

Université Paris-Saclay

Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines

Master 1
Analyse, Modélisation, Simulation

Présentation et Syllabus¹
(2023 - 2024)

1. Les informations contenues dans le présent document sont susceptibles d'évoluer légèrement.

Table des matières

Présentation du Master 1 AMS	4
Contacts	6
Modalités de contrôle des connaissances et emploi du temps	7
Calendrier provisoire	8
Tronc commun	10
Optimisation numérique	11
Introduction à l'analyse fonctionnelle et aux équations aux dérivées partielles . . .	13
Probabilités	14
Anglais	15
Introduction au calcul Scientifique et projet	16
Analyse des équations aux dérivées partielles	18
Méthodes numériques avancées et programmation	20
Méthodes inverses et assimilation de données	22
Analyse d'algorithmes, programmation	23
Spécialisation	24
Inférence statistique et théorie de l'apprentissage	25
Bases de la mécanique des milieux continus	26
Méthodes numériques	26
Introduction à la géométrie différentielle	28
Mécanique analytique	29
Introduction au calcul formel et projet	30
Théorie de l'information	32
Corps professoral	34

Présentation

Le Master 1 «Analyse, Modélisation, Simulation» (AMS) de l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines fait partie du Master «Mathématiques et Applications» de l'Université Paris-Saclay.

L'objectif principal du M1 AMS est de former des mathématiciens de haut niveau maîtrisant des techniques pointues d'analyse ainsi que les outils de modélisation et de programmation qui leur ouvriront de nombreux débouchés professionnels.

La formation est composée de cours de tronc commun et de cours de spécialisation. Ces enseignements sont répartis en 3 blocs (“Fondamentaux 1”, “Fondamentaux 2”, “Enseignements de spécialisation”) qui sont non-compensables entre-eux. La partie “Spécialisation” comporte plusieurs cours optionnels à choisir en fonction de l'orientation que vous souhaitez donner à votre Master.

Le présent document contient un descriptif des cours obligatoires et optionnels. On y trouve en particulier le poids (en nombre d'ECTS - European Credits Transfer System, le M1 comporte 60 ECTS au total), le volume horaire, le contenu et les objectifs de chaque cours. Les coordonnées des enseignants qui interviendront dans ces cours sont également fournies.

Tous les enseignements auront lieu sur le site de l'UFR Sciences de l'université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, situé au 45 avenue des Etats-Unis, Versailles (78000).

Cours obligatoires (45 ECTS)

- Optimisation numérique (bloc 1, 6 ECTS)
- Introduction à l'analyse fonctionnelle et aux équations aux dérivées partielles (bloc 1, 6 ECTS)
- Probabilités (bloc 1, 3 ECTS)
- Anglais (bloc 1, 3 ECTS)
- Analyse des équations aux dérivées partielles (bloc 2, 6 ECTS)
- Méthodes numériques avancées et programmation (bloc 2, 6 ECTS)
- Méthodes inverses et assimilation de données (bloc 2, 4 ECTS)
- Introduction au calcul scientifique et projet (bloc 2, 6 ECTS)
- Analyse d'Algorithmes, Programmation (bloc 3, 5 ECTS)

Cours optionnels (15 ECTS)

- au choix (9 ECTS) :
 - Inférence statistique et théorie de l'apprentissage (bloc 3, 9 ECTS)
- ou 3 UE parmi :
 - Bases de la mécanique des milieux continus (bloc 3, 3 ECTS)
 - Mécanique analytique (bloc 3, 3 ECTS)
 - Introduction à la géométrie différentielle (bloc 3, 3 ECTS)
 - Méthodes numériques (bloc 3, 3 ECTS)
 - Théorie de l'information (bloc 3, 3 ECTS)
- au choix (6 ECTS) :
 - Algorithmique randomisée et recherche opérationnelle (bloc 3, 6 ECTS)
 - Introduction au calcul formel (bloc 3, 6 ECTS)

Contacts

Enseignant responsable du Master 1 AMS

Tahar BOULMEZAOUD
Bâtiment Germain, bureau G 213
Mél : tahar.boulmezaoud@uvsq.fr

Secrétariat du département de mathématiques

Mme Sandrine PYRRHÉ
Bâtiment Fermat, 45 avenue des États-Unis,
78035 Versailles Cedex.
Tél : +33 1 39 25 46 46
Mél : sandrine.pyrrhe@uvsq.fr

Scolarité

Bureau des Masters
Mme Jennifer PUCHEU
Bâtiment Fermat, 45 avenue des États-Unis,
78035 Versailles Cedex.
Mél : jennifer.pucheu-lashores@uvsq.fr

Modalités de contrôle des connaissances 2023 - 2024

Chaque UE (Unité d'Enseignement) est évaluée par une note finale. Cette note est attribuée à chaque étudiant inscrit cette UE en fonction de ses résultats aux contrôles de connaissances. Elle est calculée à partir d'une note de contrôle continu (CC) et/ou d'une note d'évaluation terminale, en fonction de l'UE considérée.

L'évaluation comporte deux sessions. La session de rattrapage (session 2) sera organisée en juin 2023, pour les UE des deux semestres. Son but est de donner une seconde chance aux étudiants n'ayant pas validé certaines UE en session 1. Les notes de contrôle continu sont les mêmes dans les deux sessions.

