

EIENDI9	3D Interaction				CM 7h	TD 24h	HNE 19h
---------	----------------	--	--	--	----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
		x							

Responsable / *In charge of* : **Winckler Marco** (Marco.WINCKLER@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

There are many reasons we interact with 3D content. Sometimes it is to build realistic and engaging virtual worlds. Sometimes it is to experience them. Sometimes it is to create overlays on our real world that will guide and inspire us.

This course presents a series of technically oriented seminars for research and development in 3D interaction for all of these potential applications. We will begin with the fundamentals of capturing human behavior with motion capture and sensor systems. We then move onto complex and challenging interactions for building realistic scenes, objects, and visual effects. Finally, we look at interactions that intertwine the real and virtual, including ambient systems, sounds, and haptics.

Prérequis / *Prerequisite* :

- Création de Monde Virtuel
- Unity 3D, Blender

Objectifs / *Objectives* :

This class has two main goals: the first is to introduce the most current and practical interaction paradigms of 3D interaction for various roles such as content creators, UX designers, and researchers. Simultaneously, students will also be aware of the existing challenges and limitations of such systems. The second goal is to provide an opportunity to implement and observe the state of the art in 3D interaction techniques through the study and implementation of recent papers in a project.

Contenu / *Contents* :

- Introduction to 3D virtual worlds; Gesture, motion and facial capture systems
- Attention and emotion
- Sketch-based interfaces
- Dynamic smoke, fluid, and terrains
- Ambient systems
- Sound and haptics

Références / *References* :

- F. Robert, et al., (2023), "An Integrated Framework for Understanding Multimodal Embodied Experiences in Interactive Virtual Reality". 2023 ACM IMX, Nantes, France.
- Q. Guimard et al. (2022). On The Link Between Emotion, Attention And Content In Virtual Immersive Environments. In 2022 IEEE ICIP.
- B. Kim et al. (2022). Deep Reconstruction of 3D Smoke Densities from Artist Sketches. In Computer Graphics Forum (Vol. 41, No. 2, pp. 97-110).
- S. Serafin et al. (2018). Sonic interactions in virtual reality: State of the art, current challenges, and future directions. IEEE computer graphics and applications, 38(2).
- G. Richard. (2021). Studying the role of haptic feedback on virtual embodiment in a drawing task. Frontiers in Virtual Reality, 1, 573167.

Acquis / *Knowledge* :

- Capture and retargeting of 3D gestures and motion in virtual environments;
- Understanding and conception of 2D interfaces for manipulating 3D content;
- Understanding of context-aware computing for 3D environments;
- Awareness of challenges at the intersection of computer graphics, animations, and human computer interactions

Evaluation / *Assessment* :

Rendu TD (20%), Project (40%) et Examen (40%)

Création	Accessibility of Interactive Systems	CM 7h	TD 24h	HNE 19h
----------	--------------------------------------	----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / Course offered in the minor :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
		x							

Responsable / In charge of : **Winckler Marco** (Marco.WINCKLER@univ-cotedazur.fr)

Résumé / Abstract :

According to the ISO 9241 norm (2008), accessibility is defined as the ease of use of a product, a service, an environment, or a facility, regardless of individuals' capabilities. Many forms of legislation have been ratified, stating the duty to ensure access to information and communication technologies (ICT), as for example the European Accessibility Act (2019) that mandates that a range of products and services such as consumer electronics (TVs, smartphones, computers, gaming consoles, etc.), ticketing and vending machines, web sites and mobile apps, among others, comply with accessibility requirements for persons with disabilities. This course will examine accessibility for people with blindness or visual impairment, Web accessibility, mobile, and situational disabilities which are temporary and based on a specific set of circumstances (ex. broken links, environment inhibiting senses, etc.). This course will discuss and illustrate assistive technology and how such as technologies can help to mitigate the impact of situations inducing disabilities.

Prérequis / Prerequisite :

- RAS

Objectifs / Objectives :

This course aims to provide theoretical and practical bases to ensure accessibility of ICT. Moreover, students will learn from the most UpToDate guidelines for building accessible interactive systems.

Contenu / Contents :

- Definition of accessibility and universal design; Current views on impairment, disability, and handicap;
- Social issues and simulations of handicap situations (physical limitations, use of a screen reader);
- Visual, auditory, motor and cognitive impairments and the resulting disabilities;
- Assistive technologies for visual interfaces: responsive design; video games accessibility;
- Guidelines for designing computer interfaces ensuring access for all;
- Legal regulatory issues; overview of different cases (e.g., American Section 508); Deep examination of recent European directives;
- Recommendations from the World Wide Web Consortium about tools and web content to make the Web accessible to all; Methods for checking web accessibility;
- Models of accessibility and universal design.

Références / References :

- Directive (eu) 2016/2102 of the European parliament and of the council of 26 October 2016 on the accessibility of the websites and mobile applications of public sector bodies, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX%3A32016L2102>
- Directive (EU) 2019/882 of the European Parliament and of the Council of 17 April 2019 on the accessibility requirements for products and services, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2019.151.01.0070.01.ENG&toc=OJ:L:2019:151:TOC
- Giraud, S., Thérouanne, P., & Steiner, D. D. (2018). Web accessibility: Filtering redundant and irrelevant information improves website usability for blind users. *International Journal of Human-Computer Studies*, 111, 23-35. <http://dx.doi.org//10.1016/j.ijhcs.2017.10.011>
- Hans Persson, H., Åhman, H., Arvei, Yngling, A., & Gulliksen, J. (2015). Universal design, inclusive design, accessible design, design for all: different concepts—one goal? On the concept of accessibility—historical, methodological and philosophical aspects. *Universal Access in the Information Society*, 14, 505–526. <http://dx.doi.org//10.1007/s10209-014-0358-z>

- Jonathan Lazar, J. Bern Jordan, Gregg C. Vanderheiden. Toward unified guidelines for kiosk accessibility. *Interactions* 26(4): 74-77 (2019). <http://interactions.acm.org/archive/view/july-august-2019/toward-unified-guidelines-for-kiosk-accessibility>
- World Wide Web Consortium (W3C) (2018). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>
- Jacob O. Wobbrock, Krzysztof Z. Gajos, Shaun K. Kane, Gregg C. Vanderheiden: Ability-based design. *Commun. ACM* 61(6): 62-71 (2018)
- Joseph Xiong, Marco Winckler:
 - An investigation of tool support for accessibility assessment throughout the development process of Web sites. *J. Web Eng.* 7(4): 281-298 (2008)

Acquis / Knowledge :

- Understanding accessibility barriers and disabling situations
- Knowing accessibility regulations and guidelines
- Knowing tools and methods for assessing accessibility and for building accessible interactive systems

Evaluation / Assessment :

Project (50%) et Examen (50%)

EIINH901	Adaptation des Interfaces à l'Environnement	CM 0h	TD 34h	HNE 16h
----------	---	----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
		x							

Responsable / *In charge of* : **Dery Anne-Marie** (Anne-Marie.PINNA@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

Ce module a pour but de présenter la problématique de l'adaptation des IHM au contexte d'usage. Comment peut-on faire évoluer une IHM existante face aux changements de supports (smartphone, tablette, grand écran, ordinateur de bureau...), d'utilisateurs (avancé, débutant, porteur de handicap, ...) ou de l'environnement (environnement extérieur lumineux/sombre, bruyant, en mobilité).

Ce vaste problème est un des enjeux majeurs des développeurs d'IHM, le coût de développement étant conséquent à chaque évolution, les entreprises cherchent à optimiser le développement commun réutilisable.

Les cours donnent des éléments de solution au travers de technologies relatives au Responsive Web Design et au Crossplatform. Les travaux de recherche prometteurs en particulier autour de l'ingénierie des modèles sont également présentés. Dans ce module les étudiants doivent proposer une implémentation de leur IHM adaptable en utilisant des micro services développés par une équipe Back. Cela leur permet de se confronter de plus près à la relation entre les équipes Front et les équipes Back.

Prérequis / *Prerequisite* :

- Programmation Web, technologie de l'IHM, modélisation et programmation objet, patterns d'architecture d'applications interactives (MVC).
- les acquis des cours de la spécialité IHM au premier terme
- des cours en année 3 et 4 : Interfaces Homme Machine, Langages XML: schémas et transformations, Langages du Web

Objectifs / *Objectives* :

- Présenter les moyens de catégoriser les adaptations d'IHM qui peuvent être rencontrées dans les applications actuelles et du futur.
- Présenter les solutions technologiques basées sur les architectures logicielles rencontrées en entreprise (gestion autonome de l'IHM, IHM basé sur un BFF, approche micro frontends etc.) qui pourraient être mises en œuvre pour faire les bons choix pour résoudre des problèmes de développement et d'adaptations des IHM.
- Présenter des problématiques recherches pour aider à répondre à la problématique de développement et d'évolution des IHM

Contenu / *Contents* :

- Les cours présentent : la problématique d'adaptation des IHM selon les trois axes (supports, utilisateurs, environnement), les architectures principales rencontrées en entreprise, les différents grands principes mis en application lors du développement et de l'évolution d'une IHM.
- Les autres intervenants sont des spécialistes Web, anciens étudiants, en poste dans des entreprises depuis plusieurs années.
- Les étudiants devront en groupe expérimenter les solutions technologiques actuelles sur un problème d'adaptation afin de prendre du recul sur la solution et la problématique.
- Les étudiants devront également prendre du recul sur les solutions recherche présentées au regard du problème d'adaptation traité.

Références / *References* :

Acquis / *Knowledge* :

- Savoir modéliser les interactions homme-machine. Niveau: Expert
- Connaissance des spécificités des dispositifs cibles des interfaces. Niveau: Expert

Evaluation / *Assessment* :

- Soutenance Orale : 30 %
- Travail individuel : 40 %
- Rapport : 30%

EIENAR9	Administration des Réseaux	CM 7h	TD 24h	HNE 19h
---------	----------------------------	----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
x									

Responsable / *In charge of* : **Lopez Dino** (Dino.LOPEZ@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

Ce cours offre une introduction au schéma d'adressage IPv6 et sa cohabitation avec les réseaux IPv4. On s'intéressera également à l'architecture d'un centre de données multi-tenant et les réseaux overlay qui en découlent. De plus, nous illustrerons l'administration d'un tel centre de données via le container manager Kubernetes.

Prérequis / *Prerequisite* :

Programmation Python, Adressage IPv4, Routage IPv4 et Retransmission au niveau 2, Connaissances de base de l'utilisation et gestion de systèmes Linux et Windows.

Objectifs / *Objectives* :

Explorer et comprendre le système d'adressage IPv6 et les mécanismes de cohabitation avec les réseaux IPv4

- Présentation de l'architecture d'un réseau cloud multi-tenant
- Introduction au management de containers avec Kubernetes

Contenu / *Contents* :

Configuration d'un réseau en IPv6 et d'un tunnel sur IPv4

- Manipulation des mécanismes de virtualization légères (Linux namespaces)
- Configuration d'un réseau overlay (VLAN, VxLAN)
- Configuration et utilisation de Kubernetes

Références / *References* :

Acquis / *Knowledge* :

- Comprendre l'architecture d'un réseau IPv6.
- Comprendre les mécanismes sous-jacents de réseau cloud multi-tenant.
- Comprendre les fondements de l'orchestration de containers avec Kubernetes``

Evaluation / *Assessment* :

- 1 QCM et 1 DS

SMEAIM	Advanced AI models	CM 12h	TD 16h	HNE 22h
--------	--------------------	-----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF x	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
----------	-------	-----	---------	-----	--------	---------	------------	------------	------------

Responsable / *In charge of* : **Formenti Enrico** (Enrico.FORMENTI@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

The Advanced AI Models course focuses on two emerging paradigms for AI: Generative AI Models, Multi-Agent Systems (MAS) and optimization meta-heuristics like the Evolutionary Algorithms. This course provides theoretical foundations, practical implementations, and diverse applications of these tools. Through a combination of theoretical principles, practical examples, and case studies, students will be able to model and implement such tools effectively at the end of this course. Furthermore, this course will present to the students some open research problems in these fields.

Prérequis / *Prerequisite* :

Basics of Neural Network theory

Objectifs / *Objectives* :

- Understand different advanced AI models like
- Generative Adversarial Networks and Generative AI
- Multi-Agent Systems,
- Evolutionary Algorithms
- Select and apply these tools to real-world problem
- Understand the potential and limits of these tools

Contenu / *Contents* :

- Presentation of Generative models with applications to image and music generation
- Presentation of different Multi-Agent Systems
- An introduction to Evolutionary Algorithms, their theoretical foundations and practical issues relevant to their application to real-world problems.

Références / *References* :

- David Foster and Karl Friston. Generative Deep Learning: Teaching Machines to Paint, Write, Compose, and Play, O'Reilly publisher, 2023.
- Shoham, Y., & Leyton-Brown, K. (2008). Multiagent systems: Algorithmic, game-theoretic, and logical foundations.
- Michalewicz, Z.; Fogel, D.B. (2004), How To Solve It: Modern Heuristics. Springer.

Acquis / *Knowledge* :

- Being capable to understanding and operating generative AI models with application to concrete problems
- Being able to model MAS
- Being able to implement solutions to real-world problems using Evolutionary Algorithms

Evaluation / *Assessment* :

Written exam (50%), presentation of a paper (50%)

EIIN952	Advanced Deep Learning	CM 12h	TD 16h	HNE 22h
---------	-------------------------------	-----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
	x							x	x

Responsable / *In charge of* : **Precioso Frédéric** (Frederic.PRECIOSO@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

In this course, different hot topics in deep learning will be presented and experimented.

- We will go in detail through all latest advances in Generative AI models: Adversarial Learning, Generative Adversarial Networks (GANs), Variational AutoEncoders, and Diffusion models
- We will quickly remind transformers and their main mechanisms, then we will learn in detail foundation models.
- We will explore general aspects of Ethics in AI and what algorithms have been proposed to mitigate biases. We will also analyze how to detect biases in LLMs.
- Finally, we will go through the latest hot topics at the time of the course, such as RAG and Advanced RAG techniques, Advanced Prompt Engineering, Reinforcement Learning methods related to LLMs

For each of these topics, we plan to present the theoretical aspects and to enable a small application built during the course hours.

Prérequis / *Prerequisite* :

- Machine Learning and Deep Learning courses from bimestre 1 (Apprentissage Machine Apprentissage profond pour l'image) or equivalent. This course is not a course for beginner in ML or Deep Learning.

