithmiques génériques.**Programme :**

- Position de l'Intelligence Artificielle. Recherche aveugle dans les graphes.
- De la recherche ordonnée à la Recherche heuristique : méthodes de NILSSON, PEARL, GHALLAB et variantes.
- Théorèmes d'admissibilité, optimalité, comparaison. Applications.
- Algorithmes de base pour la Satisfaction de contraintes : BT, BJ, CBJ, FC, BM et hybrides.
- Théorèmes afférents. Applications.

**Bibliographie :**

- Eléments d'Intelligence Artificielle (H. FARRENY et M. GHALLAB - Hermès).
- Principes d'Intelligence Artificielle (N. NILSSON - CEPADUES).
- Recherche Heuristiquement Ordonnée (H. FARRENY - Masson).
- Eléments d'Intelligence Artificielle (H. FARRENY - photocopié ENSEEIHT).

**• IN2A\_APP : Apprentissage et applications****Responsable :** Vincent Charvillat**Période :** Second semestre**Crédits ECTS :** 1,5+1      **Volume horaire :** 9 C-TD 8 TP**Modules pré-requis :** Algèbre, programmation mathématique, probabilités, statistiques**Type de contrôle :** Examen écrit (1,5) + TP noté (1)**Mots Clés :** Théorie statistique de l'apprentissage, approches supervisées, non-supervisées, par renforcement, regression, regression robuste, classification**Objectifs :**

**Programme :**

- Introduction à la théorie de l'apprentissage en mode supervisé.
- Modèles statistiques pour la regression et la régression robuste.
- Modèles statistiques pour la classification (théorie bayésienne).
- Sélection de modèle et validation croisée.
- Méthodes à noyaux et SVM.
- Méthodes d'apprentissage non-supervisées.
- Processus décisionnels de Markov et apprentissage par renforcement.

**Bibliographie :**

- The elements of statistical Learning (HASTIE, TIBSHIRANI, FRIEDMAN - Springer 2001)
- Pattern Classification (DUDA, HART, STORK - Wiley, second ed. 2001)
- Reinforcement Learning : An Introduction (SUTTON, BARTO - MIT Press 1998)

**● IN2A\_COPT : Controle optimal**

**Responsable :** Joseph Gergaud, Jean-Baptiste Caillaud

**Période :** 2ème semestre

**Crédits ECTS :** 1,5+2      **Volume horaire :** 9 C 8 TP

**Modules pré-requis :** Progr mathématique, équations différentielles ordinaires, integration

**Type de contrôle :** Examen écrit (1,5) + Projet (2)

**Mots Clés :** Systèmes dynamiques, principe du maximum, problèmes aux deux bouts, méthode de tir, transfert orbital.

**Objectifs :** Introduction au controle optimal des équations différentielles ordinaires sur la base d'exemples modernes, notamment en mécanique spatiale. Présentation de la théorie de base (existence et condition nécessaire de solution) et des principaux algorithmes de résolution numérique.

**Programme :**

1. Introduction : définition d'un problème de controle optimal - problème linéaire à cout quadratique (LQR) - transfert d'orbite (minimisation du temps ou de la consommation)
2. Contrôlabilité, existence : ensemble des états accessibles - crochet de Lie, théorème de Chow - théoreme de Filippov
3. Principe du maximum : réduction à l'étude de l'ensemble des états accessibles - énoncé du principe - cas de la dynamique linéaire - cas général
4. Algorithmes : méthodes directes (discrétisation état-contrôle, contrôle, état) - méthodes indirectes (tir simple, multiple)
5. Applications : problèmes à dynamique linéaire (temps min., coût  $L^2$ ,  $L^1$ ) - transfert orbital (temps, énergie et consommation min.)

**Bibliographie :**

- Control theory from the geometric viewpoint (A.A. AGRAVECH, YU.L. SACHKOV - SISSA-ISAS, Trieste, 2002)
- The role of singular trajectories in control theory (B. BONNARD and M. CHYBA - Springer-Verlag, 2001)
- Optimization Theory and Applications (L. CESARI - Springer- Verlag, 1983)
- Foundations of optimal control theory (E.B. LEE and L. MARKUS - Krieger Publishing Company, 1986)

## • IN2A\_EDP : Equations aux dérivées partielles

**Responsable** : Serge gratton

**Période** : Premier semestre

**Crédits ECTS** : 2,5      **Volume horaire** : 11 C-TD 8 TP

**Modules pré-requis** :

**Type de contrôle** : Examen écrit (2,5)

**Mots Clés** :

**Objectifs** : Discrétiser une E.D.P stationnaire et d'évolution et apprendre les problèmes informatiques liés à cette discrétisation.

