
PROGRAMME INGÉNIEUR

2025-2026

2e année / 3e année

Option Disciplinaire Informatique pour l'Intelligence Artificielle

OD INFOIA

RESPONSABLE DU PROGRAMME

Didier LIME



INGÉNIEUR - OD INFOIA

1er Semestre

Unité d'Enseignement	Crédits ECTS	Parcours	Acronyme	Libellé
UE 73	12	Tronc commun	ALGOA INDUR PAPY STASC	Algorithmique avancée Informatique durable Programmation avancée en Python Introduction à l'apprentissage statistique avec Python
UE 74	13	Tronc commun	AGATH DEEP MVP PIIA1 QCM	Théorie et algorithmique des jeux Apprentissage profond Modélisation et vérification probabiliste Projet 1 Qualité, conception, modélisation

2e Semestre

Unité d'Enseignement	Crédits ECTS	Parcours	Acronyme	Libellé
UE 83	14	Tronc commun	GPGPU GRAAL PIIA2 PRLOG RL	Programmation sur processeur graphique Graphes et algorithmes Projet 2 Programmation logique Apprentissage par renforcement

INGÉNIEUR - OD INFOIA

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 73 / 93

Algorithmique avancée [ALGOA]

Responsable(s) du cours : Didier LIME

Objectifs

À la fin de ce cours les étudiants et étudiantes sauront :

1. Analyser rigoureusement des algorithmes :
 - déterminer leur complexité
 - prouver leurs propriétés fonctionnelles et non-fonctionnelles
2. Concevoir des algorithmes efficaces en :
 - choisissant des structures de données adaptées
 - utilisant des méthodes génériques de résolution

Plan de l'enseignement

Le cours est divisé en trois grandes parties :

1. Analyse de programmes
 - propriétés de base des algorithmes : terminaison, correction, complétude, complexité
 - preuves inductives et invariants
 - modèles de calcul de complexité
 - décidabilité et complexité des problèmes algorithmiques
 - complexité en pratique : pire cas, meilleur cas, algorithmes récursifs
 - complexité en moyenne et algorithmes probabilistes
2. Paradigmes de conception d'algorithmes
 - énumération exhaustive
 - backtracking
 - diviser pour régner
 - programmation dynamique
 - algorithmes gloutons
 - transformations de problèmes
3. Structures de données
 - tableaux et listes
 - complexité amortie
 - files et piles
 - files de priorités, tas
 - arbres binaires de recherche et arbres AVL
 - tables de hachage

Les TP permettront de mettre tout cela en pratique au travers de la conception et du développement d'un outil de compression de fichiers.

Bibliographie sur laquelle s'appuie le cours

Thomas H. Cormen; Charles E. Leiserson; Ronald L. Rivest; Clifford Stein (2009) [1990]. Introduction to Algorithms (3rd ed.).

MIT Press and McGraw-Hill. ISBN 0-262-03384-4. 1320 pp.

Compétences auxquelles forme cet enseignement

- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
 - C2C2 : Résoudre et arbitrer
 - Intermédiaire
 - C2C3 : Penser et agir en environnement incertain
 - Intermédiaire

Compétences observées via cet enseignement

Aucune compétence observée

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Industrie, innovation et infrastructures / Lutte contre les changements climatiques / Travail décent et croissance économique

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

L'algorithmique est une brique essentielle de la conception de la plupart des systèmes d'aujourd'hui, qui permet non seulement leur fonctionnement mais aussi leur efficacité à tous niveaux.

Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	18 hrs	0 hrs	12 hrs	0 hrs	2 hrs

INGÉNIEUR - OD INFOIA

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 73 / 93

Informatique durable [INDUR]

Responsable(s) du cours : Morgan MAGNIN

Pré-requis

Connaissance de base de l'informatique (méthodologie et technologies)

Objectifs

Objectifs en termes de connaissance :

1. Règlementation et éthique :
 - Cadre juridique en matière de traitement automatique de données
 - Éthique et responsabilité
 - Les biais possible de l'intelligence artificielle (IA)
 - Agents autonomes et éthique
 - Raisonnement moral et responsabilité éthique en IA
 - Enjeux sociaux
2. Informatique verte :
 - Identifier les principes de l'informatique verte et les leviers associés
 - Enjeux et impacts directs et indirects
 - Consommation énergétique matérielle et logicielle
 - Sobriété numérique
 - Algorithmique et logiciel vert : l'éco-conception logicielle
 - Centres de données verts

Objectifs en termes de compétences :

1. Savoir construire une analyse éthique et responsable des traitements automatiques de l'information (identification de l'impact de ces traitements, des biais possibles, etc.)
2. Savoir mettre en oeuvre un diagnostic de la consommation énergétique des applications informatiques

Plan de l'enseignement

Plan de cours :

1. Introduction générale aux concepts
2. Mise en problématique sur quelques cas d'étude introduits au début du cours, et repris à la fin pour compléter les connaissances acquises dans le domaine de compétences dans l'analyse et mise en oeuvre de solutions plus responsables et durables
3. Série de cours/conférences/interventions sur les thèmes « informatique verte » et « éthiques et responsabilité »

Bibliographie sur laquelle s'appuie le cours

- Cerna Collectif. Éthique de la recherche en apprentissage machine. [Rapport de recherche] CERNA; ALLISTENE. 2017, pp.51. hal-01643281 <https://hal.inria.fr/hal-01643281/document>
- Panorama de formations et de ressources pédagogiques existantes sur le thème « informatique verte » : <https://ecoinfo.cnrs.fr/2019/06/21/formations-abordant-les-aspects-environnementaux-du-numerique/>
- MOOC « Impacts environnementaux du numérique » <https://www.fun-mooc.fr/fr/cours/impacts-environnementaux-du-numerique/>
- Mehrabi, N., Morstatter, F., Saxena, N., Lerman, K., and Galstyan, A. (2021). A survey on bias and fairness in machine learning. ACM Computing Surveys (CSUR), 54(6), 1-35. <https://arxiv.org/pdf/1908.09635>
- Acar, Hayri. Software development methodology in a Green IT environment. PhD thesis. Université de Lyon, 2017. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01724069/file/TH2017ACARHAYRI.pdf>

Compétences auxquelles forme cet enseignement

- C1 : Concevoir et prototyper des dispositifs innovants et créateurs de valeur
 - C1C1 : Faire émerger
 - Compétent
 - C1C2 : Oser
 - Intermédiaire
- C3 : Conduire des programmes complexes ou de changement de façon responsable
 - C3C3 : Clôturer et capitaliser
 - Intermédiaire

Compétences observées via cet enseignement

Aucune compétence observée

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Industrie, innovation et infrastructures / Paix et justice

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Le cours d'Informatique Durable forme les élèves-ingénieurs aux enjeux de développement durable dans le domaine de l'intelligence artificielle : impact environnemental de l'IA aux différentes échelles (serveurs, postes clients), éco-conception d'applications, cadre législatif (tant au niveau des programmes que des données), démarche de construction d'un rapport éthique pour toute application à base d'IA.

Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	12 hrs	10 hrs	8 hrs	0 hrs	2 hrs

INGÉNIEUR - OD INFOIA

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 73 / 93

Programmation avancée en Python [PAPY]

Responsable(s) du cours : Lucas LESTANDI

Objectifs

1. Mettre en place un environnement python robuste ainsi qu'un environnement de développement adapté.
2. Ecrire des programmes python efficaces utilisant les bibliothèques et abstractions modernes.
3. Assurer la lisibilité et la maintenance en suivant les principes de structuration modulaire et de style cohérents avec celles de la communauté.
4. Créer un paquet pour la distribution sur d'autres machines y compris des dépendances.

Plan de l'enseignement

Bien travailler avec python

- choisir un environnement de travail: IDE, notebooks jupyter, environnement python (conda,...)
- philosophie et syntaxe de python
- l'interpréteur python
- bonnes pratiques en programmation python (PEP8,...)

2. Structuration et types de données

- Variables, références et gestion de la mémoire
- Types de données et structures
- Programmation orienté objet (OOP) : les classes
- Ecrire du code robuste : architecture, introspection, exceptions, etc.