Objectifs / *Objectives* :

- Discover and practice hot topics in Deep Learning

Contenu / *Contents* :

- Adversarial Learning & Generative Adversarial Networks
- Variational autoencoders & Diffusion models
- Ethics in AI at large & Ethics in LLM
- Transformers
- Foundation models
- Latest hot topics (Prompt Engineering, Advanced RAG, etc)

Références / *References* :

- <https://sebastianraschka.com/books/>
- <https://www.deeplearningbook.org/>
- <https://www.bishopbook.com/>

Acquis / *Knowledge* :

- Be aware of recent topics in deep learning

Evaluation / *Assessment* :

- Both theoretical and practical

SMENLP	Advanced Natural Language Processing	CM 12h	TD 16h	HNE 22h
--------	---	-----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF x	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
----------	-------	-----	---------	-----	--------	---------	------------	------------	------------

Responsable / *In charge of* : **Cabrio Elena** (Elena.CABRIO@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

Natural Language Processing (NLP) is a branch of Artificial Intelligence (AI) that enables computers to understand and generate human language. NLP allows us to talk to our phones, use the web to answer questions, organise discussions in books and social media, and even translate between natural languages. Because language is rich, ambiguous and very difficult for computers to understand, these systems can sometimes seem magical, but they actually rely on engineering tasks that we can address with data, mathematics and linguistic knowledge.

This course will cover deep learning methods for natural language processing, with a particular focus on Large Language Models (LLMs). We will cover modelling architectures and downstream tasks (e.g. text classification, dialogue systems and text generation). The course includes reading recent research articles, programming assignments and a final lab/project.

Prérequis / *Prerequisite* :

- Be interested in cutting-edge research in NLP
- Be familiar with the fundamental principles of machine learning and NLP (e.g. have successfully completed the M1 Info Text Processing in AI (TATIA) course or equivalent courses).
- Master the Python programming language

Objectifs / *Objectives* :

- Understand the potential of deep neural networks (both from the theoretical and operational viewpoints) and their limitations in the context of automatic language processing.
- Master recent LLM and DL models

Contenu / *Contents* :

- Deep learning for NLP
- Large Language Models (LLM)

Références / *References* :

- Jurafsky and Martin, *Speech and Language Processing*, 3rd ed.
- Bender, *Linguistic Fundamentals for NLP*. Focuses on linguistic issues relevant to NLP.

Acquis / *Knowledge* :

Knowledge of the theory and practice of deep learning networks applied to natural language processing

Evaluation / *Assessment* :

- 1 written exam (50%)
- 1 lab/projet (50%)

EIIN932	Algorithmic Approach to Distributed Computing	CM 14h	TD 10h	HNE 26h
---------	--	-----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
				x	x			x	x

Responsable / *In charge of* : **Baude Françoise** (Francoise.BAUDE@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

On aborde les problèmes de coordination d'un ensemble de processus asynchrones et répartis, nécessitant la représentation du temps et son utilisation dans un cadre réparti. Les problèmes résolus sont typiquement: élection d'un processus, communication de groupe, détection de propriétés globales (absence d'interblocage, terminaison), consensus, détection et reprise sur panne, exclusion mutuelle.

Prérequis / *Prerequisite* :

- Gestion de la concurrence entre processus (cadre centralisé) Algorithmique (de base)

Objectifs / *Objectives* :

- Être capable de comprendre les problèmes qui se posent dans le cadre de systèmes répartis, tels que posés par l'asynchronisme entre les processus s'exécutant sans supposer l'existence d'un espace mémoire global et communiquant donc par envoi de messages
- De plus, on aborde ces problèmes en considérant ou non des hypothèses de pannes. Dans ce contexte, l'objectif est de concevoir des algorithmes, même simples

Contenu / *Contents* :

- Introduction, hypothèses. Election d'un processus
- Temps dans les systèmes répartis, coupe et état consistant
- Reprise sur panne par sauvegarde d'état et journalisation de messages
- Communications de groupe
- Détecteur de pannes et Consensus (application aux transactions)
- Exclusion Mutuelle
- Détection d'états globaux: terminaison, interblocage

Références / *References* :

- Distributed Algorithms for Message-Passing Systems by M. Raynal, Springer 2013
- Distributed Systems : An Algorithmic Approach by Sukumar, Ghosh, <http://www.cs.uiowa.edu/~ghosh/16611F.html>
- Distributed systems, Principles and Paradigms, A. Tanenbaum, M. Van Steen, 2nd edition <http://www.cs.vu.nl/~steen/books/ds2/>

Acquis / *Knowledge* :

- Compréhension de problèmes typiques présents dans les systèmes et middlewares répartis
- Connaissances d'approches classiques pour la résolution de ces problèmes

Evaluation / *Assessment* :

Chaque séance donne lieu à des Exercices sous forme de Devoir maison, à rendre pour la semaine suivante. L'ensemble des 7 notes obtenues permet réaliser une moyenne qui compte pour 50% de la note globale. Un devoir individuel sur table, de 3h, compte pour 50% de la note globale.

EIIN902	Algorithms for Telecommunication Networks	CM 21h	TD 3h	HNE 26h
---------	---	-----------	----------	------------

Cours proposé dans la mineure / Course offered in the minor :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
					x				

Responsable / In charge of : **Coudert David** (David.COUDERT@inria.fr)

Résumé / Abstract :

The lectures will present problems arising in the design and management of telecommunication networks considered by operators and manufacturers. Several kinds of networks will be considered, including optical WDM networks and wireless radio networks. Examples of problems studied in these networks are routing, wavelength or frequency assignments, placement of access points, placement of sensors, fault tolerance, energy consumption.

For each problem we will show how to give simple models to tackle them. Then we will introduce algorithmic tools to solve them. All these problems being difficult, we will emphasize approximation algorithms, dynamic programming and heuristics. These studies will widely use the tools presented in Graph algorithms and combinatorial optimization.

Prérequis / Prerequisite :

- Basic knowledge of graph theory and combinatorial optimization

Objectifs / Objectives :

- Learn how to model a problem, understand its difficulty and propose methods to solve it

Contenu / Contents :

- Introduction to mixed integer linear programming
- Review of basic optimization problems
- Routing, flows and multi-commodity flows
- Frequency assignment problems in optical and wireless networks
- Network design problems
- Use software to solve integer linear programs in practice

Références / References :

- Michal Pióro, Deepankar Medhi: Routing, flow, and capacity design in communication and computer networks. Morgan Kaufmann 2004, ISBN 978-0-12-557189-0, pp. I-XXVIII, 1-765
- Arie Koster, Xavier Muñoz: Graphs and Algorithms in Communication Networks: Studies in Broadband, Optical, Wireless and Ad Hoc Networks. Texts in Theoretical Computer Science. An EATCS Series, Springer 2010, ISBN 978-3-642-02249-4
- Lectures notes of course EIIN907 "Graph Algorithms and Combinatorial Optimization": <http://www-sop.inria.fr/members/Frederic.Havet/Cours/ubinet.html> and references inside.

Acquis / Knowledge :

Evaluation / Assessment :

2 written exams (midterm: 30% of the mark; final: 40% of the mark) and a project (30% of the mark)

SMEMC3	Applied Model Checking	CM 12h	TD 16h	HNE 22h
--------	------------------------	-----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / Course offered in the minor :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF x	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
----------	-------	-----	---------	-----	--------	---------	------------	------------	------------

Responsable / In charge of : **De Maria Elisabetta** (Elisabetta.DE-MARIA@univ-cotedazur.fr)

Résumé / Abstract :

Model checking is a formal technique of computer science which is useful to verify software and hardware systems where a failure is not acceptable. It is highly used for the verification of reactive systems, which are systems constantly interacting with the environment and that may have an infinite duration. The aim of model checking is to automatically check whether a system satisfies or not a given specification concerning its temporal evolution. In this course we will learn how to model reactive systems, how to encode specifications, and how model checking algorithms work. Realistic examples are at the heart of this course.

Prérequis / Prerequisite :

Basic notions of first-order logic (Boolean connectives, existential and universal quantifiers, etc.), algorithmic complexity.

Objectifs / Objectives :

- Understand the crucial role of model checking in validating hardware and software systems
- Understand the foundations, origins, and fundamental theory of model checking
- Understand some key applications of model checking in bioinformatics and bio-medicine

Contenu / Contents :

- Different modelling techniques of transition systems
- Different temporal logics (LTL, PCTL, PLTL, etc.)
- Several applications of model-checking to bio-informatics and bio-medecine (serious games for Alzheimer patients, biological networks governing some cognitive functions, etc.)
- An application of model checking to parameter learning

Références / References :

Edmund M. Clarke, Thomas A. Henzinger, Helmut Veith, and Roderick Bloem. 2018. Handbook of Model Checking (1st. ed.). Springer Publishing Company, Incorporated.

Acquis / Knowledge :

- Being able to model transition systems
- Being able to formalize temporal properties
- Being able to use some state-of-the-art model checkers (PRISM, SPIN, etc.)

Evaluation / Assessment :

- Presentation of a paper of the student's choice concerning an application of model checking (50%)
- Final written exam (50%)

EIENRE9	Apprentissage par Renforcement	CM 7h	TD 24h	HNE 19h
---------	--------------------------------	----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
	x							x	x

Responsable / *In charge of* : **Martinet Jean** (Jean.MARTINET@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

In this course, we will study the principal approaches of Reinforcement Learning with and without deep learning: policy gradient, Q-learning, SARSA, and their issues.

Practice will concern very simple games (atari based) allowing student to touch the difficulties and success using basic computing resources. Programming will be in python.

Prérequis / *Prerequisite* :

- Students must be proficient in Python programming and must be familiar with basic ANN design and training.

Objectifs / *Objectives* :

- Understand the key concepts of RL, distinguish from other AI / ML Know if a problem can be formulated as a RL problem and how Implement standard RL algorithms

Contenu / *Contents* :

Références / *References* :

- Reinforcement Learning: An Introduction. Second edition, in progress. Richard S. Sutton and Andrew G. Barto c 2014, 2015. A Bradford Book. The MIT Press.

Acquis / *Knowledge* :

Evaluation / *Assessment* :

One individual project, one group project, one final exam.

Modification	Apprentissage Machine						CM 7h	TD 24h	HNE 19h
--------------	-----------------------	--	--	--	--	--	----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
	x							x	x

Responsable / *In charge of* : **Riveill Michel** (Michel.RIVEILL@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

Etude des principaux algorithmes d'apprentissage machine que ce soit pour des problèmes de classification, de régression, de réduction de dimension ou de regroupement.

En effet, même si les approches par apprentissage profond permettent souvent d'obtenir de meilleure performance c'est très souvent au prix d'un coût qui peut devenir excessif que ce soit à cause du volume de donnée d'entraînement nécessaire ou l'utilisation massive de GPU en parallèle. De nombreux problèmes peuvent être résolu de manière très satisfaisante par une utilisation ciblée d'algorithmes moins sophistiqués.

Prérequis / *Prerequisite* :

- Programmation python3. Bibliothèques numpy, pandas, matplotlib.

Objectifs / *Objectives* :

- Connaître et utiliser les algorithmes d'apprentissage machine
- Utiliser la bibliothèque sklearn

Contenu / *Contents* :

- Régression linéaire et logistique
- Arbre de régression et forêt aléatoire
- Machine à vecteurs de supports
- Algorithmes de regroupement
- Algorithmes de réduction de dimension

Références / *References* :

- Première partie du livre : Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow,

Acquis / *Knowledge* :

- Identifier les algorithmes appropriés à la situation et les mettre en œuvre
- Connaître les limitations des algorithmes existants

Evaluation / *Assessment* :

- 50 % examen final / 50 % QCM en fin de séance

EIENIM9	Apprentissage Profond pour l'Image	CM 7h	TD 24h	HNE 19h
---------	------------------------------------	----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
	x							x	

Responsable / *In charge of* : **Lingrand Diane** (Diane.LINGRAND@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

Dans ce cours, on va étudier des compléments des réseaux profonds et transformeurs vus en SI4.

Prérequis / *Prerequisite* :

Cours de Machine Learning comportant :

- Réseaux de neurones classiques (MLP), réseaux CNN et transformers.
 - Architectures, apprentissages, métriques d'évaluation
- Pré-processing adapté aux images et augmentation.
- Programmation Python3. Maîtrise des bibliothèques numpy, matplotlib et pytorch.
- Être capable de construire un réseau de neurones ou d'importer une architecture déjà entraînées, la modifier pour correspondre à un problème spécifique.
- Être capable d'entraîner un tel modèle.
- Être capable de préparer des données, de les séparer en train/valid/test et de calculer les métriques correspondantes.

Objectifs / *Objectives* :

- Maîtriser les techniques d'apprentissage profond dans le domaine de l'image.

Contenu / *Contents* :

- Compléments sur les CNNs
 - avec pytorch
- Compléments sur les transformeurs pour les images
 - vit, deit, swin, CLIP
- Compléments sur la détection d'objets
- Apprendre avec moins de données :
 - few shot learning, zero shot learning
- Classification multi label – multi labels hiérarchique
- Compléments sur les modèles génératifs

Références / *References* :

- arxiv.org
- paperswithcode.org

Acquis / *Knowledge* :

- Comprendre un problème de Vision
- Identifier les algorithmes appropriés à la situation et les mettre en œuvre
- Connaître les limitations des algorithmes existants

Évaluation / *Assessment* :

- Connaissances théoriques et pratiques

EIIN906B	Blockchain and Privacy	CM 18h	TD 7h	HNE 25h
----------	-------------------------------	-----------	----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
x					x		x	x	x

Responsable / *In charge of* : **Legout Arnaud** (Arnaud.LEGOUT@inria.fr)

Résumé / *Abstract* :

Distributed applications are used daily by tens of millions of users. They therefore constitute perfect candidates for large scale security attacks, whose goal is notably to obtain undue financial gains. We will also present state of the art solutions to integrity, which will notably be illustrated through the blockchain approach and its applications to applications, notably through smart contracts. Distributed applications also constitute perfect candidates for large scale privacy attacks, whose goal is to retrieve personal information on those users. Such situations have for instance been shown on popular application such as Skype, Tor, Bittorrent, Bitcoin. This course will also show how such attacks are possible, in particular through the exploration of poor design choices. We will also present large scale measurement techniques that can be used to perform privacy attacks in the Internet. We discuss the design principles that enable such attacks and present recent approaches to distributed security and privacy solutions

Prérequis / *Prerequisite* :

- Network, TCP/IP, Internet.
- Basic cryptographie (symetric, asymeric encryption principles, signatures, etc.) is a plus, but not a requirement.

Objectifs / *Objectives* :

Master the basics of blockchains, understand how difficult it is to design private systems, learn privacy attacks to design more secure systems.