Estimer des majorations d'erreur et étudier la stabilité numérique des algorithmes. Implanter la résolution numérique d'un problème d'E.D.P par différences finies.

Mettre sous forme variationnelle une EDP stationnaire. Implanter sur ordinateur la résolution numérique d'un problème d'E.D.P. par la méthode des éléments finis

**Programme** :

- Introduction
- Définitions et Vocabulaire - Classification des E.D.P. - Grands types d'applications.
- Discrétisation par différences finies de problèmes linéaires stationnaires : propriétés algébriques des opérateurs discrets, majoration d'erreur, algorithmes de résolution des problèmes discrétisés.
- Discrétisation par différences finies de problèmes linéaires d'évolution à une dimension d'espace : Problèmes modèles : équation de la chaleur - propriétés des opérateurs continus - inégalité de l'énergie - algorithmes de résolution des problèmes discrétisés : schémas explicites et implicites - approximation des problèmes continus et majoration d'erreur - stabilité, consistance et convergence.
- Modélisation d'un problème modèle : le problème de la membrane élastique.
- Formulation variationnelle des E.D.P.
- Discrétisation par éléments finis des problèmes stationnaires (elliptiques) - Majoration d'erreur.
- Implantation de la méthode des éléments finis.

**Bibliographie** :

## • IN2A\_ICF : Introduction au calcul formel

**Responsable** : Bernard Thiesse

**Période** : Second semestre

**Crédits ECTS** : 1      **Volume horaire** : 3 C-TD 3 TP

**Modules pré-requis** :

**Type de contrôle** : TP notés (1)

**Mots Clés** : Systèmes de Calcul Formel, Calcul Symbolique, Mathématiques Expérimentales, MAPLE, MUPAD

**Objectifs** : Acquérir le vocabulaire de base de cette discipline des Mathématiques Expérimentales. par la maîtrise du langage de programmation MAPLE, la prise de conscience des possibilités d'expériences, en nombre infini, qu'ouvre un système de calcul formel (MAPLE ou MUPAD) avec expérimentation par les TD + TP de la démarche systématique des Mathématiques Expérimentales, à savoir :

- Se poser une question (= problème mathématique)
- Ecrire un algorithme pour la résoudre

- Implémenter l'algorithme en MAPLE (voire MUPAD) par un sous-programme
- Expérimenter le sous-programme sur un jeu de données significatif
- Dégager une conjecture sur la base des résultats expérimentaux
- Prouver à l'aide de MAPLE (MUPAD) la conjecture en question

**Programme** : Par trois séances de cours-TD :

- introduire le vocabulaire
- présenter MAPLE et MUPAD ainsi que l'interface avec MATLAB (calcul numérique)
- introduire les "questions" à résoudre en TP

Par deux à trois séances de TP :

- se familiariser à MAPLE (voire MUPAD) depuis MATLAB
- résoudre "le déterminant de Cauchy"
- résoudre "la décomposition de Gauss d'une forme quadratique"
- résoudre "la dérivée n-ième de la composée  $h = g \circ f$ "

**Bibliographie** :

- Introduction au calcul symbolique et aux mathématiques expérimentales. Algèbre générale et linéaire, Tome 2. *Daniel Kroh et Stéphane Legros*. Vuibert 1999
- Introduction au calcul symbolique et aux mathématiques expérimentales, Le système MAPLE, Tome 1. *Daniel Kroh et Stéphane Legros*. Vuibert 1999

## ● IN2A\_RES : Principe des réseaux et applications

**Responsable** : Christian Fraboul, Emmanuel Chaput, André-Luc Beylot

**Période** : 2ème semestre

**Crédits ECTS** : 2      **Volume horaire** : 4 C 8 C-TD 7 TP

**Modules pré-requis** :

**Type de contrôle** : Examen écrit (2)

**Mots Clés** : Modèles de référence, architecture TCP/IP, applications réseaux

**Objectifs** : Introduire les principes et mécanismes essentiels d'une architecture TCP/IP et de la mise en oeuvre d'une application réseaux