Pour les UE relevant uniquement du département de mathématiques (voir les "tutelles" dans le descriptif des UE plus bas), la session 1 est évaluée en contrôle continu exclusif. La session 2 est évaluée à partir de la note de contrôle continu de la session 1 et de la note de l'examen de rattrapage selon la formule :

$\max\{(\text{note de rattrapage}) \times 100\%, (\text{note de CC}) \times 40\% + (\text{note de rattrapage}) \times 60\% \}$,

sauf pour l'UE "Introduction au calcul scientifique et projet" pour laquelle la formule est :

$(\text{note de CC}) \times 50\% + (\text{note de rattrapage}) \times 50\%$.

En particulier il n'y a pas de "max" dans le calcul de la note de session 2 pour cette UE qui contient une partie "projet".

Pour les UE relevant d'autres départements d'enseignement (à savoir "Anglais", "Bases de la mécanique des milieux continus", "Mécanique analytique", "Introduction à la géométrie différentielle", "Méthodes numériques" et "Algorithmique randomisée et recherche opérationnelle"), les étudiant·e·s sont invités à se rapprocher des enseignant·e·s pour connaître les modalités de contrôle des connaissances.

Emploi du temps

L'emploi du temps est disponible en ligne en suivant le lien <https://edt.uvsq.fr/> . Cet emploi du temps est susceptible d'être modifié. Il est donc important de le consulter régulièrement et de suivre les informations communiquées par les enseignants.

Calendrier provisoire 2023 - 2024

Le calendrier ci-dessous est susceptible d'être modifié. Il concerne tous les cours du M1 AMS à l'exception des cours suivants qui relèvent du calendrier du master Méthodes Mathématiques pour la Mécanique (MMM) ou des masters du département d'informatique. :

- Bases de la mécanique des milieux continus (calendrier du M1 MMM)
- Introduction à la géométrie différentielle (calendrier du M1 MMM)
- Mécanique analytique (calendrier du M1 MMM)
- Méthodes numériques (calendrier du M1 MMM)
- Algorithmique randomisée et recherche opérationnelle (calendrier des M1 d'informatique)

Calendrier 2023-2024 du Master 1 «Analyse, Modélisation, Simulation»

Début des cours : lundi 18 septembre 2023.

Date limite d'arrivée : lundi 16 octobre 2023.

Vacances de la Toussaint : du 28 octobre au 5 novembre 2023.

Vacances de la Noël : du 23 décembre 2023 au 7 janvier 2024.

Début des cours du semestre 2 : lundi 29 janvier 2024.

Vacances d'hiver : du 17 février au 25 février 2024.

Vacances de printemps : du 13 avril au 21 avril 2024.

Examens de rattrapage (session 2) : entre le 3 juin et le 28 juin 2024.

Programme des cours
du Master 1
«Analyse, Modélisation, Simulation»

Tronc commun

Optimisation numérique

Code UE :

Tutelle : Département de Mathématiques, UVSQ

Volume horaire : CM: 24h TD: 24h

ECTS : 6

Semestre : 1

Caractère : obligatoire

Intervenants : Laurent Dumas

Lieu : UVSQ

Évaluation : voir «Modalités de contrôle des connaissances».

Pré-requis : Fonctions à plusieurs variables, notions de calcul différentiel.

Description

De très nombreux problèmes en industrie, en physique et en économie consistent en la minimisation (ou la maximisation) d'une fonction objective. Ce cours vise à présenter un grand nombre de méthodes numériques qui ont été développées pour résoudre de tels problèmes. Ces méthodes peuvent être locales ou globales, déterministes ou stochastiques. De nombreux exemples seront implémentés sur machine afin d'illustrer l'emploi en pratique de ces méthodes.

Contenu

1. Introduction et rappels d'analyse
 - exemple de problème d'optimisation de formes en mécanique
 - formules de Taylor
 - rappel des conditions d'optimalité avec et sans contraintes
2. Méthodes de descente sans contrainte (descente avec recherche linéaire, Newton et quasi Newton)
3. Méthodes de descente avec contraintes (gradient projeté, pénalisation externe, algorithme d'Uzawa)
4. Méthodes de nature stochastique : recu
 - Introduction. Exemples.
 - Convexité : ensembles convexes, fonctions convexes, propriétés.
 - Optimisation sans contraintes : conditions d'optimalité d'ordres 1 et 2.
 - Optimisation avec contraintes : Théorème de Karush-Kuhn-Tucker, multiplicateurs de Lagrange. Cas d'un programme convexe.
 - Programmation linéaire. Méthode du simplexe.
 - Calcul de variations

- Exemples
- Conditions d'optimalité avec extrémités fixes. Equations d'Euler-Lagrange.
- Cas d'extrémités libres. Conditions de transversalité.
- Méthodes numériques : méthodes de descente (de gradient, de quasi-newton, etc.), méthodes stochastiques (réduit simulé, algorithmes génétiques, etc.).

Bibliographie

- Ph. G. Ciarlet, Introduction à l'analyse numérique matricielle et Optimisation, Masson, 1988.
- J. F. Bonnans, Optimisation continue : cours et exercices, Dunod, 2006.
- H. B. Hiriart-Urruty and C. Lemaréchal, Convex analysis and minimization algorithms, Vol. I, II, Springer-Verlag, 1993.