Contenu / *Contents* :

- Chaum networks
- Shamir shared secret
- Introduction to the concepts of privacy
- Description of privacy attacks (targeting Skype, Bittorrent, Tor, Bitcoin)
- Blockchains basics
- Bitcoin inners
- Distributed consensus
- Proof of work

Références / *References* :

- <https://cel.archives-ouvertes.fr/cel-00544132/en/>
- <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

Acquis / *Knowledge* :

- How Tor works
- How shared secrets systems (with people with conflicting interests) works
- How bitcoin works
- How we define privacy
- How privacy attacks are designed and how to make systems more robust

Evaluation / *Assessment* :

50% final written exam grade on the privacy part, 50% lab grade on the blockchain part

SMECAP	Calculs Avancés et Performances	CM 12h	TD 16h	HNE 22h
--------	---------------------------------	-----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF x	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
----------	-------	-----	---------	-----	--------	---------	------------	------------	------------

Responsable / *In charge of* : **Touati Sid** (Sid.TOUATI@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

Dans cette classe, nous présenterons de nombreux sujets liés au calcul haute performance et à l'optimisation des performances du code. Écrire des codes corrects c'est bien, écrire des codes corrects et efficaces c'est encore mieux. Nous étudierons ensemble comment le logiciel et le matériel interagissent, comment les compilateurs optimisent le code, comment aider les compilateurs et les systèmes d'exploitation à le faire efficacement et comment vérifier la performance de l'exécution d'un logiciel sur une machine. Nous aborderons à la fois les programmes séquentiels et parallèles.

Prérequis / *Prerequisite* :

Architecture machine, compilation, systèmes d'exploitation.

Objectifs / *Objectives* :

- Calcul haute performance
- Identification des goulots d'étranglement d'un programme
- Utilisation avancée des compilateurs
- Compétences en programmation efficace

Contenu / *Contents* :

- Notions de performance des programmes : définition, métriques, mesure.
- Statistiques et expériences en informatique
- Optimisation des performances des programmes séquentiels
- Optimisation des performances des programmes parallèles
- Usage et efficacité des cartes de calculs auxiliaires (cartes graphiques et autres)

Références / *References* :

- David J. Lilja. *Measuring Computer Performance: A Practitioner's Guide*. 2008.
- John L. Hennessy, David A. Patterson. *Computer Architecture : A Quantitative Approach*, 6th edition, 2018.
- Raj Jain. *The Art of Computer Systems Performance Analysis: Techniques for Experimental Design, Measurement, Simulation, and Modeling*, 1991.
- Joseph A. Fisher, Paolo Faraboschi, Cliff Young. *Embedded Computing: A VLIW Approach To Architecture, Compilers And Tools*, 2002.
- Sid Touati and Benoît Dupont-de-Dinechin. *Advanced Backend Code Optimization*. ISTE, Wiley, 2014. ISBN-13: 978-1848215382.

Acquis / *Knowledge* :

- Apprendre à écrire un programme efficace
- Apprendre à optimiser un code informatique
- Apprendre à analyser les performances logicielles
- Apprendre à utiliser un compilateur pour optimiser automatiquement un code

Évaluation / *Assessment* :

Un examen écrit final, et éventuellement un projet ou un exposé.

EIENCI9	Composants Interactifs						CM 0h	TD 34h	HNE 16h
---------	------------------------	--	--	--	--	--	----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
				x					

Responsable / *In charge of* : **Dery Anne-Marie** (Anne-Marie.PINNA@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

Ce module s'adresse aux étudiants de la spécialité Architecture Logicielle. Il a pour but de présenter aux étudiants la problématique et des solutions pour la conception et le développement de systèmes interactifs (front et back) à partir de composants réutilisables (micro-services et micro-frontend). Cette problématique est au cœur de l'émergence actuelle des développements en micro-services. Il s'agira de considérer les difficultés d'appliquer ce type de solution de bout en bout : comment diminuer le coût de développement pour les entreprises qui cherchent à optimiser le développement commun réutilisable tout en conservant la qualité globale du système de la performance à l'expérience utilisateur ?

Prérequis / *Prerequisite* :

- Programmation Web, technologie de l'IHM, modélisation et programmation objet Interfaces Homme Machine, ISA/DevOps avancé et conception logicielle

Objectifs / *Objectives* :

- Maîtriser une solution technologique basée sur les micro-frontends, évaluer ses limites, comprendre des solutions du domaine de la recherche qui pourraient être mises en œuvre pour résoudre des problèmes de réutilisation des IHMs.

Contenu / *Contents* :

- Les cours présentent : la problématique du développement d'un système interactif basé sur des micro-services et des micro-frontends, des solutions technologiques et des travaux de recherche essentiellement basés sur l'ingénierie des modèles.
- Les intervenants sont des enseignants chercheurs en IHM et en AL et des spécialistes micro-services et micro-frontends, anciens étudiants, en poste dans des entreprises depuis plusieurs années.
- Les étudiants devront en groupe expérimenter les solutions technologiques actuelles sur une application qui doit évoluer dans le temps afin de prendre du recul sur les technologies, leurs limites, et la problématique.
- Les étudiants devront également prendre du recul sur les solutions recherche présentées au regard du problème à traiter.

Références / *References* :

Acquis / *Knowledge* :

- Savoir analyser un problème d'adaptation et y apporter une réponse technologique. Niveau: Expert
- Connaître les spécificités des dispositifs cibles des interfaces. Niveau: Expert

Evaluation / *Assessment* :

- Soutenance Orale : 30 %
- Travail individuel : 40 %
- Rapport : 30%

EIENCC9	Conception de Systèmes Cyber-Physiques Centrée Utilisateur	CM 7h	TD 24h	HNE 19h
---------	--	----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
		x	x						

Responsable / *In charge of* : **Tigli Jean-Yves** (Jean-Yves.TIGLI@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

Les systèmes cyber-physiques (CPS) sont des systèmes dans lesquels les composants physiques (capteurs, actionneurs, etc.) et logiciels sont profondément intégrés, permettant des interactions complexes entre le monde physique et le monde numérique. Ces systèmes sont capables de fonctionner à différentes échelles spatiales et temporelles, de présenter une grande diversité de comportements et d'interagir avec les utilisateurs d'une manière qui varie en fonction du contexte. Cette interaction humaine est au cœur de la conception et de l'efficacité des CPS. C'est notamment le cas dans des domaines tels que la e-santé, les villes intelligentes, les transports autonomes, l'industrie 5.0 ou encore les objets connectés comme les smartphones, les lunettes intelligentes, les robots compagnons ou les systèmes domotiques.

Les CPS sont conçus pour répondre non seulement à des besoins fonctionnels, mais aussi pour améliorer l'expérience utilisateur et répondre à des besoins toujours plus élevés en matière de personnalisation et d'efficacité. Par exemple, dans le domaine de la santé connectée, un système CPS peut collecter des données physiologiques de patients en temps réel, permettre à un médecin de les consulter à distance et d'ajuster la prise en charge et les traitements en fonction des informations perçues, créant ainsi des services sur mesure pour chaque utilisateur. Dans cette perspective, la conception de services dans les CPS doit tenir compte de facteurs humains cruciaux : facilité d'utilisation, fiabilité, sécurité, mais aussi acceptabilité sociale. La conception d'un CPS centré utilisateur doit donc permettre à l'utilisateur d'interagir de manière intuitive et sûre avec des technologies complexes, souvent en temps réel. Avec l'avènement des plateformes et technologies IoT, et des standards logiciels qui facilitent le développement et l'intégration de ces technologies, de nouveaux services innovants voient le jour, toujours plus proches des attentes des utilisateurs dans leur vie quotidienne. L'intégration de l'intelligence artificielle dans ces systèmes permet également de concevoir des services intelligents qui s'adaptent en temps réel aux besoins des utilisateurs, à leur contexte et à leurs préférences.

La conception des CPS s'inscrit dès lors dans une nouvelle ère de l'industrie du logiciel, où les systèmes informatiques interagissent directement avec l'environnement physique et les utilisateurs, et où chaque service conçu s'adapte aux spécificités de son utilisateur afin de garantir une expérience personnalisée et efficace.

Prérequis / *Prerequisite* :

Ce cours s'appuie sur les connaissances tout ou partie acquises dans les modules tels que «Fondements et défis des systèmes cyber-physiques» et «De l'IoT aux systèmes cyber-physiques : observer, agir et gérer l'incertitude».

Objectifs / *Objectives* :

L'objectif de ce cours est de former les étudiants à la conception de services qui prennent ancrage dans les systèmes cyber-physiques. On parle alors de Design de service innovants, depuis des phases de conceptions centrées utilisateurs jusqu'à des prototypes permettant de mettre en place les premières expériences utilisateurs.

Contenu / *Contents* :

Les enseignements du cours se déroulent en deux phases:

- Une phase d'interventions d'une professionnelle du domaine qui vient transmettre son expertise sur la méthodologie de design de services dans les CPS. Elle assiste les étudiants dans la construction de projets personnels CPS qui seront mis en œuvre dans le laboratoire IoT-CPS de Polytech récemment doté de matériels et d'objets connectés innovants.

- Une phase de définition et d'implémentation d'un prototype par projet avec l'assistance technique et pédagogique des responsables du cours. Il s'agit alors de mener une série d'expériences utilisateurs visant à améliorer le prototype dans une démarche résolument agile.

Références / *References* :

De nouveaux challenges dans le développement de logiciels pour les systèmes cyber-physiques (<https://www.isit.fr/fr/article/de-nouveaux-challenges-dans-le-developpement-de-logiciels-pour-les-systemes-cyber-physiques.php>)

Acquis / *Knowledge* :

Développement d'un système logiciel reposant sur l'IoT et/ou les Systèmes Cyber-Physiques,

- Mise en œuvre de technologies de l'IoT.

Evaluation / *Assessment* :

Oraux présentation d'avancement du projet réalisé (évaluations intermédiaires et finales du projet et de la manière dont celui-ci a été conduit.

EIENCS9	Conception de Systèmes Interactifs	CM 12h	TD 16h	HNE 22h
---------	------------------------------------	-----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor :*

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
		x							

Responsable / *In charge of :* **Winckler Marco** (Marco.WINCKLER@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract :*

Ce cours aborde les principes, méthodes et outils pour le développement de systèmes interactifs. L'accent est mis sur la notion de conception centrée sur l'utilisateur, qui implique la prise en compte de l'utilisateur (besoins d'interactivité avec le système et le contexte d'usage de l'applications) dans un cycle itératif de « conception / développement / évaluation » d'applications graphiques. On y limite l'interactivité entre la machine et l'humain (interaction homme-machine – IHM)) et à des interactions physiques (manipulation d'interface matérielle) et sensorielles (surtout visuel mais aussi le touché, retour de force, audition). Ce cours est basé sur la norme ISO 9241-210 qui définit les pratiques pour la mise en œuvre du processus de conception centrée sur l'utilisateur. On présente un ensemble de méthodes et outils qui permettent de développer de systèmes interactifs et les principes d'ergonomie logiciel, de l'utilisabilité et de l'UX (expérience utilisateur). Le module forme également les étudiants à la pluridisciplinarité indispensable à la bonne réalisation d'interfaces logiciel.

Prérequis / *Prerequisite :*

- RAS

Objectifs / *Objectives :*

- Objectif principal de ce cours c'est de présenter un ensemble de méthode et d'outils pour la conception de système interactifs suivant une démarche de conception centrée utilisateur. Les étudiants doivent démontrer qu'ils sont capables d'utiliser ces méthodes et outils pour réaliser une interface graphique qui répond aux besoins des utilisateurs visées par l'application.
- On attend aussi que les étudiants soit capablent d'analyser et justifier les choix de conception selon les critères ergonomique et d'utilisabilité.

Contenu / *Contents :*

- Introduction, processus de conception UCD ;
- Méthodes de modélisations des utilisateurs et leurs besoins ;
- Méthodes d'acquisition d'information (questionnaires, entretiens, observations) ;
- Modèles de l'humain, de la perception et de la mémoire ;
- Modélisation des tâches ;
- Techniques de prototypage ;
- Méthodes d'évaluation (Magicien d'Oz, scénarios, évaluation heuristique) ;
- Design Rationale (Méthode QOC) ;

Références / *References :*

- Bastien J. M. C. et Scapin D. L. (2001), « Évaluation des systèmes d'information et critères ergonomiques », in C. Kolski (éd.), Systèmes d'information et interactions homme-machine. Environnements évolués et évaluation de l'ihm. Interaction homme-machine pour les si, Paris, Hermès, vol. 2, 53-79.
- ISO 9241-210:2019. Ergonomie de l'interaction homme-système — Partie 210: Conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs. <https://www.iso.org/fr/standard/77520.html>
- Nielsen, J. (1993) Usability Engineering. Academic Press.
- Deborah Mayhew (1999) The Usability Engineering Lifecycle: A Practitioner's Handbook for User Interface Design. Morgan Kaufmann. 542 p.
- Don Norman. The Design of Everyday Things: Revised and Expanded Edition. Basic Books; Revised édition (5 novembre 2013).

- Philippe A. Palanque, Célia Martinie, Marco Winckler. Designing and Assessing Interactive Systems Using Task Models. INTERACT (4) 2017: 383-386

Acquis / Knowledge :

- Être capable de modéliser les utilisateurs et leurs besoins ;
- Modéliser les tâches pour l'usage d'un système interactif ;
- Être capable de réaliser des prototypes à partir des besoins utilisateur ;
- Savoir évaluer la pertinence d'un système interactif pour un contexte d'usage donné ;
- Savoir justifier les choix de conceptions sur de critères ergonomiques. •.
- Connaître la définition de systèmes interactifs ;
- Connaître la différence entre utilisabilité et UX ;
- Connaître les étapes d'une démarche de conception centrée utilisateur ;
- Capable de comprendre les différentes fonctions des prototypes d'interface logiciel ;
- Connaître les modèles théoriques pour décrire la mémoire et la perception humaine ;
- Identifier de problèmes utilisabilité et proposer de recommandations adaptées à leur correction ;

Evaluation / Assessment :

Rapports (30%), Soutenance (30%), examen (40%)

EIINC901	Cryptographie et Sécurité	CM 21h	TD 3h	HNE 26h
----------	----------------------------------	-----------	----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
x									

Responsable / *In charge of* : **Martin Bruno** (Bruno.MARTIN@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

Ce cours illustre l'utilisation de la cryptographie pour construire des mécanismes de sécurité. Après un bref rappel des chiffres à clé secrète et à clé publique, on décrit comment les combiner pour assurer les principaux services de sécurité : la confidentialité, l'intégrité et l'authentification. Nous étayons notre propos au moyen de quelques protocoles sécurisés parmi les plus courants : Kerberos, SSL/TLS, WEP, WPA et nous en étudions à la fois la construction et les limites. Nous nous attachons autant à l'aspect formel de certaines attaques sur ces protocoles qu'aux aspects pratiques. Nous tentons d'introduire également la notion de sécurité prouvée qui permet de garantir formellement la sécurité. Cette notion sera reprise et approfondie dans le cours «preuves de cryptographie recherche en sécurité» de T. Rezk.