**Programme** : Introduction : différents types de réseaux, modèles de référence, OSI

Architecture TCP/IP : notion de réseaux locaux, Ethernet, interconnexion IP

Aspects Applications

**Bibliographie** : TCP/IP - Architecture, Protocoles et Applications (D. COMER - Ed. Prentice Hall)

## ● IN2A\_TR : Introduction aux systèmes et langages temps réel

**Responsable** : Claire Pagetti

**Période** : Seconde semestre

**Crédits ECTS** : 1      **Volume horaire** : 6 CTD

**Modules pré-requis** : Outils Mathématiques pour l'informatique, système d'exploitation.

**Type de contrôle** : Examen écrit (1)

**Mots Clés** : Temps-Réel, synchrone, asynchrone, ordonnancement,

**Objectifs** : Sensibilisation à la problématique des systèmes informatiques temps-réel. Présentation des problèmes de conception, vérification et ordonnancement, ainsi que de quelques méthodes de résolutions.

**Programme** :

1. Problématique, spécifications et langages temps réels
  - Introduction : Présentation de la problématique temps-réel, les deux principales approches (synchrone et asynchrone), les différentes qualités de temps réel asynchrone (temps-réel dur vs temps réel mou). La notion de système d'exploitation temps réel.
  - Langages pour le temps réel : Approche synchrone : Lustre, Esterel - Approche asynchrone : SDL
2. Ordonnancement et systèmes temps-réel
  - ordonnancement des tâches indépendantes périodiques ou non
  - ordonnancement des tâches dépendantes
  - gestion de surcharge
  - ordonnancement multi-processeurs

**Bibliographie** :

- Real-time systems (James W. S. LIU - Prentice-Hall)
- Systèmes temps réel : volumes 1 et 2 (N. NAVET - Hermès Lavoisier)
- Vérification de logiciels (Ph. SCHNOEBELEN - Vuibert)

## ● IN2A\_TDL : Traduction des Langages

**Responsable** : Marcel Gandriau

**Période** : 2ème semestre

**Crédits ECTS** : 1,5      **Volume horaire** : 4 C 4 TD 5 TP

**Modules pré-requis** : Analyse des informations structurées, java

**Type de contrôle** : Examen écrit (1,5)

**Mots Clés** : Grammaires attribuées, analyse sémantique, génération de code.

**Objectifs** : Concepts d'un compilateur. Réalisation d'un compilateur pour une machine virtuelle (TAM).

**Programme** : Traduction des Langages (TDL)

- Grammaires attribuées : Définition, Evaluation descendante .
- Concepts de la traduction :
  - Gestion de la Table des Symboles,
  - Contrôle de type,
  - Gestion de la mémoire
  - Génération de code.

**Bibliographie** : Compilateurs, techniques et outils (AHO-ULLMAN - Interéditions)

### 3 Majeure Informatique

#### • IN2A\_SCONC : Systèmes concurrents

**Responsable** : Philippe Quéinnec  
**Période** : Premier semestre  
**Crédits ECTS** : 2+2      **Volume horaire** : 9 C, 3 TD, 4 TP  
**Modules pré-requis** : Systèmes d'exploitation centralisés  
**Type de contrôle** : Examen écrit (2) + projet commun avec « Intergiciels » (2)

**Mots Clés** : Parallélisme, processus concurrents, sémaphores et moniteurs

**Objectifs** : Étudier les concepts de la programmation parallèle et concurrente dans un contexte centralisé.

**Programme** : L'objectif de ce module est d'étudier les concepts de la programmation parallèle et concurrente dans un contexte centralisé. Dans un premier temps, le problème de la synchronisation des processus est étudié. Les schémas génériques de coopération ou concurrence (exclusion mutuelle, producteur-consommateur, client-serveur, lecteurs-rédacteurs, allocateur, etc) sont exposés et résolus à l'aide des mécanismes classiques de synchronisation (sémaphores, événements, moniteurs, rendez-vous). La notion d'activité ou thread est ensuite décrite pour gérer le parallélisme à grain fin. Enfin, la notion de transaction est étudiée en particulier sous l'aspect sérialisation.