Introduction à l'analyse fonctionnelle et aux équations aux dérivées partielles

Code UE :

Tutelle : Département de Mathématiques, UVSQ

Volume horaire : CM: 24h TD: 24h

ECTS : 6

Semestre : 1

Caractère : obligatoire

Intervenants : Tahar Boulmezaoud

Lieu : UVSQ

Parcours : «Analyse, Modélisation et Simulation»

Évaluation : voir «Modalités de contrôle des connaissances».

Pré-requis : Fonctions de plusieurs variables, Calcul différentiel, Calcul intégral, Espaces vectoriels normés

Description

Ce cours commencera par l'introduction à des outils d'analyse hilbertienne et au calcul des distributions. Ces outils seront ensuite employés pour analyser quelques équations aux dérivées partielles elliptiques issues de la physique et de la mécanique.

Contenu

- Rappels et compléments sur les espaces vectoriels normés.
- Espaces de Hilbert, projection orthogonale, base hilbertienne,
- Théorème de Riesz-Fréchet, Théorème de Lax-Milgram
- Eléments sur les distributions. Transformation de Fourier.
- Espace L^2 . Espaces de Sobolev H^m .
- Traces et formules de Green.
- Inégalités de Poincaré et de Poincaré-Wirtinger.
- Exemples d'équations aux dérivées partielles. Equation de Poisson. Solution fondamentale.

Bibliographie

- Pierre-Arnaud Raviart & Jean-Marie Thomas : Introduction à l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles, Dunod, 1998.
- Haïm Brézis, Analyse fonctionnelle, Dunod, 1983.
- Lawrence C. Evans, Partial differential equations, Graduate Studies in Mathematics, Vol. 19, AMS.
- Laurent Schwartz, Méthodes mathématiques pour les sciences physiques, Hermann, 1961.

Probabilités

Code UE :

Tutelle : Département de Mathématiques, UVSQ

Volume horaire : CM: 18h TD: 12h

ECTS : 3

Semestre : 1

Caractère : obligatoire

Intervenants : Catherine Donati

Lieu : UVSQ

Évaluation : voir «Modalités de contrôle des connaissances».

Pré-requis : Calcul intégral et Théorie de la mesure ; Probabilités

Description

Le module est consacré principalement à l'étude des chaînes de Markov à espace d'états discret, avec des applications aux marches aléatoires et à des processus à valeurs dans un espace d'états discret. Dans le cadre de cette étude, nous approfondirons les notions d'espérance conditionnelle et de loi conditionnelle. Le cours se terminera par des théorèmes limites incluant des rappels sur les différents modes de convergence possibles dans le domaine des probabilités.

Contenu

- Espaces de probabilités, variables aléatoires, indépendance
- Conditionnement, Espérance conditionnelle.
- Chaînes de Markov discètes, marches aléatoires discrètes
- Convergences des variables aléatoires
- Théorèmes limites pour les chaînes de Markov discètes,

Bibliographie

- J.F. Le Gall. Cours Fimfa. Intégration, probabilités et processus aléatoires.
<https://www.math.u-psud.fr/~jflgall/IPPA2.pdf>
- P. Barbe et M. Ledoux, *Probabilité*, Belin, 1998.
- B. Bercu et D. Chafai, *Modélisation stochastique et simulation. Cours et applications*, Dunod, 2007.
- R. Durrett, *Probability : Theory and Examples*, Duxbury, 2005.
- D. Foata et A. Fuchs : *Calcul des Probabilités : Cours, exercices et problèmes corrigés*, Dunod, 2003.
- Olivier Garet, Aline Kurtzmann, *De l'intégration aux probabilités*, Ellipses, 2011.
- P. Baldi, L. Mazliak et P. Priouret *Martingales et Chaînes de Markov*. Hermann, collection Méthodes, 1998.

Anglais

Code UE : MSANGS1

Tutelle : Institut d'Etudes Culturelles et Internationales

Volume horaire : CM: 0h TD: 27h

ECTS : 3

Semestre : 1

Caractère : obligatoire

Intervenants : Lionel Thevenard

Lieu : UVSQ

Évaluation : voir «Modalités de contrôle des connaissances».

Pré-requis :

- Etre capable de comprendre à l'oral comme à l'écrit des supports d'anglais général et scientifique.
- Etre capable de faire des présentations orales et écrites sur des sujets d'actualité divers.
- Avoir d'importantes notions en grammaire anglaise.

Description

Dans un contexte à caractère professionnel, les cours en anglais Master visent à aider les étudiants à faire face aux exigences du monde du travail.

Contenu

- Job Interview
- Debating
- CV - Cover letter - Essay writing
- Listening Comprehension
- TOEIC training

Introduction au calcul scientifique et projet

Code UE :

Tutelle : Département de Mathématiques, UVSQ

Volume horaire : CM: 20h TP: 20h

ECTS : 6

Semestre : 1

Intervenants : Tahar Boulmezaoud

Lieu : UVSQ

Caractère : obligatoire

Évaluation : voir «Modalités de contrôle des connaissances».