Prérequis / *Prerequisite* :

- Notions de mathématiques de premier cycle universitaire
- Notions sur les réseaux informatiques
- Connaissances raisonnables en informatique théorique (complexité, langages formels)

Objectifs / *Objectives* :

Construire, valider et utiliser des chiffres pour réaliser des protocoles sécurisés.

Contenu / *Contents* :

- Les clés secrètes
- Cryptanalyses ; modes de fonctionnement et une très brève introduction à la théorie de Galois
- Secret parfait, introduction à la sécurité prouvée
- Compression sans perte
- Clés publiques
- Hachage, signatures
- Certification et applications

Références / *References* :

- J. Katz et Y. Lindell, Introduction to modern cryptography, Chapman & Hall/ CRC Press, 2007.
- B. Martin, Codage, cryptologie et applications, PPUR, 2004.
- R. Panko, Sécurité des systèmes d'information et des réseaux, Pearson Education, 2004.
- W. Stallings, Cryptography and network security, Pearson International, 2006.
- J.F. Kurose and K. W. Ross, Computer networking, Pearson International, 2005.
- W. Trappe, L. Washington, Introduction to cryptography with coding theory, Pearson Int., 2006.
- Canteau et F. Lévy-dit-Véhel, La cryptologie moderne, revue l'armement.
- S. Vaudenay, La fracture cryptographique, PPUR, 2011.

Acquis / *Knowledge* :

- Cryptographie moderne
- Techniques de cryptanalyse
- Conception de protocoles de sécurité

Evaluation / *Assessment* :

Un contrôle continu (interrogation 1h30, photocopié de cours), 1/2 de la note finale

- Un examen final (2h, photocopié de cours), 1/2 de la note finale

EIINC902	Cybersecrité	CM 12h	TD 16h	HNE 22h
----------	---------------------	-----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
x								x	x

Responsable / *In charge of* : **Boudaoud Karima** (Karima.BOUDAOU@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

Ce cours débute par les aspects légaux et éthiques de la cybersécurité et cybercriminalité. Il aborde ensuite la gestion des risques ainsi que la mise en place de stratégies de sécurité dans une entreprise. Puis, l'accent est mis sur la sécurité des infrastructures critiques, la détection d'intrusions et le pentesting. Ce cours se termine avec l'investigations numérique en se focalisant sur les Smartphones.

Prérequis / *Prerequisite* :

- Réseaux

Objectifs / *Objectives* :

- Connaissance du point de vue légal et éthique de la cybercriminalité et cybersécurité
- Gestion des risques et stratégies de sécurité au sein d'une entreprise
- Compréhension des mécanismes de détection d'intrusions et de pentesting
- Compréhension des techniques d'investigations numériques

Contenu / *Contents* :

- Cybercriminalité : Point de vue légal et éthique
- Stratégie de sécurité et gestion des risques
- Sécurité des infrastructures critiques
- Détection d'intrusions – Point de vue théorique
- Détection d'intrusions – Point de vue ISP
- Pentesting
- Investigations numériques (Forensic)

Références / *References* :

- Acissi, Sécurité informatique – Ethical Hacking – Apprendre l'attaque pour mieux se défendre, 2012.
- Bruce Schneier: Secret and Lies, Digital Security in a Networked World, John Wiley & Sons, 2000.
- L. Spitzner, Honeypots : Tracking Hackers, Pearson Education, 2003
- Peter W. Singer et Allan Friedman, Cybersecurity and Cyberwar: What Everyone Needs to Know, 2014
- S. Northcutt, J. Novak, Détection d'intrusion de réseau, Vuibert Informatique, 2004.

Acquis / *Knowledge* :

- Gestion des risques et stratégies de sécurité
- Détection d'intrusions et Pentesting
- Investigations numériques

Evaluation / *Assessment* :

- Exam: 50%
- TPs: 50%

EIEMA981	Cycle de Vie des Applications: Déploiement, Exploitation, Conditions Opérationnelles	CM 12h	TD 16h	HNE 22h
----------	--	-----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / Course offered in the minor :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
				x					

Responsable / In charge of : **Marro Grégory** (Gregory.MARRO@univ-cotedazur.fr)

Résumé / Abstract :

Le déploiement, l'exploitation et le maintien en condition opérationnelle des applications modernes, qu'elles soient hébergées sur des infrastructures cloud publiques ou des solutions industrielles on-premise, relèvent d'un processus industriel complexe. Ce processus doit faire face à différents défis incluant la nécessité d'assurer la dynamique, la scalabilité et l'efficacité des systèmes dans un contexte de volume de données croissant et d'exigence de performance toujours plus élevée. La question de l'orchestration de services dans des environnements containerisés prend une place centrale. Elle englobe la répartition de charge, la découverte et la résilience des services, l'automatisation des déploiements, la gestion des dépendances et leur cohérence ainsi que la mise en place de capacités d'observations. Ce cours appréhende :

- Les concepts d'orchestration de services
- Les problèmes liés aux systèmes distribués
- Le choix et la mise en œuvre de solutions cloud
- Les technologies d'automatisation et de déploiement d'infrastructures informatiques
- Les performances et la résilience des applications

Prérequis / Prerequisite :

- Introduction à l'architecture logicielle et bases de DevOps
- Maîtrise avancée en réseau
- Maîtrise des environnements Unix et bases de conteneurisation

Objectifs / Objectives :

- Découverte des concepts d'orchestrations de services et les automatisations possibles
- Comprendre et automatiser le déploiement et l'exploitation de services.
- Comprendre et choisir une solution industrielle reconnue

Contenu / Contents :

- Observabilité et mesurabilité : passage à l'échelle et balancement de charge
- Caractéristiques, niveaux d'abstraction et 12 facteurs d'une architecture Cloud
- Patterns architecturaux orientés cloud et modèles As A Service
- Mise en œuvre opérationnelle et Site Reliability Engineering

Références / References :

- Kubernetes Patterns, Bilgin Ibryam & Roland Huß
- Site Reliability Engineering, Betsy Beyer et al
- Designing Data Intensive Applications, Martin Kleppmann
- Cloud Computing: Concepts, Technology & Architecture, Thomas Erl et al

Acquis / Knowledge :

- Concevoir une application cloud-native distribuée et déployable sur un socle d'orchestration
- Répartir de la charge applicative et mettre en œuvre une infrastructure élastique et résiliente

Evaluation / Assessment :

Projet et Examen écrit

Création	De l'IoT aux Systèmes Cyber-Physiques: Observer, Agir et Gérer l'Incertitude	CM 8h	TD 22h	HNE 20h
----------	--	----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / Course offered in the minor :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
			x						

Responsable / In charge of : **Rocher Gérald** (Gerald.ROCHER@univ-cotedazur.fr)

Résumé / Abstract :

Un développeur Full Stack IoT combine ses compétences en développement logiciel (architectures Front End - Back End) combinées à une maîtrise des différentes couches technologiques de l'Internet des objets. Ce cours propose un parcours progressif à travers les différentes briques technologiques nécessaires à la conception de logiciels pour l'Internet des objets et les systèmes cyber-physiques. On commence par les infrastructures de communication IoT et les architectures de réseaux de capteurs et d'actionneurs, essentielles pour assurer la connectivité et la transmission fiable des données, y compris dans des environnements contraints ou hostiles. Ensuite, on aborde les défis liés à la gestion de l'incertitude, tant sur le plan des mesures que sur leur interprétation : représentation et modélisation de l'incertitude, fusion de données capteur, et contextualisation des données pour permettre des raisonnements robustes et adaptés aux contextes. Ce socle mène naturellement aux architectures de pipeline de données IoT, qui orchestrent l'ensemble du cycle de vie des données – de la collecte à la valorisation – en s'appuyant sur les normes du web et des approches orientées services pour garantir interopérabilité et évolutivité.

Prérequis / Prerequisite :

Ce cours s'appuie sur les connaissances tout ou partie acquises dans les modules «Fondements et Défis des Systèmes Cyber-Physiques».

Objectifs / Objectives :

L'objectif du cours est de fournir aux étudiants une compréhension transverse du continuum technologique, depuis la couche physique jusqu'aux couches logicielles de décision, pour concevoir des systèmes capables d'observer, d'agir et de gérer l'incertitude dans des environnements réels. Ce parcours s'inscrit dans une perspective de développement de systèmes cyber-physiques, à l'intersection du monde numérique et du monde physique.

Contenu / Contents :

Le module d'enseignement s'articule autour de cours (focus) et de TDs de mise en œuvre des concepts et technologies présentés.

- Focus #1: Infrastructures de communication IoT
- Focus #2: Architecture des réseaux de capteurs et d'actionneurs
- Focus #3: Capteurs en milieux hostiles
- Focus #4: Représentation et gestion de l'incertitude
- Focus #5: Fusion de mesures capteur
- Focus #6: Contextualisation des données et raisonnements avec incertitude
- Focus #7: IoT Data Pipeline Architecture

Références / References :

- Sharma, Nonita, Monika Mangla, and Subhash K. Shinde, eds. Big Data Analytics in Intelligent IoT and Cyber Physical Systems. Springer Nature Singapore, 2024.
- Amiya Nayak and Ivan Stojmenovi, Wireless Sensor and Actuator Networks (pdf)
- Van-Nam Huynh, Masahiro Inuiguchi Bac Le, Bao Nguyen Le and Thierry Denoeux, Integrated Uncertainty in Knowledge Modelling and Decision Making (pdf)
- Data Pipelines Pocket Reference: Moving and Processing Data for Analytics by James Turnbull, O'Reilly 2021, ISBN-10 1492087831

Acquis / Knowledge :

À l'issue de ce cours, les étudiants seront capables de :

- Comprendre le continuum technologique IoT, de la couche physique aux couches logicielles de décision,
- Concevoir et développer des pipelines de données IoT.

Evaluation / Assessment :

L'évaluation comportera deux parties:

- TD noté (50%),
- Étude bibliographique et analyse critique des architectures de pipelines de données (50%).

SMEDI1	Decision Intelligence	CM 12h	TD 16h	HNE 22h
--------	-----------------------	-----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF x	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
----------	-------	-----	---------	-----	--------	---------	------------	------------	------------

Responsable / *In charge of* : **Régis Jean-Charles** (Jean-Charles.REGIN@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

The Decision Intelligence course aims at presenting explainable decision-making processes satisfying real world constraints in a multi-objective environment including incomplete or stochastic data. This course will mainly be based on algorithms and data structures, like Multi-Valued Decision Diagrams (MDDs), for solving multi-objective and multi-scale problems. Special attention will be paid to Constraint Programming (CP), which introduces human reasoning into machines to benefit from their power to help the user make decisions. CP has the advantages to be usable by non-mathematicians and being able to explain all the steps of a reasoning that led to a decision in a way that is understandable to humans.

Prérequis / *Prerequisite* :

Objectifs / *Objectives* :

Contenu / *Contents* :

Références / *References* :

Acquis / *Knowledge* :

Evaluation / *Assessment* :

EIENDC9	Développement de Systèmes Cyber-Physiques	CM 4h	TD 28h	HNE 18h
---------	---	----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
			x						

Responsable / *In charge of* : **Rocher Gérald** (Gerald.ROCHER@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

Les systèmes cyber-physiques (CPS) intègrent étroitement composants matériels et logiciels pour permettre des interactions dynamiques entre le monde physique et numérique. Présents dans des domaines comme la santé connectée, les villes intelligentes ou les véhicules autonomes, ils fonctionnent à différentes échelles et dans des contextes variés.

Leur infrastructure matérielle est hétérogène : objets connectés, machines virtuelles, gateways, etc. Certains dispositifs, souvent géographiquement dispersés, ont des ressources limitées et communiquent via divers protocoles. Ils interagissent avec leur environnement via des capteurs et des actionneurs.

La conception et le développement des CPS impliquent :

1. Des choix techniques liés à l'infrastructure, résultats de compromis entre autonomie énergétique, performance, maintenabilité et tolérance aux pannes,
2. La prise en compte de l'expérience utilisateur : personnalisation, flexibilité et interaction intuitive sont essentielles, notamment dans des domaines sensibles comme la santé, où les CPS permettent de collecter des données physiologiques en temps réel, permettant à un médecin de les consulter à distance et d'ajuster le traitement des patients, créant ainsi des services sur mesure.

Dans ce module, les étudiants participent au développement d'un CPS concret sur la base de leur projet d'architecture élaboré dans les modules «Fondements et Défis des Systèmes Cyber-Physiques» ou «Conception de Systèmes Cyber-Physiques Centrée Utilisateur».

Prérequis / *Prerequisite* :

Ce cours s'appuie sur les connaissances tout ou partie acquises dans les modules «Fondements et Défis des Systèmes Cyber-Physiques», «Conception de Systèmes Cyber-Physiques Centrée Utilisateur» et «De l'IoT aux Systèmes Cyber-Physiques: Observer, Agir et Gérer l'Incertitude».

Objectifs / *Objectives* :

Ce module permet de confronter les étudiants à la conception et au développement d'un projet CPS concret sur la base d'une étude architecturale préalable et du matériel mis à disposition.

Contenu / *Contents* :

Introduction générale pour présenter l'objectif principal et l'organisation de l'UE, ainsi que le projet qui servira de fil conducteur tout au long des 8 semaines. Certains approfondissements ciblés (focus) sont proposés afin d'aider les étudiants à mieux comprendre les concepts qu'ils auront à mettre en œuvre à travers le développement d'un CPS. La durée des focus peut varier et n'est pas nécessairement répartie de manière régulière au fil des semaines.

Focus #1: Maintenabilité et déploiement automatique

Focus #2: Performances et passage à l'échelle. Compromis temps/espace/energie/...

Focus #3: Robustesse, tolérance aux pannes et résilience

Focus #4: Validation du respect des propriétés non fonctionnelles.

Références / *References* :

Acquis / *Knowledge* :

- Développement d'un système logiciel reposant sur l'IoT et/ou les Systèmes Cyber-Physiques
- Mise en œuvre de technologies de l'IoT

Evaluation / Assessment :

Oraux de présentation d'avancement du projet réalisé (évaluations intermédiaire et finale du projet et de la manière dont celui-ci a été conduit.