**Bibliographie** :

- Techniques de synchronisation pour les Applications Parallèles (G. Padiou, A. Sayah - Cépadues Editions)
- Programming with POSIX threads (D. Butenhof - Addison-Wesley)

#### • IN2A\_STRANS : Systèmes de transitions

**Responsable** : Xavier Thirioux  
**Période** : Premier semestre  
**Crédits ECTS** : 1,5      **Volume horaire** : 4 C, 5 CTD, 3 TP  
**Modules pré-requis** : Outils mathématiques pour l'informatique  
**Type de contrôle** : Examen écrit (1,5)

**Mots Clés** : système de transition, logique temporelle.

**Objectifs** : introduction à la modélisation formelle de systèmes et à leur validation.

**Programme** : Le problème de la modélisation, spécification et validation de systèmes, en particulier concurrents, est étudié. Les systèmes de transitions sont utilisés comme outil de base de modélisation. Les logiques temporelles CTL et LTL permettent de spécifier les propriétés de sûreté, vivacité et équité de tels systèmes. Dans ce cadre, l'environnement TLA+ est mis en œuvre. Enfin, les techniques de vérification des propriétés temporelles sont abordées d'une part par vérification de modèle (model-checking) et d'autre part, par preuve.

**Bibliographie** : Specifying Systems (L. Lamport - Addison-Wesley)

## ● IN2A\_SEM : Sémantique et traduction des langages

**Responsable** : Marcel Gandriau, Marc Pantel

**Période** : Premier semestre

**Crédits ECTS** : 3+2      **Volume horaire** : 15 C 13 TD 11 TP

**Modules pré-requis** : Analyse des informations structurées, java

**Type de contrôle** : Examen écrit (3) + Projet (2)

**Mots Clés** : Sémantiques formelles des langages

**Objectifs** : Initiation aux sémantiques. Concepts d'un compilateur. Mise en oeuvre d'un générateur de compilateurs basé sur les grammaires attribuées (GEN6).

**Programme** :

1. Sémantiques Formelles des Langages de Programmation :
  - Sémantique dénotationnelle,
  - Sémantique opérationnelle,
  - Système de types.
2. Traduction des Langages :
  - Grammaires attribuées,
  - Evaluation descendante des grammaires attribuées LL(k).
  - Concepts de la traduction :
    - Table des symboles,
    - Gestion de la mémoire,
    - Systèmes de types,
    - Génération de code.

**Bibliographie** :

## ● IN2A\_TRES : Les techniques de base des réseaux

**Responsable** : Jean-Pierre Cabanel

**Période** : Premier semestre

**Crédits ECTS** : 2      **Volume horaire** : 12 C 8 TD

**Modules pré-requis** :

**Type de contrôle** : Examen écrit (2)

**Mots Clés** : Multiplexage, Commutation, Protocoles de communication, Modèle ISO

**Objectifs** : Maîtrise des concepts généraux de la communication par l'intermédiaire de réseaux.

**Programme** :

- Introduction.
- Concepts fondamentaux.
- Multiplexage et commutation.
- Le mécanisme des protocoles et le modèle ISO en sept couches.

**Bibliographie** :

## ● IN2A\_ARES : Architecture des réseaux : Internet

**Responsable** : Christian Fraboul, Emmanuel Chaput

**Période** : Premier semestre

**Crédits ECTS** : 2,5      **Volume horaire** : 11 C 5 TD 4 TP

**Modules pré-requis** : IN2A\_TRES

**Type de contrôle** : Examen écrit (2,5)

**Mots Clés** : Internet, TCP/IP, réseau local, ethernet, interconnexion

**Objectifs** : Cet enseignement vise à donner une vision détaillée d'une architecture réseau opérationnelle. Il reprend donc différents concepts et mécanismes fondamentaux évoqués dans le module IN2A\_TRES en décrivant leur instanciation et leurs interactions dans le cadre d'une architecture réelle.