3. Programmer avec des modules

- les modules natifs : os, sys, subprocess,...
- les bibliothèques externes : avec pip ou conda
- quelques exemples communs : numpy, scipy, matplotlib
- créer ses propres modules

Pour aller plus loin

- les décorateurs
- communication avec d'autres langages (C++,...)
- tester et debugger
- distribution et portabilité des paquets

Compétences auxquelles forme cet enseignement

- C1 : Concevoir et prototyper des dispositifs innovants et créateurs de valeur
 - C1C1 : Faire émerger
 - Intermédiaire

Compétences observées via cet enseignement

Aucune compétence observée

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Industrie, innovation et infrastructures

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Ce cours contribue aux enjeux d'« Industrie, innovation et infrastructure » en formant les étudiants à développer des logiciels robustes, efficaces et maintenables. L'accent est mis sur la qualité du code, l'optimisation des performances et l'usage raisonné des ressources de calcul, essentiels dans les contextes industriels et scientifiques. Les méthodes et outils présentés favorisent l'innovation numérique, la reproductibilité et la pérennité des infrastructures logicielles.

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.5)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.5)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	8 hrs	0 hrs	22 hrs	0 hrs	2 hrs

INGÉNIEUR - OD INFOIA

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 73 / 93

Introduction à l'apprentissage statistique avec Python [STASC]

Responsable(s) du cours : Bertrand MICHEL

Objectifs

Ce cours est une introduction à l'apprentissage statistique.

Objectifs :

- compréhension de la problématique de l'apprentissage statistique
- compréhension des méthodes standards
- pratique avec les libraires standards de Python

Plan de l'enseignement

- introduction à l'apprentissage statistique
- rappels de statistique
- méthodes usuelles en classification
- méthodes CART, Forêts aléatoire et boosting
- méthodes non supervisées
- introduction des méthodes à noyau

Bibliographie sur laquelle s'appuie le cours

- The Elements of Statistical Learning, Data Mining, Inference, and Prediction. Trevor Hastie Robert Tibshirani Jerome Friedman, 2009 Springer.
- Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow by Aurélien Géron, O'Reilly 2017.

Compétences auxquelles forme cet enseignement

- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
 - C2C1 : Représenter et modéliser
 - Intermédiaire
 - C2C2 : Résoudre et arbitrer
 - Intermédiaire
 - C2C3 : Penser et agir en environnement incertain
 - Intermédiaire

Compétences observées via cet enseignement

- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
 - Intermédiaire

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Industrie, innovation et infrastructures

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Je ne pense pas que le positionnement de ce cours soit aligné avec les objectifs de développements durables.

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	15 hrs	17 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs

INGÉNIEUR - OD INFOIA

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 74 / 94

Théorie et algorithmique des jeux [AGATH]

Responsable(s) du cours : Didier LIME

Objectifs

À la fin de ce cours les étudiants et étudiantes sauront :

- modéliser les problèmes de décision impliquant plusieurs agents dans des environnements variés sous forme de jeux stratégiques,
- déterminer algorithmiquement les stratégies permettant le meilleur gain personnel ou le meilleur équilibre global.
- programmer des intelligences artificielles basées sur ces concepts

Plan de l'enseignement

Le cours est divisé en trois grandes parties :

1. Jeux en forme normale
 - jeux, gains, et stratégies
 - concepts de solutions : stratégies dominées, équilibres de Nash, minimisation du regret maximum, équilibres corrélés
 - jeux à deux joueurs à somme nulle
2. Jeux en forme extensive
 - jeux séquentiels
 - équilibres parfaits en sous-jeux
 - induction en arrière,
 - approximations: Monte Carlo et évaluation statique
3. Jeux répétés
 - jeux répétés de manière finie ou infinie
 - apprentissage basé sur le regret

Bibliographie sur laquelle s'appuie le cours

- Ken Binmore. *Playing for Real : A Text on Game Theory*, OUP USA, 2007.
- *Algorithmic Game Theory*, Nisan, Roughgarden, Tardos, and Vazirani, Cambridge University Press, 2007.
- *Multiagent Systems*, Y. Shoham, K. Leyton-Brown, Cambridge University Press, 2009.
- Michael Maschler, Eilon Solan, Shmuel Zamir. *Game Theory*, Cambridge University Press, 2013.