Création	Edge Computing et IA Embarquée	CM 7h	TD 24h	HNE 19h
----------	--------------------------------	----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / Course offered in the minor :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
	x		x						

Responsable / In charge of : **Rocher Gérald** (Gerald.ROCHER@univ-cotedazur.fr)

Résumé / Abstract :

L'essor des technologies Smart-* (villes intelligentes, véhicules autonomes, etc.) repose sur la capacité à déployer des modèles d'Intelligence Artificielle (IA) directement sur les appareils locaux — une approche connue sous le nom d'Edge Computing. Cette transition du Cloud vers l'Edge est cruciale pour réduire les coûts de transfert de données, améliorer les temps de réponse des systèmes et limiter l'empreinte énergétique de ces applications.

Les cas d'usage de l'Edge IA sont nombreux : optimisation des processus industriels, sécurité en temps réel, santé connectée, etc. Ces applications imposent des inférences rapides et à faible latence, sans compromis sur la précision, ce qui peut nécessiter l'intégration de matériel spécialisé tel que les TPU ou NPU.

Le déploiement de modèles sur des plateformes à ressources limitées soulève néanmoins de nombreux défis : compression des modèles, quantification, pruning, et choix de frameworks adaptés. Ce cours explore les techniques et outils (TensorFlow Lite, ONNX, etc.) permettant d'optimiser des modèles d'IA pour les porter efficacement sur des dispositifs Edge, tout en respectant les contraintes mémoire, latence et consommation énergétique.

À travers un projet concret, les étudiants devront évaluer, adapter et déployer des modèles IA sur des plateformes embarquées (Jetson ORIN Nano, Rpi5+HAILO NPU, Coral TPU), en recherchant un équilibre optimal entre performance et efficacité énergétique.

Prérequis / Prerequisite :

- Cours de Machine Learning et réseaux de neurones,
- Programmation Python3.

Objectifs / Objectives :

- Maîtriser le développement d'applications d'IA en utilisant des bibliothèques spécifiques qui permettent de bénéficier des accélérateurs hardware pour l'IA,
- Mener de bout en bout un projet de nouveau service à l'utilisateur doté d'IA sur dispositif embarqué nécessitant un équilibre optimal entre performance et efficacité énergétique.

Contenu / Contents :

Certains approfondissements ciblés (focus) sont proposés afin d'aider les étudiants à mieux comprendre les concepts qu'ils auront à mettre en œuvre à travers le développement d'une application IA optimisée pour accélérateurs hardware. La durée des focus peut varier et n'est pas nécessairement répartie de manière régulière au fil des semaines.

- Introduction générale
- Présenter les objectifs principaux et l'organisation de l'unité d'enseignement, ainsi que le projet qui servira de fil conducteur tout au long des 8 semaines.
- Introduction aux problématiques de l'Edge Computing.
- Focus #1: ONNX Runtime
- Focus #2: Apache TVM
- Focus #3: Google Coral TPU

Références / References :

- Embedded Machine Learning for Cyber-Physical, IoT, and Edge Computing: Hardware Architectures, Sudeep Pasricha et Muhammad Shafique ; 2023
- Edge AI: Convergence of Edge Computing and Artificial Intelligence, Wang, X., Han, Y., Leung, V.C.M., Niyato, D., Yan, X., Chen, X., Springer 2020

- Practical Deep Learning for Cloud, Mobile, and Edge: Anirudh Koul, Siddha Ganju, Meher Kasam, O'Reilly 2019
- AI at the edge: <https://github.com/crespum/edge-ai>
- Edge AI: The Future of Artificial Intelligence <https://www.vectoritcgroup.com/en/tech-magazine-en/artificial-intelligence-en/edge-ai-el-futuro-de-la-inteligencia-artificial/>
- De l'IoT à l'AIoT : vers une intelligence artificielle des objets: <https://www.journaldunet.com/solutions/reseau-social-d-entreprise/1416904-de-l-iot-a-l-aiot-vers-une-intelligence-artificielle-des-objets/>

Acquis / Knowledge :

- À l'issue de ce cours, les étudiants seront capables d'optimiser et déployer des modèles d'IA embarqués en tenant compte des contraintes Edge.

Evaluation / Assessment :

- Revue de projet intermédiaire: identification des contraintes et des solutions techniques proposées,
- Revue de projet finale et évaluation des performances.

EIENES9	Evaluation de Systèmes Interactifs	CM 12h	TD 16h	HNE 22h
---------	------------------------------------	-----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM x	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
----------	-------	----------	---------	-----	--------	----	------------	------------	------------

Responsable / *In charge of* : **Winckler Marco** (Marco.WINCKLER@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

Ce cours aborde les principes, méthodes et outils pour le l'évaluation de systèmes interactifs. Il présente plusieurs approches pour l'évaluation tels que les méthodes d'inspection (ex. « Cognitive Walkthrough », GOMS-KLM), enquêtes (ex. questionnaire, entretiens semi-structurés), méthodes d'observations (ex. « focus group », « design thinking », test avec utilisateurs avec et sans instrumentation (ex. protocole de test utilisateurs, « eye-tracking », mesures physiologiques). Le cours traite de l'usage de ces méthodes pour l'évaluation de propriétés de systèmes interactifs tel que l'utilisabilité et l'UX dans une démarche d'évaluation formative (pendant le processus de conception) et/ou sommative (en fin de cycle visant la validation du système interactif). Ce cours présente aussi la démarche expérimentale pour l'évaluation et validation de hypothèses sur les usages de systèmes interactifs.

Prérequis / *Prerequisite* :

- Conception de Systèmes Interactifs

Objectifs / *Objectives* :

Objectif principal de ce cours c'est de faire une introduction à l'évaluation d'interface de systèmes interactifs. Les étudiants doivent démontrer qu'ils sont capables d'utiliser ces méthodes et outils pour réaliser l'évaluation d'interface graphique et en tirer de conclusions pertinentes pour donner de recommandation à améliorer l'utilisabilité et l'UX de systèmes interactifs.

Contenu / *Contents* :

- Overview des méthodes d'évaluation ;
- Evaluation formative versus évaluation sommative ;
- Méthodes d'inspection ;
- Design Thinking ;
- Questionnaires professionnels (SAM, SUS, ATTRAKDIFF)
- Entretiens semi-structurés et méthodes d'observations ;
- Tests utilisateurs, évaluation de l'utilisabilité ;
- Démarche étique pour la réalisation de test avec utilisateurs ;
- Evaluation expérimental ;
- Préparation d'un protocole expérimental ;
- Evaluation avec eye-tracking
- Evaluation de l'attention, émotions et données physiologique et comportementales.

Références / *References* :

- Jonathan Lazar, Jinjuan Feng, Harry Hochheiser. Research Methods in Human-Computer Interaction, 2nd Edition. Morgan Kaufmann 2017, ISBN 978-0-12-805390-4
- Jeffrey Rubin, Dana Chisnell. Handbook of Usability Testing: Howto Plan, Design, and Conduct Effective Tests. Wiley; 2nd Edition (25 avril 2008).

Acquis / *Knowledge* :

- Être capable de choisir de méthodes d'évaluation d'interface adaptés selon le cycle de vie d'un système interactif ;
- Réaliser une évaluation d'interface par inspections ;
- Rédiger un protocole d'évaluation d'utilisabilité ;
- Conduire un protocole d'évaluation d'utilisabilité ;
- Rédiger une grille d'entretiens semi-structuré ;

- Appliquer des questionnaires professionnels ;
- Identifier de problèmes utilisabilité et proposer de recommandations adaptées à leur correction ;
- Rédiger un rapport d'évaluation avec de recommandations. • Connaître les différents types de méthodes d'évaluation d'interface ;
- Justifier l'usage de méthodes pour une évaluation formative et/ou sommative ;
- Connaître les principes éthiques pour la mise en place d'un test utilisateurs ;
- Connaître les étapes pour la mise en place d'une évaluation avec des utilisateur ;
- Connaître les principes d'une démarche d'évaluation expérimental ;
- Connaître les critères pour l'identification de problèmes d'utilisabilité ;
- Connaître les modèles théoriques pour décrire l'attention des utilisateurs.

Evaluation / Assessment :

Rapport (50%) et Contrôle écrit (50%)

EIIN904	Evolving Internet	CM 21h	TD 3h	HNE 26h
---------	-------------------	-----------	----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
					x			x	

Responsable / *In charge of* : **Dabbous Walid** (Walid.DABBOUS@inria.fr)

Résumé / *Abstract* :

The Internet has grown from a research curiosity to something we all rely on daily. It has been able to withstand rapid growth fairly well and its core protocols have been robust enough to accommodate numerous applications that were unforeseen by the original Internet designers. Evolving Internet (EI) will concentrate on the evolution of Internet architecture and protocols. We will focus on routing and congestion control (transport issues in general) and explain how they function and how they have evolved over the years since the Internet creation. The course will start by an overview of the Internet architecture, then digs into the details of the routing and transport protocols, especially from the point of view of their evolution and the way they managed to overcome the different changes that the Internet has faced: expansion, mobility, heterogeneity, etc.

Prérequis / *Prerequisite* :

- Basic knowledge of TCP/IP networking protocols and layered architecture.

Objectifs / *Objectives* :

To understand the state-of-the-art in network architecture, protocols, and networked systems and to study in depth the challenges that faced the Internet and the solutions that were proposed to overcome them as part of the Internet evolution, mainly at the network and transport levels.

Contenu / *Contents* :

- Internet addressing, CIDR, routing basics.
- Intra-domain routing (RIP, OSPF)
- Inter-domain routing (BGP)
- Internet mobility
- Routing in mobile wireless networks I
- Transport layer protocols
- Internet congestion control

Références / *References* :

- Computer Networks, a systems approach, by Larry L. Peterson and Bruce S. Davie, (2007), ISBN-10: 0123705487, ISBN-13: 9780123705488.
- Computer Networking: A Top-Down Approach, by James F. Kurose and Keith Ross, Pearson education.

Acquis / *Knowledge* :

- Advanced knowledge about the different protocols and algorithms of the Internet architecture, mainly at the network and transport levels.

Evaluation / *Assessment* :

Three homeworks that count for half of the total mark, and a written examen that count for the second half.

SMENFL1	Federated Learning	CM 12h	TD 16h	HNE 22h
---------	--------------------	-----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / Course offered in the minor :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
					x	x			

Responsable / In charge of : **Chuan Xu** (Chuan.XU@univ-cotedazur.fr)

Résumé / Abstract :

In this course, students will explore federated learning and its applications, focusing on how devices such as mobiles and IoT devices can collaboratively learn a machine learning model while maintaining their data locally. Additionally, the course covers methods for enhancing user privacy in federated learning and safeguarding the system against malicious devices.

Prérequis / Prerequisite :

- Background in machine learning
- Python programming

Objectifs / Objectives :

- Understand the application scenarios of federated learning
- Understand how the learning algorithms works and its guarantees.
- Understand how to protect the user's privacy and ensure the security of the system.
- Develop the federated learning framework with help of Flower package and python

Contenu / Contents :

- Federated learning frameworks
- Learning algorithms (FedAvg, FedProx), client sampling and personalization
- Privacy attack and protection (Differential privacy)
- Robustness of the system (Byzantine resilient algorithms)

Références / References :

- McMahan et al, Communication-Efficient Learning of Deep Networks from Decentralized Data, AISTATS 2017
- Li et al, Federated learning: Challenges, methods, and future directions. IEEE Signal Processing Magazine, p.p. 50-60, 2020
- Hard, Andrew et al, Federated Learning for Mobile Keyboard Prediction. arxiv: 1811.03604, 2019
- Kairouz et al, Advances and Open Problems in Federated Learning. Now Foundations and Trends, 2021
- Geiping et al, Inverting gradients - how easy is it to break privacy in federated learning?, NeurIPS 2020
- Yin et al, See through gradients: Image batch recovery via gradinversion, CVPR 2021
- Blanchard et al, Machine Learning with Adversaries: Byzantine Tolerant Gradient Descent, NeurIPS 2017
- Guerraoui et al, Byzantine Machine Learning: A Primer. ACM Comput. Surv., August 2023

Acquis / Knowledge :

- Knowledge about federated learning
- Know how to design an privacy-preserving and robust learning algorithm

Evaluation / Assessment :

- 1 exam mark (50%)
- TP (Lab) mark (40%)
- QCM mark (10%)

Création	Fondements et Défis des Systèmes Cyber-Physiques	CM 7h	TD 24h	HNE 19h
----------	--	----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
			x						

Responsable / *In charge of* : **Rocher Gérald** (Gerald.ROCHER@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

Un système cyber-physique (ou CPS) désigne une architecture où les éléments matériels et logiciels sont étroitement liés et interagissent de façon dynamique avec l'environnement physique. Ces systèmes sont conçus pour fonctionner sur différentes échelles de temps et d'espace, tout en adoptant divers comportements selon le contexte. Ils sont omniprésents dans des domaines tels que la santé connectée, les villes intelligentes, les transports autonomes, les habitats intelligents, l'industrie 4.0 ou encore les véhicules autonomes. Dans ces systèmes, l'infrastructure matérielle est fondamentalement hétérogène. Elle englobe aussi bien des machines virtuelles hébergées dans le cloud que des objets connectés, en passant par des gateways ou des ordinateurs monocarte. Certains de ces dispositifs disposent de ressources limitées, que ce soit en termes de puissance de calcul, de mémoire, de connectivité ou d'autonomie énergétique. Répartis géographiquement, ils interagissent avec l'environnement physique grâce à des capteurs et des actionneurs. Leur communication repose sur des protocoles variés, chacun ayant ses spécificités (bande passante, qualité de service, tolérance aux pannes, etc.).

Définir l'architecture logicielle d'un système CPS ne consiste pas seulement à structurer les fonctionnalités. Il faut aussi prendre en compte les choix techniques liés à l'infrastructure et au matériel sous-jacent, car ces décisions influencent fortement ses propriétés non fonctionnelles ainsi que sa capacité de résilience face à des événements imprévus. Prenons un exemple concret : une application d'analyse d'image basée sur l'intelligence artificielle. Où faut-il exécuter l'algorithme? Sur l'objet connecté lui-même, afin de réduire les échanges réseau, ou sur une passerelle, pour préserver la batterie de l'appareil ? Selon que l'on privilégie l'autonomie, la maintenabilité, les contraintes de temps ou la tolérance aux pannes, les décisions architecturales doivent trouver un équilibre entre différents compromis.

Dans ce cours, les étudiants auront l'occasion de définir l'architecture d'un projet CPS concret. Ils pourront expérimenter leurs choix et découvrir les solutions pratiques existantes ainsi que les pistes de recherche actuelles pour relever les problématiques soulevées.

Prérequis / *Prerequisite* :

- Forte curiosité intellectuelle et capacité à rechercher et analyser des approches alternatives dans une démarche d'amélioration continue,
- Aptitude à conceptualiser et à raisonner sur des représentations abstraites.