Pré-requis : analyse et algèbre linéaire et matriciel de licence

Description

Le but de cette UE est de préparer les étudiants aux bases de la programmation et du calcul scientifique. Elle comporte essentiellement trois parties.

La première partie du cours sera dédiée à la maîtrise des éléments fondamentaux d'un langage de programmation de type C ou Python. L'apprentissage du langage sera accompagné d'une mise en oeuvre de quelques algorithmes numériques.

La deuxième partie sera consacrée aux méthodes numériques modernes et leur implémentation. Il s'agira essentiellement de la résolution de systèmes linéaires, des équations différentielles et des équations aux dérivées partielles. On y abordera aussi l'étude de problèmes issus de la modélisation mathématique de phénomènes rencontrés dans d'autres disciplines (physique, biologie, sciences de l'ingénieur, science de données, etc.).

La troisième partie consistera en la réalisation d'un projet.

Contenu

- Eléments et bases de la programmation en Langage C (ou en Python).
- Rappels sur les méthodes directes pour la résolution de systèmes linéaires
- Méthodes itératives classiques (Jacobi, Gauss-Seidel, relaxation).
- Méthodes itératives modernes. Méthodes des sous-espaces de Krylov.
- Calcul de valeurs propres.
- Schémas de résolution d'équations différentielles.
- Méthode des différences finis.
- Introduction à la méthode des éléments finis (problèmes aux limites 1D et 2D)

Bibliographie

- J. Stoer et R. Bulirsh, Introduction to numerical analysis, Springer (2nd edition).
- Introduction à l'analyse numérique matricielle et Optimisation : Ph. G. Ciarlet, Masson, 1988.

- Introduction au calcul scientifique. Aspects algorithmiques, P. Ciarlet, en ligne.
- Analyse numérique des équations aux dérivées partielles, R. Herbin, HAL, en ligne.
- A. Ern et J.-L. Guermond, éléments finis : théorie, applications, mise en oeuvre, Springer.

Analyse des équations aux dérivées partielles

Code UE :

Tutelle : Département de Mathématiques, UVSQ

Volume horaire : CM: 24h TD: 24h

ECTS : 6

Semestre : 2

Caractère : obligatoire

Intervenants : Yvan Martel

Lieu : UVSQ

Évaluation : voir «Modalités de contrôle des connaissances».

Pré-requis : Calcul intégral, calcul différentiel, notions de distributions, éléments de topologie

Description

Ce cours a comme ambition d'introduire quelques outils d'analyse des équations aux dérivées partielles. Il commencera par quelques notions et résultats de base en analyse fonctionnelle et concernant les espaces de Sobolev. On abordera ensuite l'étude de quelques équations fondamentales telles que l'équation des ondes et l'équation de Schrödinger.

Contenu

- Rappels de topologie générale (espaces topologiques, espaces métriques, espaces vectoriels topologiques, espaces vectoriels normés, etc).
- Éléments d'Analyse fonctionnelle :
 - Compléments sur les espaces de Hilbert et de Banach.
 - Dualité.
 - Théorèmes de Hahn-Banach et Banach-Steinhaus. Théorème de l'application ouverte, théorème du graphe fermé.
 - Convergences faible et faible étoile.
- Espaces L^p et espaces de Sobolev. Théorèmes de densité. Théorèmes de trace. Formules de Green.
- Formulation variationnelle.
- Équation de Poisson dans des domaines bornés.
- Équations d'évolution. Équation de la chaleur. Équation des ondes. Équation de Schrödinger

Bibliographie

- Haïm Brézis, Analyse fonctionnelle, Dunod, 1983.

- Claude Zuily, Distributions et équations aux dérivées partielles, Hermann, 2001.
- Lawrence C. Evans, Partial differential equations, Graduate Studies in Mathematics, Vol. 19, AMS.

Méthodes numériques avancées et programmation

Code UE :

Tutelle : Département de Mathématiques, UVSQ

Volume horaire : CM: 24h TD: 24h

ECTS : 6

Semestre : 2

Caractère : obligatoire

Intervenants : Christophe Chalons

Lieu : UVSQ

Évaluation : voir «Modalités de contrôle des connaissances».

Pré-requis : notions sur les distributions et les espaces de Sobolev (suggérés mais non obligatoires)

Description

L'objectif de ce cours est de proposer une introduction à l'analyse mathématique et à l'approximation numérique des solutions de certaines équations aux dérivées partielles (EDP). Ces équations interviennent de manière récurrente dans de nombreuses applications, qu'il s'agisse d'ingénierie mécanique et physique (aéronautique, nucléaire, ingénierie pétrolière, automobile...) ou de finance, d'économie, de chimie...etc.

Nous présenterons des résultats importants d'analyse théorique des EDP ainsi que les trois grandes classes de méthodes numériques associées (méthode des éléments finis, méthode des volumes finis et méthode des différences finies).

L'objectif de ce cours est également d'apporter aux élèves une première expertise numérique pour la résolution des équations aux dérivées partielles en leur proposant de programmer, de tester et de comparer différentes méthodes sur des problèmes concrets.