**Programme** : Deux grandes parties peuvent être distinguées, elles seront constituées de cours illustré de travaux dirigés et pratiques :

1. Le réseau local ethernet Après une description générale de la problématique des réseaux locaux, les évolutions technologiques du réseau ethernet et son déploiement sont décrits (gestion du bus, pontage, commutation, full-duplex, ...). D'autres techniques telles que celles utilisées dans les réseaux sans-fil (Wifi) sont alors rapidement présentées et permettent d'introduire le problème de l'interconnexion auquel la pile IP apporte une réponse efficace.
2. L'architecture TCP/IP La structure générale de la pile IP est présentée, ainsi que celle de l'Internet. Chacune des couches est alors détaillée, ainsi que les interactions entre ces couches. Les aspects fonctionnels et protocolaires sont donc présentés :
  - la couche réseau : l'adressage, la commutation, les tables de routage, le protocole IP, les interactions avec la couche 2 (ethernet : protocole ARP, et ppp) ;
  - la couche transport : les services, le protocole UDP, le protocole TCP et la fiabilisation introduite par ce dernier ;
  - la couche application : deux exemples de protocoles applicatifs sont donnés, en particulier celui de l'annuaire réparti DNS.Les plans de contrôle et gestion sont également décrits parallèlement :
  - le protocole ICMP ;
  - la configuration "automatique" (protocole DHCP, ...);
  - le routage (protocoles RIP, OSPF, BGP) ;
  - le contrôle de congestion (évolutions algorithmiques de TCP, ...).Les évolutions de la pile IP seront également décrites, qu'elles soient protocolaires (IPv6, ...) ou fonctionnelles (filtrage, VPN, ...).

**Bibliographie** :

## ● IN2A\_TR : Introduction aux systèmes et langages temps réel

**Responsable** : Claire Pagetti

**Période** : Second semestre

**Crédits ECTS** : 2      **Volume horaire** : 9 C 2 TP

**Modules pré-requis** : Outils Math. pour l'informatique, système.

**Type de contrôle** : Examen écrit (2)

**Mots Clés** : Temps-Réel, synchrone, asynchrone, ordonnancement,

**Objectifs** : Sensibilisation à la problématique des systèmes informatiques temps-réel. Présentation des problèmes de conception, vérification et ordonnancement, ainsi que de quelques méthodes de résolutions.

**Programme** :

1. Problématique, spécifications et langages temps réels
  - Introduction : Présentation de la problématique temps-réel, les deux principales approches (synchrone et asynchrone), les différentes qualités de temps réel asynchrone (temps-réel dur vs temps réel mou). La notion de système d'exploitation temps réel.
  - Langages pour le temps réel : Approche synchrone : Lustre, Esterel - Approche asynchrone : SDL
2. Ordonnancement et systèmes temps-réel
  - ordonnancement des tâches indépendantes périodiques ou non
  - ordonnancement des tâches dépendantes
  - gestion de surcharge
  - ordonnancement multi-processeurs

**Bibliographie** :

- Real-time systems (James W. S. LIU - Prentice-Hall)
- Systèmes temps réel : volumes 1 et 2 (N. NAVET - Hermès Lavoisier)
- Vérification de logiciels (Ph. SCHNOEBELEN - Vuibert)

## ● IN2A\_SFV : Spécifications formelles et validation de programmes.

**Responsable** : Xavier Thirioux

**Période** : Second semestre

**Crédits ECTS** : 2+2      **Volume horaire** : 9 C 5 TD

**Modules pré-requis** : Outils mathématiques pour l'informatique, sémantique des langages.

**Type de contrôle** : Examen écrit (2) + Projet (2)

**Mots Clés** :

**Objectifs** : Ce module a pour objectif de présenter différentes méthodes formelles de spécification et de validation de programmes. Les aspects temps-réel éventuels ne seront pas abordés dans ce module, mais dans le module dédié aux systèmes temps-réel de la majeure informatique.

D'une façon générale, les méthodes de spécification et de validation développées dans ce module seront analysées en liaison avec ces mêmes problématiques telles qu'elles sont étudiées dans les autres modules de la majeure informatique.

**Programme** :

1. Introduction (1 cours)
  - notion de spécification et de validation formelle
  - systèmes de transitions
  - modularité, composition, raffinement de spécification
2. Spécifications des programmes séquentiels (2 cours + 1 TD)
  - spécifications ensemblistes et triplets de Hoare : la méthode B
  - spécifications équationnelles et systèmes de réécriture
3. Spécification des programmes communicants (2 cours + 1 TD)
  - algèbre de processus CSP et notion de simulation, bisimulation
  - algèbre de processus PI-calcul et notion de canal et de mobilité
4. Validation des programmes (2 cours + 2 TD)

- tests dynamiques
- preuves de programmes
- analyse statique / interprétation abstraite