Objectifs / *Objectives* :

- Compréhension générale des architectures CPS ainsi que l'impact des choix techniques et architecturaux sur leurs propriétés non fonctionnelles,
- Connaissance des approches actuelles de l'état de l'art pour traiter certaines problématiques et accompagner les ingénieurs dans leur processus de prise de décision.

Contenu / *Contents* :

Le cours s'appuiera sur un projet de définition d'une architecture CPS qui permettra aux étudiants de se confronter concrètement aux problématiques abordées et d'explorer des pistes de solution. Certains approfondissements ciblés (focus) sont proposés afin de les aider à mieux comprendre les concepts qu'ils auront à mettre en œuvre à travers la définition de l'architecture.

- Introduction générale
- Présenter les objectifs principaux et l'organisation de l'unité d'enseignement, ainsi que le projet qui servira de fil conducteur tout au long des 8 semaines,
- Présenter la problématique générale des architectures CPS et revue d'architectures existantes.

- Focus #1: Protocoles de communication tolérants aux pannes (partie#1)
- Message Queue Telemetry Transport (MQTT),
- Advanced Message Queuing Protocol (AMQP).
- Focus #2: Protocoles de communication tolérants aux pannes (partie#2)
- Web Real-Time Communication (WebRTC),
- Constrained Application Protocol (CoAP).
- Focus #3: Architectures Orientées Service (Service Oriented Architecture, SOA)
- Focus #4: Intergiciels pour CPS
- FIWARE,
- OneM2M.
- Focus #4: Continuité de service et résilience
- Focus #6: Introduction aux jumeaux numériques

Références / References :

1. Cyber-Physical Systems - Are Computing Foundations Adequate? (pdf)
2. Cyber Physical Systems for Europe CPS4EU (<https://cps4eu.eu>)

Acquis / Knowledge :

Capacité à définir et justifier une architecture appropriée pour un CPS (Expert level)

- Connaissance des styles architecturaux mis en œuvre dans les CPS (Medium level).

Evaluation / Assessment :

L'évaluation comportera deux parties:

- Étude bibliographique et analyse critique de l'état de l'art autour des architectures CPS,
- Proposition et définition de l'architecture d'un CPS (rapport + présentation orale).

EIIN907	Graph Algorithms and Combinatorial Optimization	CM 21h	TD 3h	HNE 26h
---------	--	-----------	----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
					x	x		x	x

Responsable / *In charge of* : **Nisse Nicolas** (Nicolas.NISSE@inria.fr)

Résumé / *Abstract* :

The lectures will present the basic notions of Discrete Mathematics and Combinatorial Optimization. We will focus on two important problems, namely Network Flows and their applications to connectivity, and Graph Coloring. Through these two problems, we will give the basic notions of Algorithmic, Computational Complexity and Graph Theory. During the second part of the lecture, we will present an introduction to Linear Programming and duality, revisiting Flows and Coloring Problems.

Prérequis / *Prerequisite* :

- Basic knowledge of graph theory (shortest paths algorithms, search algorithms (BFS...))

Objectifs / *Objectives* :

Learn to write formal proofs of algorithms

Contenu / *Contents* :

- Introduction to graphs
- Shortest path and spanning tree problems
- Maximum flow
- applications in bipartite graphs and notions of complexity
- Model a combinatorial problem using linear programming.
- Proving optimality of a solution or finding approximate solutions.
- Using software solvers to solve linear programs in practice.

Références / *References* :

Lectures notes at <http://www-sop.inria.fr/members/Frederic.Havet/Cours/ubinet.html> and references inside.

Acquis / *Knowledge* :

Evaluation / *Assessment* :

Two written exams. - midterm: 30% of the mark - final: 70% of the mark

SMEGCP	Graph and Complexity	CM 12h	TD 16h	HNE 22h
--------	----------------------	-----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF x	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
----------	-------	-----	---------	-----	--------	---------	------------	------------	------------

Responsable / *In charge of* : **Crespelle Christophe & Nicolas Nisse** (Christophe.CRESPELLE@univ-cotedazur.fr & Nicolas.NISSE@inria.fr)

Résumé / *Abstract* :

The course first establishes structural results about planar graphs, show examples of their applications and illustrate various algorithmic techniques such as approximation algorithms, dynamic programming and exact exponential algorithms. Then, we introduce the parameterized complexity framework, which is used in the second part of the course for solving edge-editing problems, which consist in adding and/or deleting edges to a graph in order to obtain a graph in a certain class of graphs, such as cographs or chordal graphs for example.

Prérequis / *Prerequisite* :

Basic knowledge of algorithm design and analysis

Objectifs / *Objectives* :

Contenu / *Contents* :

Références / *References* :

Acquis / *Knowledge* :

Evaluation / *Assessment* :

2 short intermediate tests on table (25%, 30 min each) and a final exam (50%, 1h30)

EIEMA991	Green IT & DevOps	CM 0h	TD 34h	HNE 16h
----------	-------------------	----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / Course offered in the minor :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
				x					

Responsable / In charge of : **Vella Benjamin** (Benjamin.VELLA@univ-cotedazur.fr)

Résumé / Abstract :

Green IT and DevOps ou "DevGreenOps" est un terme qui combine des aspects du développement de logiciels (DevOps) avec un accent sur la durabilité environnementale ("Green"). Il désigne les pratiques et les principes qui intègrent des considérations environnementales dans le cycle de vie du développement et de l'exploitation des logiciels. Dans DevGreenOps, les équipes visent à réduire l'empreinte carbone et l'impact environnemental des systèmes logiciels en adoptant des stratégies pouvant inclure l'utilisation d'une infrastructure respectueuse de l'environnement, l'emploi de pratiques de codage économes en énergie et la promotion du recyclage et de la réutilisation des composants.

Ce module reprend donc les principes, concepts et outils de mesure d'impact environnemental présentés dans le cours « Green IT : principes et concepts » et accompagne les étudiants pour en faire une préoccupation majeure dans le cycle de vie DevOps d'une solution logicielle.

Prérequis / Prerequisite :

- Connaissance sur les principes et outils pour le Green IT logiciel
- Connaissance sur la conception, l'intégration et l'évolution des architectures logicielles
- Connaissance sur les bases de DevOps
- Connaissance sur les bases de la conteneurisation

Objectifs / Objectives :

- Évaluation de l'impact de différentes architectures possibles pour répondre à un besoin métier
- Regroupement d'outils d'évaluation dans un Dashboard
- Comparaison de l'impact environnemental selon la stratégie choisie
- Proposition argumentée d'amélioration des procédés

Contenu / Contents :

- Développement d'un projet mettant à disposition de nombreux services en utilisant des technologies contraintes
- Création d'un Dashboard regroupant les mesures d'impact environnemental étudiées précédemment
- Analyse des résultats et propositions d'amélioration de l'architecture et des process
- Mise en place des correctifs

Références / References :

- T. R. D. Saputri et S.-W. Lee, « Integrated framework for incorporating sustainability design in software engineering life-cycle: An empirical study », Information and Software Technology, vol. 129, p. 106407, janv. 2021, doi: 10.1016/j.infsof.2020.106407.
- « How do you go from DevOps to DevGreenOps? », Greenspector (statut d'Entreprise à mission) <https://greenspector.com/en/how-do-you-go-from-devops-to-devgreenops/>, (Consulté le : 25 avril 2024).
- F. Bordage, Ecoconception web : les 115 bonnes pratiques: Doper son site et réduire son empreinte écologique, 4e édition. Paris: EYROLLES, 2022.

Acquis / Knowledge :

- Définir des processus DevGreenOps
- Créer des Dashboard permettant d'évaluer l'impact environnemental d'un projet

- Comprendre l'impact des choix architecturaux (langage, communications réseau, procédures automatisées) dans un projet conséquent

Evaluation / *Assessment* :

Projet et Examen écrit

EIEMA990	Green IT: Conception et Outils	CM 12h	TD 16h	HNE 22h
----------	--------------------------------	-----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
				x					

Responsable / *In charge of* : **Lopez Dino** (Dino.LOPEZ@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

Le GreenIT se concentre sur la responsabilité environnementale des technologies du numérique, afin de promouvoir l'informatique durable. Cette préoccupation de premier rang impacte bien des domaines métier des technologies de l'information (IT) et bien naturellement celui de la production logicielle. L'écoconception logicielle qui en découle consiste donc à faire des choix orientés à toutes les étapes du cycle de vie logiciel, de la conception à l'exploitation pour réduire les émissions de carbone, la consommation d'eau et d'énergie dans une démarche de sobriété et de réduction des coûts. Pour un développeur logiciel, cela implique d'écrire un code économe en énergie. Pour un développeur IA/ML, cela implique l'optimisation des modèles, l'utilisation de modèles pré-entraînés ou l'exploitation de matériel optimisé pour l'entraînement. Pour un ingénieur de base de données, cela comprend des choix tels que la conception de schémas, le choix du stockage et l'optimisation des requêtes. Pour un architecte, cela implique des choix spécifiques d'architectures logicielles et infrastructurelles. Après une brève introduction des motivations sociétales, économiques et techniques de l'industrie du logiciel pour cette transition, ce module présente les grands principes de calcul de l'emprunte carbone dans le domaine de la production logicielle et les outils d'anticipation et d'évaluation qui permettent d'accompagner l'écoconception.

Prérequis / *Prerequisite* :

- Maîtrise d'un langage de programmation orienté objet
- Maîtrise des bases de données relationnelles
- Connaissance des technologies web (web services, architecture trois tiers)

Objectifs / *Objectives* :

- Comprendre les enjeux sociétaux, économiques et techniques de l'écoconception logicielle
- Comprendre les principes de l'impact carbone d'un logiciel
- Identifier les différentes études d'impact à mener dans les différentes étapes de la production et de l'exploitation d'une solution logicielle.
- Mettre en œuvre des outils de mesure ou de prévision de l'impact carbone dans l'évolution d'une solution logicielle.

Contenu / *Contents* :

- Les principes du Green IT et la nécessaire éco-conception des logiciels aujourd'hui
- L'Impact carbone et les coûts énergétique des infrastructures (DataCenter, Cloud)
- Les outils d'anticipation et de mesure de l'impact carbone des solutions logicielles
- Méthodologie d'optimisation sur les différents facteurs d'influence dans l'écoconception (code, algorithmes, architectures, ...), par cycle de tests de scénarios d'évolution et d'analyse des impacts carbonés et énergétiques qui en découlent.

Références / *References* :

- M. Guilliot, R. Lemaire, S. Revereault, et T. Nitot, Green IT - Les clés pour des projets informatiques plus responsables, Illustrated édition. Saint-Herblain: Eni, 2022.
- « Green Software Foundation - Book of News 2023 », Green Software Foundation. Consulté le: 25 avril 2024. [En ligne]. Disponible sur: <https://greensoftware.foundation/articles/green-software-foundation-book-of-news-2023>
- « Green Metrics Tool » <https://www.green-coding.io/projects/green-metrics-tool/> (Consulté le : 25 avril 2024).

Acquis / Knowledge :

- Connaissance des enjeux sociétaux, économiques et techniques de l'écoconception logicielle
- Connaissance des principes de l'impact carbone d'un logiciel
- Maîtriser les facteurs influant sur l'impact carbone aux différentes étapes de la production et de l'exploitation d'une solution logicielle.
- Maîtriser des outils de mesure ou de prévision de l'impact carbone pour accompagner l'évolution d'une solution logicielle.

Evaluation / Assessment :

Projet et Examen écrit

EIENIV9	Information Visualisation	CM 12h	TD 16h	HNE 22h
---------	---------------------------	-----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / Course offered in the minor :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
	x	x							

Responsable / In charge of : **Winckler Marco** (Marco.WINCKLER@univ-cotedazur.fr)

Résumé / Abstract :

This class provides a systematic and comprehensive framework for thinking about visualization in terms of principles of interaction with large data sets, perception of visual information, and design choices. We present a large set of visualization techniques that might be used to accommodate diverse types of data structure (including hierarchies, graphs/networks, multivariate table sets, fields, lists and clusters). Students will learn when to choose among diverse information visualization techniques those that can be used to efficiently communicate data (specially when the information is numerous) to the users. Moreover, students will learn how to implement information visualization techniques.

Prérequis / Prerequisite :

- Programming skills using web technologies (ex. HTML, CSS, SVG, JavaScript) are welcomed.

Objectifs / Objectives :

- The goal is to present information visualization techniques and apply them to solve problems related to the interaction with large datasets. This course includes methods for processing data and analysing data sets. The class also present visualization techniques and bring students to create information visualization techniques to display data.
- Students are expected to apply the tools and methods in a practical project that should implement a set of information visualization techniques to help users to accomplish their task with large data sets.