Compétences auxquelles forme cet enseignement

- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
 - C2C1 : Représenter et modéliser
 - Compétent
 - C2C2 : Résoudre et arbitrer
 - Intermédiaire

Compétences observées via cet enseignement

Aucune compétence observée

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Consommation et production responsables / Industrie, innovation et infrastructures / Inégalités réduites / Lutte contre les changements climatiques / Travail décent et croissance économique

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

La théorie des jeux, via ses applications classiques en économie (p. ex. prix Nobel d'économie en 1994, 2005, 2007, 2012 et 2014), mais aussi dans de nombreux autres domaines scientifiques (p. ex. prix Nobel de chimie 2024), offre des outils mieux appréhender le monde et ouvrir de nouvelles pistes d'innovation.

Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	16 hrs	0 hrs	14 hrs	0 hrs	2 hrs

INGÉNIEUR - OD INFOIA

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 74 / 94

Apprentissage profond [DEEP]

Responsable(s) du cours : Bertrand MICHEL / Didier LIME

Pré-requis

STASC

Objectifs

À la fin de ce cours les étudiants et étudiantes connaîtront le fonctionnement théorique et algorithmique des réseaux de neurones feed-forward, ainsi que les principaux éléments de la théorie de différents représentants de la famille des réseaux profonds (réseaux récurrents, auto-encodeurs, réseaux génératifs).

Ils et elles seront également familiarisé.es avec leur utilisation en pratique à l'aide de bibliothèques dédiées.

Enfin, ils et elles verront en comment ces modèles peuvent être appliqués pour la résolution de problèmes réels, via plusieurs cas d'études.

Plan de l'enseignement

Le cours est divisé en quatre grandes parties :

1. Réseaux feed-forward:

- Calcul en avant
- Optimisation et apprentissage
- Modèles convolutionnels
- Principes du transfer learning et du fine tuning

2. Modèles récurrents

- Modèles de type Long term Short Term Memory (LSTM)
- Modèles pour le traitement du langage naturel: embeddings, attention, et transformers

3. Auto-encodeurs et modèles génératifs

- Auto-encodeurs
- Réseaux antagonistes génératifs (GAN)
- Diffusion Models

4. Cas d'étude

- Véhicule autonome;
- Applications biomédicales.

Bibliographie sur laquelle s'appuie le cours

- The Elements of Statistical Learning, Data Mining, Inference, and Prediction. Trevor Hastie Robert Tibshirani Jerome Friedman, 2009 Springer.
- Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow by Aurélien Géron, O'Reilly 2017.

Compétences auxquelles forme cet enseignement

- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
 - C2C1 : Représenter et modéliser
 - Intermédiaire
 - C2C2 : Résoudre et arbitrer
 - Intermédiaire
 - C2C3 : Penser et agir en environnement incertain
 - Intermédiaire

Compétences observées via cet enseignement

Aucune compétence observée

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Industrie, innovation et infrastructures

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Les problématiques liées au coût environnemental de l'IA sont évoquées en introduction du cours STASC.

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	15 hrs	5 hrs	12 hrs	0 hrs	0 hrs

Modélisation et vérification probabiliste [MVP]

Responsable(s) du cours : Benoit DELAHAYE / Didier LIME

Objectifs

Les étudiantes et étudiants apprendront à maîtriser les techniques de modélisation probabilistes à états tels que les chaînes de Markov, les processus de décision Markoviens et leurs extensions temporisées et à information imparfaite, ainsi que les techniques formelles de vérification qui leur sont dédiées.

Les méthodes et techniques de ce cours seront illustrées et évaluées lors de travaux dirigés sur machine en langage Python.