Contenu

- EDP elliptiques
 - Rappels sur les distributions et les espaces de Sobolev
 - Formulation variationnelle
 - Théorème de Lax-Milgram
 - Etude de la méthode des éléments finis en 1D et en 2D
- EDP hyperboliques
 - Equation de transport et équation des ondes
 - Introduction à la méthode des volumes finis
- EDP paraboliques
 - Equation de la chaleur
 - Introduction à la méthode des différences finies

Bibliographie

- 1 Pierre-Arnaud Raviart, Jean-Marie Thomas : Introduction à l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles, éditions Dunod 1998.
- 2 Brigitte Lucquin : Equations aux dérivées partielles et leurs approximations, Ellipses, 2004.
- 3 E. Godlewski et P.-A. Raviart : Hyperbolic systems of conservation laws, Ellipses 1991.
- 4 Lawrence C. Evans : Partial differential equations, Graduate Studies in Mathematics, Vol. 19, AMS.
- 5 C. Strikwerda : Finite Difference Schemes and Partial Differential Equations, SIAM 2004.
- 6 L. Hörmander : Lectures on Nonlinear Hyperbolic Differential Equations, Springer 1997.
- 7 F. Lagoutière : Polycopié de cours sur les Equations aux dérivées partielles et leurs approximations, Université Paris-Sud.

Méthodes Inverses et assimilation de données

Code UE :

Tutelle : Département de Mathématiques, UVSQ

Volume horaire : CM: 12h TD: 18h

ECTS : 4

Semestre : 2

Caractère : obligatoire

Intervenants : Maëlle Nodet

Lieu : UVSQ

Évaluation : voir «Modalités de contrôle des connaissances».

Pré-requis : Algèbre et analyse (dont optimisation) de licence

Description

Ce cours propose une introduction aux méthodes inverses, telles qu'elles sont utilisées dans les applications environnementales et industrielles. Deux grandes classes de méthodes seront étudiées, celles basées sur le filtre de Kalman et celles basées sur la théorie du contrôle optimal, et leur base commune, l'estimation statistique optimale, sera aussi introduite.

Contenu

- Outils nécessaires, rappels
 - Calcul différentiel
 - Optimisation
 - Algèbre linéaire
 - Statistiques
- Estimation statistique optimale. La méthode BLUE
- Filtre de Kalman
- Assimilation variationnelle
- Méthode adjointe
- Compléments (sous réserve du temps restant)

Bibliographie

- Asch, M., Bocquet, M., Nodet, M. (2016). Data assimilation : methods, algorithms, and applications (Vol. 11). SIAM.

Analyse d'algorithmes, Programmation

Code UE :

Tutelle : Département de Mathématiques, UVSQ

Volume horaire : CM: 16h TD: 20h

ECTS : 5

Semestre : 2

Intervenants : Yann Rotella

Lieu : UVSQ

Caractère : obligatoire

Évaluation : voir «Modalités de contrôle des connaissances».

Description

Introduction aux techniques de conceptions d'algorithmes et d'analyse de performances. TPs sur machine avec environnement Python/Sage.

Contenu

- Analyse d'algorithmes, modèles de complexité, complexité asymptotique, classes de complexité.
- Structures de données et algorithmes : ordonnancement, piles, files, tables de hachage, arbres, graphes.
- Programmation dynamique, programmation linéaire entière.
- Algorithmes arithmétiques : multiplication, pgcd, multiplication de matrices.
- Algorithmes géométriques : programmation linéaire, diagrammes de Vornoi

Bibliographie

- Thomas H. Cormen. Charles E. Leiserson. Ronald L. Rivest. Clifford Stein. Introduction to Algorithms. Third Edition. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts.
- Christos H. Papadimitriou. Computational complexity. Addison-Wesley, 1994. 523 pages.

Spécialisation

Inférence statistique et théorie de l'apprentissage

Code UE :

Tutelle : Département de Mathématiques, UVSQ

Volume horaire : CM: 36h TD: 36h

ECTS : 9

Semestre : 1

Intervenants : Ester Mariucci et Emmanuel Rio

Lieu : UVSQ

Caractère : optionnel

Évaluation : voir «Modalités de contrôle des connaissances».

Description

Le but de ce cours est de fournir les outils pour comprendre des travaux avancés en statistique et en apprentissage automatique. Une première partie sera consacrée aux tests statistiques et intervalles de confiance, à l'étude des propriétés des estimateurs classiques, à la statistique asymptotique et à la théorie de la décision. Ensuite on traitera la théorie de l'apprentissage statistique : formulation d'un problème d'apprentissage, minimisation du risque empirique, inégalités de concentration et théorie des processus empiriques.

Bases de la mécanique des milieux continus

Code UE : MYMMM105

Tutelle : Département de physique, UVSQ

Volume horaire : CM: 15h TD: 9h

ECTS : 3

Semestre : 1

Intervenants : Paolo Vannucci

Lieu : UVSQ

Caractère : optionnel

Évaluation : voir «Modalités de contrôle des connaissances».

Pré-requis : Mécanique générale, algèbre matricielle

Description

Ce cours est un module d'introduction aux notions fondamentales de la mécanique des corps déformables. Les questions concernant la déformation des milieux continus, les actions internes, les lois de comportement y sont abordées. Ce module est une étape préliminaire pour les développements qui seront abordés dans d'autres modules concernant la modélisation des solides et des structures.