**Bibliographie :**

- Monin, Introduction aux méthodes formelles (J.F. MONIN - Hermès, 2000)
- The B-book : Assigning Programs to Meanings (J.R. ABRIAL - Cambridge University Press, 1996)
- Communicating Sequential Processes (T. HOARE - Prentice Hall International, 1985)
- Communicating and Mobile Systems : The Pi-Calculus (R. MILNER - Cambridge University Press, 1999)
- Rewrite Systems, chap. 6 de Handbook of Theoretical Computer Science (N. DERSHOWITZ and J.P. JOUANNAUD - Elsevier, 1990)
- Interprétation abstraite, vol. 19 de Technique et science informatique (P. COUSOT - Hermès, 2000)

● **IN2A\_INT : Intergiciels**

**Responsable :** Daniel Hagimont  
**Période :** Second semestre  
**Crédits ECTS :** 2+2      **Volume horaire :** 7 C 7 TP  
**Modules pré-requis :** Systèmes opératoires 1ère année  
**Type de contrôle :** Examen écrit (2) + Projet (2)

**Mots Clés :** systèmes répartis, intergiciels, client-serveur, mémoire répartie, intergiciels à messages

**Objectifs :** Introduire les concepts et techniques des systèmes répartis et de la construction d'applications réparties. Les environnements présentés font partie du domaine des intergiciels.

**Programme :**

- Introduction aux systèmes répartis
- La communication par message - l'interface socket
- Le modèle client-serveur - Java RMI - Corba
- La mémoire virtuelle répartie
- Les intergiciels à message - l'interface JMS

**Bibliographie :**

Distributed systems : concepts and design - George Coulouris, Jean Dollimore, Tim Kindberg

● **IN2A\_VHDL : Programmation et Conception en VHDL**

**Responsable :** Ronan Guivarc'h  
**Période :** Second semestre  
**Crédits ECTS :** 2+2      **Volume horaire :** 2 C 10 TD 10 TP  
**Modules pré-requis :** Architecture des ordinateurs de 1ère année  
**Type de contrôle :** Examen écrit (2) + Projet (2)

**Mots Clés :** VHDL, langage de description matériel, conception de composants, synthèse, programmation FPGA

**Objectifs :** Découvrir les spécificités de la programmation et de la conception en VHDL.

**Programme** : Le langage VHDL sera présent par l'intermédiaire d'exemples de composants et on étudiera ses spécificités par rapport des langages logiciels largement développés (notion de signal, domaine concurrent).

Des exemples de modélisation de composants de difficulté progressive seront développés lors de séances de TD et TP pour arriver à la conception de composants d'un ordinateur (design d'un mini-processeur, hiérarchie mémoire, ...).

Une partie de l'enseignement sera aussi consacrée à l'émulation de ces composants par le biais de leur implémentation sur FPGA.

Un mini-projet complétera la formation.

#### **Bibliographie** :

- VHDL - langage, modélisation, synthèse (R. AIRIAU et al. - Presses Polytechniques et Universitaires Romandes)
- Conception de circuits en VHDL - principes et méthodologie (D. HOUZET - Cépadues- Editions)

## ● **I2A\_CALS : Calcul Scientifique**

**Responsable** : Serge Gratton, Ronan Guivarch

**Période** : Second semestre

**Crédits ECTS** : 1,5      **Volume horaire** : 3 C 4 TD 7 TP

**Modules pré-requis** :

**Type de contrôle** : TP notés (1,5)

**Mots Clés** : Simulation numérique, équations aux dérivées partielles, équations différentielles ordinaires, algèbre linéaire, convergence/efficacité, précision numérique.

**Objectifs** : Cet enseignement vise à illustrer les principales méthodes employées durant la résolution numérique des problèmes de l'ingénieur. L'accent sera mis sur l'analyse du comportement des méthodes présentées. La qualité d'une méthode se jugeant non seulement en fonction de critères mathématiques mais aussi en fonction des résultats de simulations numériques, un effort particulier sera effectué pour mener de front ces deux composantes.