Plan de l'enseignement

Le cours est divisé en deux grandes parties :

1. Modélisation probabiliste
 - Chaîne de Markov discrètes (DTMC)
 - Processus de décision Markoviens (MDP)
 - Extensions à information imparfaite (HMC et PO-MDP)
2. Vérification de modèles probabilistes
 - Model-Checking probabiliste
 - Model-Checking statistique

Bibliographie sur laquelle s'appuie le cours

- Christel Baier and Joost-Pieter Katoen. Principles of model checking. MIT press, 2008.
- Pedro R. D'Argenio, Arnd Hartmanns, and Sean Sedwards. Lightweight statistical model checking in nondeterministic continuous time. In Tiziana Margaria and Bernhard Steffen, editors, ISoLA'18, volume 11245 of LNCS, pages 336–353. Springer, 2018.
- David Henriques, Joao G Martins, Paolo Zuliani, André Platzer, and Edmund M Clarke. Statistical model-checking for markov decision processes. In 2012 Ninth international conference on quantitative evaluation of systems, pages 84–93. IEEE, 2012.
- Vikram Krishnamurthy. Partially observed Markov decision processes. Cambridge university press, 2016.
- Axel Legay, Benoît Delahaye, and Saddek Bensalem. Statistical model checking : An overview. In International conference on runtime verification, pages 122–135. Springer, 2010.
- Martin L Puterman. Markov decision processes. Handbooks in operations research and management science, 2 :331–434, 1990.
- Koushik Sen, Mahesh Viswanathan, and Gul Agha. On statistical model checking of stochastic systems. In International Conference on Computer Aided Verification, pages 266–280. Springer, 2005.

Compétences auxquelles forme cet enseignement

- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
 - C2C1 : Représenter et modéliser
 - Intermédiaire

Compétences observées via cet enseignement

Aucune compétence observée

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Industrie, innovation et infrastructures / Travail décent et croissance économique

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Les modèles probabilistes permettent l'étude de nombreux systèmes dans des domaines variés (santé, écologie, transport, etc.). La vérification est un enjeu essentiel de la sûreté des systèmes critiques.

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.5)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.5)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	16 hrs	6 hrs	8 hrs	0 hrs	2 hrs

INGÉNIEUR - OD INFOIA

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 74 / 94

Projet 1 [PIIA1]

Responsable(s) du cours : Didier LIME

Objectifs

Mettre en œuvre les connaissances et compétences acquises tout au long de l'année.

Plan de l'enseignement

Début fin septembre, fin début janvier. Peut éventuellement être fusionné avec le 2e projet (PIIA2)

Compétences auxquelles forme cet enseignement

- C1 : Concevoir et prototyper des dispositifs innovants et créateurs de valeur
 - C1C1 : Faire émerger
 - Intermédiaire
 - C1C2 : Oser
 - Intermédiaire
 - C1C3 : Concrétiser
 - Intermédiaire
- C3 : Conduire des programmes complexes ou de changement de façon responsable
 - C3C1 : Concevoir un projet, un programme
 - Intermédiaire
 - C3C2 : Piloter, conduire
 - Intermédiaire
 - C3C3 : Clôturer et capitaliser
 - Intermédiaire
- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
 - C2C1 : Représenter et modéliser
 - Intermédiaire
 - C2C2 : Résoudre et arbitrer
 - Intermédiaire
 - C2C3 : Penser et agir en environnement incertain
 - Intermédiaire

Compétences observées via cet enseignement

Aucune compétence observée

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Bonne santé et bien-être / Consommation et production responsables / Industrie, innovation et infrastructures / Inégalités réduites / Lutte contre les changements climatiques / Travail décent et croissance économique

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Les projets permettent la mise en application de toute la théorie vue en cours, souvent à des cas d'études réels, en santé, industrie, ou autre.

Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	1	0 hrs	0 hrs	0 hrs	32 hrs	0 hrs

INGÉNIEUR - OD INFOIA

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 74 / 94

Qualité, conception, modélisation [QCM]

Responsable(s) du cours : Myriam SERVIÈRES

Objectifs

Le cours couvre trois thématiques clés du développement informatique en entreprise : le Génie Logiciel, les Bases de Données, et les Méthodes du Développement Informatique. Les objectifs selon ses trois thématiques sont, respectivement :

- Acquérir les bases du Génie Logiciel et de la Gestion de Projet informatique.
- Maîtriser les éléments de conception et d'utilisation des bases de données relationnelles.
- Développer en maîtrisant des outils et méthodes qui permettent de construire des applications logicielles de qualité industrielle.