Contenu

- Rappels de mécanique générale : principes fondamentaux, énergie, travail, contraintes au mouvement, équations de Lagrange.
- Milieux déformables : Gradient et mesures de la déformation ; linéarisation : le tenseur des déformations infinitésimales.
- Lois de bilan : conservation de la masse, de la quantité de mouvement, de son moment et de l'énergie ; actions internes, notion de contrainte mécanique, tenseur de la contrainte de Cauchy, équations locales de mouvement et d'équilibre.
- Elasticité : loi de Hooke, équations de Lamé, matériaux anisotropes, théorèmes fondamentaux de la théorie de l'élasticité. Problème thermo-élastique : loi de Hooke-Duhamel. Résolution des problèmes d'élastostatique : approche semi-inverse, cas notables.

Bibliographie

- H. Goldberg : *Classical mechanics*. 1950.
- S. Timoshenko, J. N. Goodier : *Theory of elasticity*. Second edition. McGraw-Hill, 1951.
- P. Vannucci : *Mécanique générale*. Téléchargeable, 2003.
- P. Germain, P. Muller : *Introduction à la mécanique des milieux continus*. Masson, 1980.

Méthodes numériques

Code UE : MYMMM104

Tutelle : Département de physique, UVSQ

Volume horaire : CM: 13.5h TD: 13.5h

ECTS : 3

Semestre : 1

Intervenants : Stéphanie Basseville

Lieu : UVSQ

Caractère : optionnel

Évaluation : voir «Modalités de contrôle des connaissances».

Pré-requis : Cours d'analyse numérique de licence de mécanique ou UE équivalente.

Description

La simulation numérique a pris une place essentielle dans la majorité des domaines scientifiques, et en particulier dans celui de la mécanique, et sa maîtrise est devenue incontournable dans une formation axée autour des sciences de l'ingénieur et de la recherche. Plus précisément, ce cours apportera aux étudiants les connaissances de base, nécessaires au traitement numérique des équations aux dérivées partielles issues de la mécanique des milieux continus et introduira les principales méthodes permettant de résoudre ces équations, principalement les méthodes de différences et éléments finis.

Le cours sera accompagné de travaux dirigés.

Contenu

- Présentation d'équations aux dérivées partielles, issues de la physique et/ou de la mécanique des milieux continus.
- Méthode des différences finies (principe, discrétisation, les schémas, conditions de Dirichlet, Neumann, mixtes...)
- Méthode des éléments finis (principe, discrétisation, interpolation, matrices élémentaires, assemblage,...)

Bibliographie

- R. Théodor, Initiation à l'analyse numérique, CNAM cours A, Masson, 1994.
- D. Euvard, Résolution numérique des équations aux dérivées partielles de la physique, de la mécanique et des sciences de l'ingénieur. Masson
- N. Recho, J. Bares, R. Benjamin, Méthode de calcul par éléments finis, Technosup, 2015.
- J-L. Batoz, Modélisation des structures par éléments finis -Tome 1, Hermes.

Introduction à la géométrie différentielle

Code UE : MYMMM***

Tutelle : Département de Physique, UVSQ

Volume horaire : CM: 15h TD: 9h

ECTS : 3

Semestre : 1

Intervenants : Paolo Vannucci

Lieu : UVSQ

Caractère : optionel

Évaluation : voir «Modalités de contrôle des connaissances».

Pré-requis : Calcul différentiel dans \mathbb{R}^n .

Contenu

- Géométrie différentielle des courbes et des surfaces : repère de Frénet, courbure, torsion, espace tangent à une surface, formes fondamentales sur une surface, courbure.
- Notion de sous variété de \mathbb{R}^n , calcul différentiel du premier ordre sur les sous variétés : espace tangent et cotangent, submersions, immersions plongements, champs de vecteurs, flot, dérivation de Lie des champs, formes différentielles
- Introduction à la notion de variété différentielle et variété riemannienne.

Bibliographie

- Do Carmo : *Differential Geometry of Curves and Surfaces*. Prentice-Hall, 1976.
- Lelong-Ferrand : *Géométrie différentielle : tenseurs, formes différentielles*.

Mécanique analytique

Code UE : MYMMM***

Tutelle : Département de Physique, UVSQ

Volume horaire : CM: 15h TD: 9h

ECTS : 3

Semestre : 1

Intervenants : Paolo Vannucci

Lieu : UVSQ

Caractère : optionel

Évaluation : voir «Modalités de contrôle des connaissances».

Pré-requis : Algèbre linéaire, analyse mathématique, mécanique générale.

Contenu

- Principe des travaux virtuels ; liens holonomes et non, déplacements virtuels, coordonnées lagrangiennes.
- Équations de Lagrange : principe de Hamilton, rappels de calcul des variations ; coordonnées cycliques, intégrales premières, Théorème de Noether. Forces dissipatives, systèmes anholonomes.
- Champs de force centrale ; problèmes de deux corps, orbites dégénérées et générales, stabilité des orbites circulaires, problème de Kepler.
- Propriétés d'inertie de systèmes ; barycentre, tenseur d'inertie, Théorème de Huygens-Steiner.
- Dynamique lagrangienne des corps rigides ; moment linéaire et angulaire, conservation, énergie cinétique, équations du mouvement, Théorème de Koenig. Équations d'Euler, mouvements à la Poinsot, gyroscopes.
- Équilibre : définition et conditions d'équilibre ; stabilité à la Lyapounov, espace des phases, Théorème de Lagrange-Dirichlet ; bifurcation de l'équilibre, claquage.
- Petits mouvements : lemme de diagonalisation simultanée, lagrangienne carrée, équations linéarisées, modes normaux.
- Mécanique Hamiltonienne : équations de Hamilton, dérivation d'un principe variationnel, mise en oeuvre du formalisme hamiltonien.