Contenu / Contents :

- Principles of information visualization
- Data structures used to visualize data
- Techniques for processing data sets
- Data transformation along the visualization pipeline
- User perception and the impact on information visualization
- User tasks and techniques for interacting with data
- Overview of information visualization techniques (ex. graphs, hierarchies, multidimensional data, ...)
- Programming of information visualization techniques
- Introduction to the library D3.JS

Références / References :

- Tamara Munzner. Visualization Analysis and Design. AK Peters Visualization Series, CRC Press (2014).
- Colin Ware. Information Visualization, Third Edition: Perception for Design (Interactive Technologies). Morgan Kaufmann. 536 pages (2012)
- Scott Murray. Interactive Data Visualization for the Web. O'Reilly Media. 273 pages (2013)
- Robert Spence. Information Visualization: An Introduction. Springer (2014)

Acquis / Knowledge :

- Apply a classification of data types structures for visualisation
- Make connections among data types and information visualization techniques
- Identify information visualities techniques that help users to perform appropriate their tasks
- Ask relevant, detailed, and probing questions about data structures and visualization techniques
- Recognize the different of data mappings necessary in visualization pipeline
- Express aesthetic appreciation and insight about visual representation of data
- Solicit feedback, evaluate, and revise information visualisation techniques according to user needs.
- Understand the principles of information visualization

- Know the Schneiderman's mantra of information visualization
- Know the main information visualization techniques
- Know the tools for dealing with information visualization
- Know the data structures used to visualize data
- Implement a pipeline for information visualization
- Interact and use different information visualization techniques
- Be able to reuse information visualization techniques available
- Be able to program basic information visualization techniques

Evaluation / Assessment :

Project (50%) plus written examination (50%)

EIEMA980	Ingénierie des Architectures Logicielles: Conception, Intégration, Evolution	CM 12h	TD 16h	HNE 22h
----------	--	-----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / Course offered in the minor :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
				x					

Responsable / In charge of : **Marro Grégory** (Gregory.MARRO@univ-cotedazur.fr)

Résumé / Abstract :

Les grands systèmes informatiques industriels sont par nature complexes, hétérogènes et évolutifs. Ces caractéristiques soulèvent des défis lors de la conception, de l'implémentation et de l'évolution de leurs architectures en réponse aux avancées technologiques et aux exigences métier changeantes. Ce cours, en traitant de l'intersection entre les théories modernes d'architecture logicielle et leurs applications concrètes dans le monde industriel, appréhende :

- La complexité inhérente à l'intégration d'une multitude de technologies et produits, souvent, issus de générations différentes
- La notion de compatibilité et d'interopérabilité dans un écosystème à large échelle
- Les choix technologiques pour la mise en œuvre d'une solution
- La distribution de services au travers des Architectures Orientées Services (AOS)
- L'orchestration et la communication au travers des Enterprise Service Bus (ESB)
- L'adaptation des architectures en réponse aux avancées technologiques et structurelles
- L'étude comparative des approches monolithiques et des approches basées sur les micro-services

Prérequis / Prerequisite :

- Maîtrise d'un langage de programmation orienté objet
- Maîtrise des bases de données relationnelles
- Connaissance des technologies web (web services, architecture trois tiers)

Objectifs / Objectives :

- Découverte et appréhension des modèles architecturaux fondamentaux du monde industriel
- Conception d'une architecture de bout en bout avec intégration de services externes
- Mise en œuvre d'une technologie de bus évènementiel
- Identification des atouts et limites d'une approche architecturale et évolution de cette dernière

Contenu / Contents :

- Conception aux interfaces et intégration évènementielle
- Domain Driven Design
- Planification et structuration des systèmes d'information

Références / References :

- Enterprise Integration patterns, Gregor Hoppe
- Microservice Architecture: Aligning Principles, Practices, and Culture. Irakli Nadareishvili et al
- Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design, Robert Cecil Martin
- Implementing Domain-Driven Design, Vaughn Vernon

Acquis / Knowledge :

- Concevoir une interface de service
- Faire communiquer des services hétérogènes
- Concevoir une architecture micro-service
- Mettre en œuvre des scénarios d'intégration

Evaluation / Assessment :

Projet et Examen écrit

EIIN941	Ingénierie des Connaissances	CM 8h	TD 22h	HNE 20h
---------	------------------------------	----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
	x								

Responsable / *In charge of* : **Faron Catherine** (Catherine.FARON-ZUCKER@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

Ce module est consacré à l'étude et à la mise en œuvre de langages, méthodes et outils pour la construction et la gestion du cycle de vie des graphes de connaissances et des ontologies à partir de données hétérogènes structurées et textes.

Prérequis / *Prerequisite* :

- Web de données

Objectifs / *Objectives* :

Introduction aux problématiques de l'ingénierie des connaissances, de l'ingénierie des ontologies et au métier d'ingénieur de la connaissance

Introduction à et mise en œuvre des standards, méthodes, et outils pour la construction de graphes de connaissances et d'ontologies à partir de données hétérogènes sur le Web

Contenu / *Contents* :

- Introduction à l'ingénierie des connaissances
- Standards du W3C pour l'intégration de données hétérogènes sur le web : R2RML, JSON-LD, CSV on the Web, Provenance, POWDER, DCAT, RDF Data Cube, ...
- Extraction de connaissances à partir de textes : extraction d'entités nommées et annotation sémantique (named entity recognition and linking), de relations entre entités nommées
- Mise en œuvre pour la construction d'un graphe de connaissances et son liage sur le web de données

Références / *References* :

Acquis / *Knowledge* :

- Standards du W3C pour l'intégration de données hétérogènes sur le web
- Méthodes et outils de named entity recognition and linking et de construction de graphes de connaissances à partir de textes

Evaluation / *Assessment* :

Rendus de TD, synthèse écrite d'articles et présentation orale

EIINA903	Ingénierie des Modèles et Langages Spécifiques aux Domaines	CM 4h	TD 28h	HNE 18h
----------	---	----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
				x					

Responsable / *In charge of* : **Deantoni Julien** (Julien.DEANTONI@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

Ce cours s'intéresse à la définition de langages spécifiques à un domaine particulier. En utilisant un modèle de classe pour capturer les concepts et relations d'un domaine applicatif, les étudiants définissent un nouveau "langage" dédié aux experts du domaine capturé. Des techniques de génération de code sont alors utilisées pour atteindre des plateformes d'exécution classique.

Prérequis / *Prerequisite* :

- Programmation orientée objet, Analyse et Conception.

Objectifs / *Objectives* :

- Spécifier et mettre en œuvre un diagramme de classe ayant le rôle de méta modèle
- Exprimer des contraintes sur un métamodèle pour enrichir sa sémantique statique
- Spécifier et mettre en œuvre un langage spécifique au domaine en définissant sa grammaire
- Appliquer une approche de programmation générative

Contenu / *Contents* :

- Introduction aux langages spécifique au domaine
- Méta modélisation
- Mise en œuvre de langage spécifique au domaine
- Travail sur mini-projet
- Contraintes logiques

Références / *References* :

- Fowler: Domain-Specific Languages
- Markus Voelter: DSL Engineering - Designing, Implementing and Using Domain-Specific Languages
- Robert B. France, Bernhard Rumpe: Model-driven Development of Complex Software: A Research Roadmap. FOSE 2007

Acquis / *Knowledge* :

- Concevoir un méta-modèle Niveau: Maîtrise
- Mettre en œuvre un générateur de code Niveau: Applications
- Concevoir un langage spécifique au domaine Niveau: Expert

Evaluation / *Assessment* :

EIENIU9	Interactions entre Espace Utilisateur, Noyau et Matériel	CM 7h	TD 24h	HNE 19h
---------	--	----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / Course offered in the minor :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
			x						

Responsable / In charge of : **Lavirotte Stéphane** (Stephane.LAVIROTTE@univ-cotedazur.fr)

Résumé / Abstract :

Ce module a pour but de comprendre comment étendre les fonctionnalités offertes par le noyau Linux, en particulier via l'écriture de pilote de périphérique (driver) dans un système d'exploitation pouvant être embarqué. Après une présentation de l'architecture du noyau, le cours mettra tout d'abord l'accent sur son extension via les modules. L'écriture de modules sera alors appliquée à la mise en œuvre d'un pilote de périphérique purement logiciel pour poursuivre sur l'implémentation d'un pilote pour matériel USB. Ce cours se terminera sur les méthodes pour gérer la variabilité matérielle/logicielle.

Pour rendre les choses concrètes et faire la part belle à l'expérimentation, plus de 2/3 du module sera consacré à la mise en œuvre (travaux dirigés).

Prérequis / Prerequisite :

- Programmation C

Objectifs / Objectives :

Le but de ce cours est de présenter l'extension d'un système d'exploitation, pouvant être embarqué, en lui ajoutant de nouvelles fonctionnalités via l'écriture de modules pour prendre en compte de nouveaux périphériques.

Contenu / Contents :

En vue de doter les étudiants d'une réelle expertise le cours est articulé selon trois axes :

- Connaissances
- Compétences

Les séances durent 4h regroupant :

- une heure de cours sur les principaux concepts et éléments techniques concernés par la séance (Connaissances)
- trois heures de tutorial dans des environnements logiciels professionnels et sur du matériel grand public (Compétences)

Plan du cours

- Architecture du noyau
- Développement de modules
- Pilotes de périphériques logiciel
- Pilotes de périphériques matériels (matériel USB)

Références / References :

- P. Ficheux, E. Bénard, Linux embarqué. Nouvelle étude de cas - Traite d'OpenEmbedded, Eyrolles, 2012
- Michael Kerrisk, The Linux Programming interface: A Linux and UNIX System Programming Handbook, 2010
- Robert Love, Linux Kernel Development, 2010
- D. Bovet et M. Cesati, Understanding the Linux Kernel (3rd edition), O'Reilly 2006
- J Corbet, A Rubini, G Kroah-Hartman, Linux Device Drivers (3rd Edition), O'Reilly, 2005
- Linux pour l'embarqué: <https://bootlin.com/>

Acquis / Knowledge :

- Compréhension de la communication entre périphérique et logiciel sous Unix. Niveau Expert
- Développement de modules et de pilotes de périphériques. Niveau: Maîtrise

Evaluation / Assessment :

- Contrôle intermédiaire (QCM pour évaluer les connaissances acquises)
- Contrôle terminal (Résolution de problème pour évaluer les compétences acquises).

EIINH903	Interfaces Réparties sur Plusieurs Supports	CM 0h	TD 34h	HNE 16h
----------	---	----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM x	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
----------	-------	----------	---------	-----	--------	----	------------	------------	------------

Responsable / *In charge of* : **Dery Anne-Marie** (Anne-Marie.PINNA@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

Cet enseignement a pour but de concevoir et d'implémenter une application répartie sur multi supports. Les supports visés ont des spécificités différentes en termes d'usage et d'interactions. Par exemple les tables surfaces supportent les interactions tactiles, sonores et tangibles, et favorisent la réalisation de tâches coopératives ou compétitives. Les grands écrans sont le plus souvent utilisés pour visualiser une masse de données à plusieurs personnes mais il peut être aussi d'interagir en tactile ou en geste pour effectuer des tâches collaboratives coopératives. Les smartphones et tablettes supportent les interactions tactiles, sonores, vibreurs et sont équipés de capteurs de localisation et de position qui favorisent les tâches en mobilité.

Prérequis / *Prerequisite* :

- Conception et évaluation d'IHM, techniques d'interactions,
- Interfaces tactiles, Applications réparties.

Objectifs / *Objectives* :

Analyser et implémenter un cas d'étude en suivant une méthodologie pour réaliser des applications multi-supports (le cas d'études peut être choisi à partir des maquettes réalisées étudié en interfaces tactiles ou être proposé par les enseignants)

- Mettre les étudiants en situation de choisir les technologies adaptées à chaque support
- Présenter les modalités et les principes d'ergonomie à choisir selon les usages visés : par exemple l'aspect collaboratif de la table surface doit être mis en valeur, l'aspect mobilité pour les téléphones également...

Contenu / *Contents* :

- Les cours présentent les spécificités des applications multi-dispositifs en particulier des applications de continuité de services.
- Les intervenants sont des enseignants chercheurs en IHM et des spécialistes micro-services et micro-frontends, anciens étudiants, en poste dans des entreprises depuis plusieurs années.
- Les séances de TD sont basées sur un projet fil rouge en groupe permettant d'implémenter un scénario cohérent et complet mettant en jeu chacun des dispositifs dans un contexte d'usage adapté.

Références / *References* :

- <https://nomos.i3s.unice.fr/>

Acquis / *Knowledge* :

- Savoir concevoir et réaliser une application multi dispositif. Niveau: Expert

Evaluation / *Assessment* :

- Démonstration et vidéo 40%
- Livraison 25%
- Note individuelle (oral / écrit selon le nombre d'étudiants)

EIINH904	Interfaces Tactiles	CM 0h	TD 34h	HNE 16h
----------	---------------------	----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
		x							

Responsable / *In charge of* : **Dery Anne-Marie** (Anne-Marie.PINNA@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

Cet enseignement présente la particularité des interactions tactiles ou gestuelles sur des supports non classiques : table interactives, bornes, murs, grands écrans.

Prérequis / *Prerequisite* :

- Méthodes de conception d'IHM, Techniques d'interactions.

Objectifs / *Objectives* :

Etudier les usages spécifiques des grands dispositifs, proposer des interactions originales et adaptées illustrées dans des maquettes haute-fidélités. Etudier les solutions technologiques qui permettront de développer ces propositions dans le module interfaces réparties.

Contenu / *Contents* :

- Les cours présentent la problématique des dispositifs visés et des travaux de recherche en interaction homme machine pour ouvrir à des solutions originales et adaptées.
- Les intervenants sont des enseignants chercheurs en IHM et de anciens étudiants, en poste dans des entreprises depuis plusieurs années.
- Les séances de TD ont pour but de créer une maquette haute-fidélité montrant l'adéquation des interactions et visualisations choisies sur un scénario concret.

Références / *References* :

Acquis / *Knowledge* :

- Savoir concevoir une application interactive pour des dispositifs originaux. Niveau: Expert

Evaluation / *Assessment* :

- Soutenance et vidéo 40%
- Rapport 30%
- Note individuelle 30%

SIIN909	Internet Measurements and New Architectures	CM 21h	TD 3h	HNE 26h
---------	---	-----------	----------	------------

Cours proposé dans la mineure / Course offered in the minor :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
					x				

Responsable / In charge of : **Barakat Chadi** (Chadi.BARAKAT@inria.fr)

Résumé / Abstract :

We are experiencing an unprecedented success of the Internet, putting it and the diverse applications and services it provides at the center of our daily life. This success is accompanied however with two main observations. On one side, end users are getting less and less knowledgeable about the Internet structure and the way it works, hence losing control on the performance they get from the network. On another side, the network and the content providers are overwhelmed with the huge volume of content end users generate. This has motivated a large number of research work on trying to infer the structure and performance of the Internet by means of measurements, and on proposing new network paradigms that improve efficiency and flexibility by providing a native support for content-based communication and adding programmability to network elements. IMNA will cover this interesting and emerging research area. We will motivate and overview the different proposals that have been made in the literature for a better Internet transparency by means of passive and active measurements, and the main networking paradigms for the Internet of the Future, including in particular Information-Centric Networking (ICN) and Software Defined Networking (SDN).

Prérequis / Prerequisite :

- TCP/IP networking protocols and layered architecture. Basic knowledge in probability and statistics.

Objectifs / Objectives :

To understand the state-of-the-art in network architecture and protocols, and the solutions that were proposed to monitor and supervise the Internet. To study in depth some of the up-to-date networking and monitoring research problems, by reading and discussing research papers.

Contenu / Contents :

- Introduction to Internet monitoring
- Main measurement tools
- End-to-end and Network-wide monitoring
- Introduction to network experimentation
- Internet architecture
- Content Centric Networking
- Software Defined Networks
- Network Function Virtualization

Références / References :

- Computer Networks, a systems approach, by Larry L. Peterson and Bruce S. Davie, (2007), ISBN-10: 0123705487, ISBN-13: 9780123705488.
- Computer Networking: A Top-Down Approach, by James F. Kurose and Keith Ross, Pearson education.

Acquis / Knowledge :

- An introduction to the field of Internet measurement with its main solutions and methods, and to new content-oriented architectures based on the virtualization of network elements.

Evaluation / Assessment :

Two written exams that count for two third of the total mark, the other third comes from the reading and evaluation of a research paper (written report + oral presentation).