À la suite de ce cours, les compétences acquises devront permettre de :

- Concevoir et modéliser un logiciel et rédiger un cahier des charges.
- Maîtriser les éléments de conception et d'utilisation des bases de données relationnelles.
- Collaborer pour le développement du logiciel, automatiser de suites de tests, et garantir la qualité du code.

Plan de l'enseignement

1. Le génie logiciel. Nous aborderons ici :

- Cycles de développement logiciel : cahier des charges, cycle de vie, planning, qualité, spécifications, production, recette.
- Modèles de conception UML : cas d'utilisation, diagrammes de classes, diagrammes de séquence, diagrammes d'états-transitions, et diagrammes d'activité.

2. Les bases de données

- Modélisation Conceptuelle et Physique, Modèle Relationnel
- Requêtes SQL
- Conception de programmes d'interrogation d'une base de données

3. Les méthodes du développement informatique.

Nous aborderons ici des outils de gestion de version, les tests unitaires, et les métriques de code.

Bibliographie sur laquelle s'appuie le cours

- Modélisation objet avec UML, Pierre-Alain Muller, Best of Eyrolles, 2005.
- UML2 et les design patterns, Craig Larman, Pearson Education, 2005.
- Software Engineering 8, Ian Sommerville, Addison Wesley, 2007.
- Le génie logiciel et ses applications, Ian Sommerville, InterEdition, 1988.
- Processus d'ingénieries du logiciel, méthodes et qualité, Claude Pinet, Pearson Education, 2002.
- UML2, Benoit Charroux, Aomar Osmani, Yann Thierry-Mieg, Pearson Education, 2005.

Compétences auxquelles forme cet enseignement

- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
 - C2C1 : Représenter et modéliser
 - Intermédiaire
 - C2C2 : Résoudre et arbitrer
 - Intermédiaire
 - C2C3 : Penser et agir en environnement incertain
 - Intermédiaire

Compétences observées via cet enseignement

- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
 - Intermédiaire

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Éducation de qualité / Industrie, innovation et infrastructures

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Ce cours de Qualité, conception et modélisation contribue aux objectifs de développement durable en formant les étudiants à l'analyse, à la représentation et à la conception de systèmes informatiques structurés, en intégrant les enjeux de qualité logicielle tout au long du cycle de développement. Il participe à l'Objectif de Développement Durable n°4 (Éducation de qualité) en favorisant l'acquisition de compétences fondamentales et intermédiaires en ingénierie logicielle, bases de données et méthodes de développement, nécessaires à la compréhension et à la modélisation de systèmes complexes. Il contribue également à l'Objectif n°9 (Industrie, innovation et infrastructures) en préparant les étudiants à concevoir des solutions logicielles fiables, structurées et conformes aux exigences de qualité attendues dans des contextes professionnels et industriels.

Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	9 hrs	8 hrs	13 hrs	0 hrs	2 hrs

INGÉNIEUR - OD INFOIA

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

Programmation sur processeur graphique [GPGPU]

Responsable(s) du cours : Pierre-Emmanuel HLADIK

Objectifs

Intégrer les concepts de l'informatique parallèle (communication et synchronisation),
Comprendre comment ces principes peuvent être mis en œuvre,
Entendre des mécanismes de plus haut niveau,
Pratiquer pour comprendre les spécificités de la concurrence,
S'initier aux preuves de propriétés des systèmes concurrents.