Bibliographie

- H. Goldstein : *Mécanique Classique*. PUF
- L. Landau, E. Lifshitz : *Physique Théorique : Mécanique*. Ellipses

Introduction au calcul formel

Code UE :

Tutelle : Département de Mathématiques, UVSQ

Volume horaire : CM: 20h TP: 20h

ECTS : 6

Semestre : 1

Intervenants : Pierre-Guy Plamondon et Guillermo Moreno-Socias

Lieu : UVSQ

Caractère : optionnel

Évaluation : voir «Modalités de contrôle des connaissances».

Pré-requis : algèbre et analyse de licence

Description

Ce cours est une initiation au Calcul formel (Computer Algebra en anglais). Celui-ci s'intéresse aux méthodes qui permettent de trouver des résultats de façon :

- Exacte (par opposition au Calcul numérique).
- Effective (par opposition aux théorèmes purement existentiels).
- Efficace (par opposition aux calculs dont la faisabilité est purement théorique).

L'outil de base est donc l'algorithme, dont on verra divers types. La question de l'efficacité donnera lieu à des analyses de complexité. Une partie non négligeable du cours se passera devant des ordinateurs, et sera consacrée à implémenter des algorithmes vus en cours en s'appuyant sur des logiciels de calcul formel tels que Sage.

Contenu

- Objets de base : Les grands entiers, les polynômes à 1 variable.
- Représentation. Addition et soustraction. Multiplication. Division euclidienne.
- Algorithme d'Euclide : pgcd, identité de Bézout. Applications.
- Arithmétique modulaire. Théorème chinois des restes.
- Evaluation et interpolation (polynômes de Legendre). Changement de représentation.
- Multiplication rapide : Karatsuba; transformée de Fourier discrète.
- Division euclidienne rapide grâce à Newton.
- Evaluation et interpolation rapides. Théorème chinois des restes rapide.
- Algorithme d'Euclide rapide.
- Algèbre linéaire rapide : multiplication de matrices selon Strassen.
- Factorisation de polynômes sur un corps fini (Gauss).

Bibliographie

- J. Von zur Gathen & J. Gerhard, *Modern Computer Algebra*, 3rd Edition, Cambridge University Press (2013).
- V. Shoup, *A Computational Introduction to Number Theory and Algebra*, 2nd Edition, Cambridge University Press (2008).

Théorie de l'information

Code UE :

Tutelle : Département de Mathématiques, UVSQ

Volume horaire : CM: 12h TD: 12h

ECTS : 3

Semestre : 2

Intervenants : Yann Rotella

Lieu : UVSQ

Caractère : optionnel

Évaluation : voir «Modalités de contrôle des connaissances».

Pré-requis : Algèbre linéaire. Quelques éléments d'algèbre. Théorie élémentaire des probabilités.

Description

Le but d'un système de communication est le transport d'information d'une source à un destinataire via un canal de communication. Ce canal possède en général des imperfections ce qui peut engendrer des erreurs de transmission. Aussi, le canal peut être sujet à des écoutes ce qui peut poser des problèmes de confidentialité. Finalement, l'utilisation d'un canal a un coût, il est donc important d'optimiser son usage.

Pour répondre à ces différentes exigences, on effectue un prétraitement de l'information ; il s'agit de la chaîne de codage. Celle-ci se divise en trois étapes : compression, chiffrement et ajout de redondance. Ces techniques font appel à la théorie des probabilités et à l'algèbre discrète. Ce cours présente les bases de la première et la troisième étape de la chaîne de codage, la seconde étant abondamment étudiée dans des cours de cryptographie.

Contenu

- Notions de base en théorie de l'information (entropie, information mutuelle).
- Algorithmes de compression sans perte (étape 1 de la chaîne de codage).
- Théorie des codes correcteurs d'erreurs (étape 3 de la chaîne de codage).
 - Canal sans mémoire à temps discret. Notion de capacité. Théorème de codage pour un canal bruyant. Principe de décodage par maximum de vraisemblance. Borne sur la probabilité d'erreur de décodage.
 - Théorie des codes correcteurs en blocs. Distance minimale et problématique des bornes sur la taille d'un code. Notion de code parfait.
 - Codes linéaires. Matrice génératrice et matrice de parité. Décodage par syndrome. Codes duaux. Polynôme énumérateur des poids. Identité de Mac-Williams.
 - Etude de certaines familles de codes linéaires (en bloc) et algorithmes de décodage.

— Codes convolutionnels et algorithme de Viterbi.