Le calcul scientifique couvre un domaine très vaste de méthodes numériques (algèbre linéaire et non-linéaire, moindres carrés, valeurs propres, optimisation, interpolation, intégration, précision numérique, EPD et EDO, ...). Couvrir l'ensemble de ces problèmes ne serait pas raisonnable. Dans le cadre de ce cours, un problème d'EDP d'évolution en mécanique des fluides sera traité en travaux pratiques avec la boîte à outil EDP-toolbox de matlab et servira de guide aux méthodes numériques retenues.

#### **Programme** :

##### 1. Cours :

- Introduction générale du cours et présentation du problème physique utilisé comme fil conducteur du cours.
- Introduction aux différences finies.
- Mise sous forme variationnelle et discrétisation par éléments finis.

##### 2. Cours-TD :

- Traitement du terme temporel et prise en compte de la non-linéarité.
- Les algorithmes classiques de résolution des problèmes discrétisés : méthodes itératives et préconditionnement (CG, PCG, P-BlockPG, GMRES, factorisation incomplète) - méthodes de sous-domaines.

##### 3. TP : Durant les TPs, la boîte à outil Matlab sera utilisée pour illustrer les concepts introduits dans les cours (maillage, précision des schémas et des algorithmes de résolution, efficacité des approches numériques, conditionnement des problèmes).

Seront notamment introduits les points suivants :

- Traitement des dérivées en variables d'espace (cas des écoulements incompressibles).
- Traitement par système augmenté ou par schéma prédicteur-correcteur des contraintes.
- Mise en oeuvre d'algorithmes classiques de résolution des problèmes discrétisés.
- Convergence-conditionnement-efficacité.

**Bibliographie :**

## • IN2A\_ADS : Analyse de données et signal

**Responsable :** Vincent Charvillat, Géraldine Morin

**Période :** Second semestre

**Crédits ECTS :** 2      **Volume horaire :** 9 CTD 9 TP

**Modules pré-requis :** Algèbre, programmation mathématique, probabilités, statistiques algorithmes, structures de données et programmation

**Type de contrôle :** TP notés (2)

**Mots Clés :** Analyses de données, signaux, représentations compactes, approximation, classification

**Objectifs :** Donner une vue d'ensemble des méthodes d'analyse de données allant de leur acquisition jusqu'à leur interprétation en passant par leurs représentations compactes. Ce module est rythmé par une alternance systématique entre une séance de cours-td (présentant succinctement les éléments théoriques nécessaires) et une séance de mise en oeuvre pratique illustrée par une application (en traitement du signal ou géométrie des courbes ou classification de données visuelles).

**Programme :**

- Thème 1 : représentations et prétraitement des données
  - signal, échantillonnage, quantification,
  - représentation fréquentielle (FT, FFT),
  - représentation multi-résolution par ondelettes,
  - (rappel sur) ACP et analyse factorielle discriminante.
- Thème 2 : modélisation et classification de données
  - méthodes d'interpolation (polynômes et splines),
  - principe de prédiction de données en mode supervisé (régression/classif),
  - méthodes linéaires pour la régression,
  - méthodes linéaires pour la classification,
  - méthodes des Kppv,
  - décision bayésienne et classifieur,
  - approximations neuronales,
  - méthodes de coalescence (non-supervisé),
  - méthodes structurelles.

**Bibliographie :**

- Pattern Classification (DUDA, HART, STORK - Wiley, second ed. 2001)
- Analyse des données (VOLLE - Economica 1985)
- Analyse de Fourier et applications (GASQUET, WITOMSKI - 1990)
- A dynamic programming approach to curves and surfaces for geometric modeling (GOLDMAN - Morgan Kaufmann 2002)

## Autres enseignements

- **IN2A\_SENT : Simulation d'entreprise**

**Responsable** : Marcel Gasquet et Françoise Teychenie

**Période** : Premier semestre

**Crédits ECTS** : 1      **Volume horaire** : 10 TD

**Modules pré-requis** :

**Type de contrôle** : Rapport

- **IN2A\_PP : Projet professionnel**

**Responsable** : Geneviève Estadiou

**Période** : Premier semestre

**Crédits ECTS** : 1      **Volume horaire** : 1 Cours, 2 TD

**Modules pré-requis** :

**Type de contrôle** : Rapport

- **IN2A\_CEM : Contexte économique et management**

**Responsable** : Frank Brulhart

**Période** : Second semestre

**Crédits ECTS** : 2      **Volume horaire** : 8 cours, 5 TD

**Modules pré-requis** :

**Type de contrôle** : Rapport