Plan de l'enseignement

- 1 Généralités
- 2 Introduction : pourquoi des programmes parallèles ?
- 3 La synchronisation par variables partagées
- 4 La synchronisation par la communication
- 5 Vérification de propriétés des systèmes informatiques (répartis)
- 6 Logiques temporelles, vérifications sur modèle
- 7 Vérifications temporelles et vérifications temporisées
- 8 Conclusion
- 9 Bibliographie

Compétences auxquelles forme cet enseignement

- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
 - C2C1 : Représenter et modéliser
 - Intermédiaire
 - C2C2 : Résoudre et arbitrer
 - Intermédiaire

Compétences observées via cet enseignement

Aucune compétence observée

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Consommation et production responsables / Éducation de qualité / Industrie, innovation et infrastructures

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Ce cours sensibilise aux enjeux du numérique responsable en mettant en évidence l'impact énergétique du calcul intensif et l'intérêt des architectures parallèles pour améliorer l'efficacité des traitements. Il contribue à la formation d'ingénieurs capables de concevoir des logiciels performants, fiables et sobres en ressources, en intégrant les contraintes de concurrence et de sûreté des systèmes.

Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	18 hrs	0 hrs	23 hrs	0 hrs	2 hrs

INGÉNIEUR - OD INFOIA

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

Graphes et algorithmes [GRAAL]

Responsable(s) du cours : Gaëtan STAQUET

Objectifs

Ce cours vise à donner un aperçu des graphes et de leurs algorithmes, tout en mettant l'emphase sur leur utilité pratique.

Plan de l'enseignement

Dans un premier temps, plusieurs notions et algorithmes sur les graphes seront présentés.

Ensuite, un ensemble de sujets sera proposé et chaque étudiant (en groupe) devra préparer une présentation sur l'un de ces sujets et le présenter au reste de la classe. Ces sujets concerneront la théorie des graphes (coloriage de graphes, couplages, ensembles stables, etc.), la représentation visuelle de graphes, l'utilisation de graphes comme outil de modélisation, l'implémentation efficace des algorithmes, etc. Cette liste n'est pas exhaustive.

Bibliographie sur laquelle s'appuie le cours

- E. Goodaire, M. Parmenter. Discrete Mathematics with Graph Theory. 2018.
- D. Beauquier, J. Berstel, P. Chrétienne. Eléments d'algorithmique. 1992. (disponible en ligne)
- M. Gondran, M. Minoux. Graphes et algorithmes. 2009.
- J.-C. Fournier. Théorie des graphes et applications. 2006.

Compétences auxquelles forme cet enseignement

- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
 - C2C1 : Représenter et modéliser
 - Intermédiaire

Compétences observées via cet enseignement

Aucune compétence observée

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Éducation de qualité

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Le cours sensibilise à l'utilisation de graphes pour modéliser des applications variées de manière efficace et économe en énergie, notamment par la recherche d'algorithmes adaptés et leur optimisation.

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.5)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.5)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	16 hrs	14 hrs	0 hrs	0 hrs	2 hrs

INGÉNIEUR - OD INFOIA

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

Projet 2 [PIIA2]

Responsable(s) du cours : Didier LIME

Objectifs

Mettre en œuvre les connaissances et compétences acquises tout au long de l'année.

Plan de l'enseignement

De janvier à fin mars. Peut éventuellement être fusionné avec le 1er projet (PIIA1)

Compétences auxquelles forme cet enseignement

- C1 : Concevoir et prototyper des dispositifs innovants et créateurs de valeur
 - C1C1 : Faire émerger
 - Intermédiaire
 - C1C2 : Oser
 - Intermédiaire
 - C1C3 : Concrétiser
 - Intermédiaire
- C3 : Conduire des programmes complexes ou de changement de façon responsable
 - C3C1 : Concevoir un projet, un programme
 - Intermédiaire
 - C3C2 : Piloter, conduire
 - Intermédiaire
 - C3C3 : Clôturer et capitaliser
 - Intermédiaire
- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
 - C2C1 : Représenter et modéliser
 - Intermédiaire
 - C2C2 : Résoudre et arbitrer
 - Intermédiaire
 - C2C3 : Penser et agir en environnement incertain
 - Intermédiaire

Compétences observées via cet enseignement

- C1 : Concevoir et prototyper des dispositifs innovants et créateurs de valeur
 - Compétent
- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
 - Compétent
- C3 : Conduire des programmes complexes ou de changement de façon responsable
 - Compétent

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Bonne santé et bien-être / Consommation et production responsables / Éducation de qualité / Industrie, innovation et

infrastructures / Inégalités réduites / Lutte contre les changements climatiques / Travail décent et croissance économique

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Les projets permettent la mise en application de toute la théorie vue en cours, souvent à des cas d'études réels, en santé, industrie, ou autre.

Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	2	0 hrs	0 hrs	0 hrs	48 hrs	0 hrs

INGÉNIEUR - OD INFOIA

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

Programmation logique [PRLOG]

Responsable(s) du cours : Carito GUZIOLOWSKI

Objectifs

Ce cours consiste à proposer de solutions à un problème (notamment de recherche combinatoire) en modélisant ce problème, au lieu de coder sa solution. La modélisation se fait sous forme de règles logiques qui ont une syntaxe et sémantique définie, nous utiliserons pour cela la programmation par ensemble réponses (ou Answer Set Programming, ASP). La résolution se fait avec des solveurs très puissantes, nous utiliserons gringo et clasp.

Plan de l'enseignement

Le plan à suivre pour illustrer les principales notions de ce paradigme de programmation est :

- Programmation Déclarative
- Syntaxe de l'ASP
- Sémantique de l'ASP
- Modélisation d'un problème

Les TDs et TP seront articulés autour de quelques exemples de problèmes de recherche combinatoire classiques.

Bibliographie sur laquelle s'appuie le cours

Knowledge representation, Reasoning, and Declarative Problem Solving. Chitta Baral. Cambridge University Press New York, NY, USA, 2003.

Gelfond, M., & Kahl, Y. (2014). Knowledge Representation, Reasoning, and the Design of Intelligent Agents: The Answer-Set Programming Approach. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9781139342124

Compétences auxquelles forme cet enseignement

- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
 - C2C1 : Représenter et modéliser
 - Intermédiaire
 - C2C2 : Résoudre et arbitrer
 - Intermédiaire

Compétences observées via cet enseignement

Aucune compétence observée

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Éducation de qualité

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Ce cours offre un espace d'apprentissage où le respect et l'écoute sont privilégiés, ainsi que des limites claires concernant les responsabilités de l'enseignante et des étudiant-e-s.

Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	20 hrs	0 hrs	10 hrs	0 hrs	2 hrs

Apprentissage par renforcement [RL]

Responsable(s) du cours : Didier LIME

Objectifs

À la fin de ce cours les étudiants et étudiantes sauront modéliser des problèmes de décision, dans des environnements incertains et inconnus, dans lesquels certaines actions sont associées à des récompenses (ou des punitions). Ils et elles sauront également apprendre algorithmiquement une stratégie optimisant l'espérance de gain.

Plan de l'enseignement

Le cours est divisé en trois grandes parties :

1. Introduction et modélisation
 - Processus de décision markoviens avec des récompenses;
 - Fonctions d'utilité pour les états et les actions, stratégies optimales;
 - Équations d'optimalité de Bellman et programmation dynamique.
2. Apprentissage basé sur les fonctions d'utilité
 - Méthodes de Monte Carlo;
 - Différences temporelles;
 - Approximation des fonctions d'utilité.
3. Apprentissage basé sur des stratégies paramétrées
 - Gradients de stratégies;
 - Méthodes acteur-critique.

Bibliographie sur laquelle s'appuie le cours

Richard S. Sutton and Andrew G. Barto. Reinforcement Learning: An Introduction (2nd Edition). MIT Press, 2020.

Compétences auxquelles forme cet enseignement

- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
 - C2C1 : Représenter et modéliser
 - Intermédiaire
 - C2C2 : Résoudre et arbitrer
 - Intermédiaire
 - C2C3 : Penser et agir en environnement incertain
 - Intermédiaire

Compétences observées via cet enseignement

Aucune compétence observée

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Industrie, innovation et infrastructures / Travail décent et croissance économique

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

L'apprentissage par renforcement est au cœur de nombreuses technologies de pointe actuelles, avec des applications dans la gestion de l'énergie, la chimie, les transports, etc.

Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	12 hrs	4 hrs	16 hrs	0 hrs	0 hrs