Bibliographie

- The Theory of Error-Correcting Codes. F. J. MacWilliams, N. J. A. Sloane North Holland Publishing Co. 1977.
- Théorie des codes (Compression, cryptage, correction). J.-G. Dumas, J.-L. Roch, E. Tannier et S. Varrette, Dunod 2007.

Corps professoral

Stephanie Basseville

Adresse : Département des sciences physiques
Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines
45, Avenue des Etats-Unis
78035 Versailles Cedex.
Tél. : +33 (0) 1 39 25 30 26
Mél : stephanie.basseville@uvsq.fr
Web :

Cours en master 1 :

- Méthodes numériques

Tahar Z. Boulmezaoud

Adresse : Laboratoire de Mathématiques de Versailles
Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines
45, Avenue des Etats-Unis
78035 Versailles Cedex.
Tél. : +33 (0)1 39 25 36 23
Mél : tahar.boulmezaoud@uvsq.fr
Web : <https://boulmezaoud.perso.math.cnrs.fr/>

Cours en master 1 :

- Introduction à l'analyse fonctionnelle et aux équations aux dérivées partielles
- Introduction au calcul scientifique et projet

Christophe Chalons

Adresse : Laboratoire de Mathématiques de Versailles
Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines
45, Avenue des Etats-Unis
78035 Versailles Cedex.
Tél. : +33 (0)1 39 25 30 68
Mél : christophe.chalons@uvsq.fr
Web : <http://chalons.perso.math.cnrs.fr/>

Cours en master 1 :

- Méthodes numériques avancées et programmation
-

Catherine Donati-Martin

Adresse : Laboratoire de Mathématiques de Versailles
Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines
45, Avenue des Etats-Unis
78035 Versailles Cedex.
Tél. : +33 (0)1 39 25 30 61
Mél : @uvsq.fr
Web : <http://lmv.math.cnrs.fr/annuaire/donati-martin-catherine/>
Cours en master 1 :

— Probabilités

Laurent Dumas

Adresse : Laboratoire de Mathématiques de Versailles
Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines
45, Avenue des Etats-Unis
78035 Versailles Cedex.
Tél. : +33 (0)1 39 25 30 66
Mél : laurent.dumas@uvsq.fr
Web : <http://dumas.perso.math.cnrs.fr/>
Cours en master 1 :

— Optimisation

Ester Mariucci

Adresse : Laboratoire de Mathématiques de Versailles
Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines
45, Avenue des Etats-Unis
78035 Versailles Cedex.
Tél. : +33 (0)1 39 25 46 27
Mél : ester.mariucci@uvsq.fr
Web : <https://estermariucci.com/>
Cours en master 1 :

— Inférence statistique et théorie de l'apprentissage

Yvan Martel

Adresse : Laboratoire de Mathématiques de Versailles
Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines
45, Avenue des Etats-Unis
78035 Versailles Cedex.
Tél. : +33 (0)1 39 25 48 08
Mél : yvan.martel@uvsq.fr
Web :
Cours en master 1 :

— Analyse des EDP

Guillermo Moreno-Socias

Adresse : Laboratoire de Mathématiques de Versailles
Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines
45, Avenue des Etats-Unis
78035 Versailles Cedex.
Tél. : +33 (0)1 39 25 46 37
Mél : Guillermo.Moreno-Socias@uvsq.fr
Web : <http://lmv.math.cnrs.fr/annuaire/guillermo-moreno-socias/>
Cours en master 1 :

— Introduction au calcul formel et projet

Pierre-Guy Plamondon

Adresse : Laboratoire de Mathématiques de Versailles
Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines
45, Avenue des Etats-Unis
78035 Versailles Cedex.
Tél. : +33 (0)1 39 25 36 17
Mél : pierre-guy.plamondon@uvsq.fr
Web : <https://www.imo.universite-paris-saclay.fr/plamondon/>
Cours en master 1 :

— Introduction au calcul formel et projet

Emmanuel Rio

Adresse : Laboratoire de Mathématiques de Versailles
Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines
45, Avenue des Etats-Unis
78035 Versailles Cedex.
Tél. : +33 (0)1 39 25 36 26
Mél : emmanuel.rio@uvsq.fr
Web : <https://lmv.math.cnrs.fr/en/laboratory/directory/emmanuel-rio/>
Cours en master 1 :

— Inférence statistique et théorie de l'apprentissage

Yann Rotella

Adresse : Laboratoire de Mathématiques de Versailles
Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines
45, Avenue des Etats-Unis
78035 Versailles Cedex.
Tél. : +33 (0)1 39 25 40 35
Mél : yann.rotella@uvsq.fr
Web : <https://rotella.fr/>
Cours en master 1 :

- Analyse d'algorithmes, programmation
 - Théorie de l'information
-

Lionel Thevenard

Adresse :
Tél. :
Mél :
Web :
Cours en master 1 :

- Anglais
-

Paolo Vannucci

Adresse : Laboratoire de Mathématiques de Versailles
45 Avenue des Etats Unis
78000 Versailles.
Tél. : +33 (0)1 39 25 42 18
Mél : paolo.vannucci@uvsq.fr
Web : <https://sites.google.com/site/paolovannucciwebsite/home>
Cours en master 1 :

- Bases de la mécanique des milieux continus
- Introduction à la géométrie différentielle
- Mécanique analytique