KMUSREU	Introduction to Scientific Research	CM 8h	TD h	HNE 42h
---------	-------------------------------------	----------	---------	------------

Cours proposé dans la mineure / Course offered in the minor :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
----------	-------	-----	---------	-----	--------	----	------------	------------	------------

Responsable / In charge of : **Winckler Marco** (Marco.WINCKLER@univ-cotedazur.fr)

Résumé / Abstract :

This class presents an introduction to the scientific method and it proposes a set of methods and tools that entitle students to reason scientifically and apply scientific methods in their work. The methods and tools used are oriented to the research in Computer Science. Eventually, we expect to prepare students to pursue their education towards a PhD. The class is delivered in English.»

Prérequis / Prerequisite :

- Nothing to report

Objectifs / Objectives :

- The goal of this class is to provide students with a set of methods and tools that entitle them to reason scientifically and apply scientific methods in their work

Contenu / Contents :

- Introduction to the Scientific Research methods
- Components of Science (evidence, logic, hypotheses, theories, induction, deduction, validity, reliability)
- Lifecycle of scientific knowledge acquisition, validation and dissemination
- Types of publications, publication media, and (peer) reviewing processes
- Introduction to methods for Systematic Literature Review (SLR)
- Methods for reading and writing scientific articles
- Methods and tools for bibliography management
- Overview and perspective of scientific research in the Academia and in the Industry

Références / References :

- Gaines, B.: Modeling and forecasting the information sciences. Inf Sci 57/58: (1999) 13-22.
- Lame, G. (2019). Systematic Literature Reviews: An Introduction. Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design, 1(1), 1633-1642. doi:10.1017/dsi.2019.169
- Ann McNeal. How to Read a Scientific Research Paper - a four-step guide for students. School of Natural Science, Hampshire College, Amherst MA

Acquis / Knowledge :

- Apply a classification of types of scientific publications
- Recognize hypothesis, theories, and research questions in scientific work
- Express the level of validity and reliability of results reported in scientific papers
- Make connections among ideas described in scientific papers
- Formulate research questions to describe the need of further knowledge
- Ask relevant, detailed, and probing questions about scientific publications
- Solicit feedback, evaluate, and revise scientific publications. • Be able to look up for scientific articles and check the reliability of the sources
- Be read, understand, and report scientific articles
- Be able to cite properly scientific articles
- Be able to apply the Systematic Literature Review method
- Be able to master the management of scientific literature

Evaluation / Assessment :

- Report and oral presentation

SIINC906	Introduction to Security	CM 12h	TD 16h	HNE 22h
----------	--------------------------	-----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
					x		x	x	x

Responsable / *In charge of* : **Boudaoud Karima** (Karima.BOUDAOU@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

This course is an introduction to several security aspects: Cybersecurity, Cryptography and security of several technologies and environments. It starts with an introduction to Cybersecurity and main security concepts and principles. Then, it covers Android Security, Cloud Security, Web Security and SecDevOps. The course session includes lectures and Labs.

Prérequis / *Prerequisite* :

- Java

Objectifs / *Objectives* :

- Understand the main aspects regarding Cybersecurity
- Understand the main security properties
- Learn how to design secure mobile applications
- Learn how to secure Web and Cloud environments
- Have an overview about SecDevOps

Contenu / *Contents* :

- Legal and Ethical aspects regarding Cybersecurity
- Main Cybersecurity concepts
- Security properties and Cryptography
- Android Security
- Web Security
- Cloud Security
- SevDevOps

Références / *References* :

Acquis / *Knowledge* :

- Legal and ethical aspects regarding Cybersecurity
- Basics on Android security
- Basics on Web Security
- Basics on Cloud Security

Evaluation / *Assessment* :

- Exam: 50%
- Lab: 50%

EIIN943	Large Scale Distributed Systems	CM 12h	TD 14h	HNE 24h
---------	---------------------------------	-----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / Course offered in the minor :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
				x	x		x	x	x

Responsable / In charge of : **Huet Fabrice** (Fabrice.HUET@univ-cotedazur.fr)

Résumé / Abstract :

Large-scale distributed infrastructures leverage high-performance networks to federate distributed resources, whether they are co-located or geographically dispersed. The purpose of this course is to provide an in-depth overview of such architectures, with a specific focus on their underlying motivation and the various layers involved, spanning from hardware to software. Throughout the lectures, we will primarily concentrate on large-scale data processing as a key exemplar. Additionally, the lab sessions will offer hands-on experience in deploying and utilizing real-world systems.

Prérequis / Prerequisite :

Knowledge of Java and/or Python and basic knowledge of Command Line Interface (Unix) is required. A laptop with VM support is required for the lab sessions.

Objectifs / Objectives :

- Become familiar with large-scale distributed infrastructures
- Learn distributed computing principles and underlying technologies
- Design performing distributed applications
- Be alert to emerging technologies and research trends

Contenu / Contents :

- Principles behind distributed systems
 - o Is many better than one ?
 - o CAP Theorem
 - o Latency and Scalability
- Storing large data
 - o From RAID to distributed File Systems
 - o Introduction to NoSQL
 - o Data consistency
 - o Case studies : Facebook's Cassandra, HDFS
- Processing Big Data
 - o Map-Reduce
 - o Case studies : Hadoop, Spark
- Managing Fast Data
 - o Data streams, real-time processing
 - o Case studies : Spark Streaming, Apache Flink, Apache Kafka

Références / References :

- Ali Davoudian, Liu Chen, and Mengchi Liu. 2018. A Survey on NoSQL Stores. ACM Comput. Surv. 51, 2, Article 40 (March 2019), 43 pages. <https://doi.org/10.1145/3158661>
- Jeffrey Dean and Sanjay Ghemawat. 2008. MapReduce: simplified data processing on large clusters. Commun. ACM 51, 1 (January 2008), 107–113. <https://doi.org/10.1145/1327452.1327492>
- Navigating the 8 fallacies of distributed computing, <https://ably.com/blog/8-fallacies-of-distributed-computing>

Acquis / Knowledge :

Evaluation / Assessment :

Lab session exercises, group project with presentation at the end of the course.

EIIN908B	Machine Learning for Networks	CM 21h	TD 3h	HNE 26h
----------	-------------------------------	-----------	----------	------------

Cours proposé dans la mineure / Course offered in the minor :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
	x				x	x	x	x	x

Responsable / In charge of : **Giroire Frédéric** (Frederic.GIROIRE@cns.fr)

Résumé / Abstract :

There is a growing trend in the networking community to use machine learning (ML) methods to solve classic networking problems. The course will show how to model network problems using ML and present several important applications, such as anomaly detection or network design and management.

Prérequis / Prerequisite :

Objectifs / Objectives :

The goal of the course is to explore how to use classic and advanced methods from machine learning in a networking context. We will present some of these methods among linear regression, Support Vector Machine, Reinforcement Learning, graph kernels, etc., and show how they can be applied to solve important networking problems such as the detection of anomalies in network traffic to show potential threats or discover the source of failures or the design of Internet of Things (IoT) and Unmanned Aerial Vehicles (UAV) networks.

Contenu / Contents :

The course will present machine learning methods used to study networks. It will start with a short presentation of classic ML algorithms.

Then, in the first part of the course, there will be a focus on methods to compare networks, in particular graph kernels. We will show how these techniques can be used to detect anomalies or attacks in telecommunication network traffic. This will be the topic of the course project.

The second part of the course will investigate Reinforcement Learning (RL) where the agent explore the environment to learn from it and maximize the rewards obtained from the actions taken.

We will present basic RL methods such as multi-armed bandit and Q-learning algorithm and investigate the applications of RL for the design of Internet of Things (IoT) and Unmanned Aerial Vehicles (UAV) networks.

Références / References :

- Shortest-path kernels on graphs, K. M. Borgwardt and H.-P. Kriegel, ICDM, 2005.
- Deep Graph Kernels, P. Yanardag, S.V.N. Vishwanathan, KDD, 2015.
- Profiling the End Host, T. Karagiannis, K. Papagiannaki, N. Taft, and M. Faloutsos, PAM 2007.
- Network Monitoring using Traffic Dispersion Graphs (TDGs), Iliofotou, M., Pappu, P., Faloutsos, M., Mitzenmacher, M., Singh, S., and Varghese, G., IMC, 2007.
- GraphPrints: Towards a Graph Analytic Method for Network Anomaly Detection, Harshaw, C. R., Bridges, R. A., Iannacone, M. D., Reed, J. W., and Goodall, J. R., CIRSC 2016.
- Richard S. Sutton and Andrew G. Barto. Reinforcement Learning: An Introduction, 2nd Edition, MIT Press, 2018.
- Csaba Szepesvári. Algorithms for reinforcement learning. 1st Edition, Morgan & Claypool Publishers, 2010.

Acquis / Knowledge :

- Explain graph comparison methods
- Use graph kernels to compare networks
- Know the main network anomaly detection methods
- Use reinforcement learning methods to solve networking problems

Evaluation / Assessment :

- A serie of homeworks: 1/4 of the final note.

- A project: $\frac{1}{4}$ of the final note.
- A final exam (without documents): $\frac{1}{2}$ of the final note.

SIIN954	Machine Learning: Theory and Algorithms	CM 21h	TD 3h	HNE 26h
---------	---	-----------	----------	------------

Cours proposé dans la mineure / Course offered in the minor :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
					x				x

Responsable / In charge of : **Neglia Giovanni** (Giovanni.NEGLIA@inria.fr)

Résumé / Abstract :

The course introduces the mathematical foundations of machine learning.

Its first goal is to formalize the main questions behind machine learning: What is learning? How can a machine learn? Is learning always possible? How do we quantify the resources needed to learn? To this purpose, the course presents the probably-approximately correct (PAC) learning paradigm. Its second goal is to present several key machine learning algorithms and show how they follow from general machine learning principles.

Prérequis / Prerequisite :

The course has a theoretical focus, and the student is assumed to be comfortable with basic notions of probability, linear algebra, analysis, and algorithms.

Objectifs / Objectives :

- Formalize mathematically the learning problem
- Present key machine learning algorithms

Contenu / Contents :

- What Is Learning? When Do We Need Machine Learning? Types of Learning
- The Statistical Learning Framework
- Empirical Risk Minimization
- Probably Approximately Correct (PAC) Learning, agnostic and non-agnostic case
- Uniform Convergence
- The Bias-Complexity Tradeoff
- The No-Free-Lunch Theorem
- The VC-Dimension
- The Fundamental Theorem of PAC learning
- Nonuniform Learnability, Structural Risk Minimization and minimum Description Length
- Linear Predictors, Linear Regression, Logistic Regression
- Boosting, Weak Learnability, AdaBoost
- Model Selection and Validation
- Convex Learning Problems, Surrogate Loss Functions

Références / References :

- Shai Shalev-Shwartz and Shai Ben-David, Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms, available at <https://www.cs.huji.ac.il/w~shais/UnderstandingMachineLearning/understanding-machine-learning-theory-algorithms.pdf>
- Video lecture from Shai Ben-David https://www.youtube.com/channel/UCR4_akQ1HYMUcDszPQ6jh8Q
- Lecture notes from Shai Shalev-Shwartz <https://www.cs.huji.ac.il/w~shais/IML2014.html>

Acquis / Knowledge :

- Know the fundamental limits of machine learning
- Know how to select machine learning models with the right complexity

Evaluation / Assessment :

30% classwork (a 10-minute test at every lesson, only 5 best marks will be considered), 30% a mid-course home assignment, 40% final exam.

EIIN923	Modélisation et Conception des Systèmes Embarqués	CM 8h	TD 22h	HNE 20h
---------	---	----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
			x						

Responsable / *In charge of* : **Miramond Benoit** (Benoit.MIRAMOND@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

Les objets connectés, les réseaux de capteurs, l'électronique de bord dans le domaine spatial ou l'électronique de contrôle en automobile sont autant de membres de la même famille des systèmes embarqués qui nécessitent une conception à la fois logicielle et matérielle spécifique. Les récentes avancées dans le domaine de l'intelligence artificielle ont conduit à une demande de plus en plus importante de solutions d'IA efficace d'un point de vue énergétique pour répondre aux contraintes de systèmes embarqués et autonomes. Nous passerons en revue dans ce cours les solutions disponibles aujourd'hui, tant du point de vue méthodologique que matériel pour le déploiement optimisé de réseaux de neurones dans ces domaines applicatifs. Nous étudierons dans ce module les méthodologies de conception faisant intervenir les problématiques logicielles et matérielles pour renforcer les compétences transverses attendues en ingénierie des systèmes embarqués sur des architectures SoC (System-on-Chip) et FPGA. Enfin nous évoquerons les différentes pistes scientifiques et technologiques pour améliorer l'efficacité des réseaux de neurones embarqués, comme les réseaux de neurones à spikes et les architectures neuromorphiques associées. Ces notions seront mises en application sur des systèmes électroniques de l'état de l'art.

Prérequis / *Prerequisite* :

- Connaissances en électronique numérique, machine learning et systèmes embarqués

Objectifs / *Objectives* :

- Comprendre les enjeux en termes de latence, de consommation énergétique, d'empreinte mémoire et de réduction de performance lors du déploiement embarqué de solutions d'IA.

Contenu / *Contents* :

- TP de programmation embarquée sur cible FPGA

Références / *References* :

Acquis / *Knowledge* :

- Conception conjointe logicielle et matérielle
- Conceptions sur circuit FPGA
- Développement d'algorithmes d'IA sur cible embarquée
- Quantification de réseaux de neurones

Evaluation / *Assessment* :

- Rapport de TP
- QCM sur les travaux pratiques
- Contrôle sur les notions vues en cours

SIIN903	Multimedia Networking	CM 12h	TD 16h	HNE 22h
---------	-----------------------	-----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / Course offered in the minor :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
					x			x	

Responsable / In charge of : **Aparicio Ramon** (Ramon.APARICIO-PARDO@univ-cotedazur.fr)

Résumé / Abstract :

In this course, we will study the delivery of multimedia contents, particularly video, in current telecommunication networks. First, we explain what a Content Distribution Network (CDN) is and how it works. Then, we focus on video streaming, that is, in the delivery of the dominant content in the CDNs: the video.

Prérequis / Prerequisite :

- Knowledges about TCP services (congestion control, flow control, reliability) and IP protocol.

Objectifs / Objectives :

- Understand what a Content Distribution Network (CDN) is and how it works.
- Understand what Video Streaming is and how it works.
- Be able to design simple network algorithm for multimedia applications

Contenu / Contents :

- Content Distribution Networks (CDNs)
- Content storage (caching)
- Overlay Routing
- Video Streaming
- Quality of Experience
- HTTP Adaptive Streaming (HAS)

Références / References :

- M. Siekkinen, Video streaming, lecture Aalto Univ., 2014
- H. Riiser, Adaptive Bitrate Video Streaming over HTTP in Mobile Wireless Networks, PhD thesis, Univ. of Oslo, 2013
- Z. Morley Mao, Multimedia Networking, lecture, lecture Univ. of Michigan
- Video Communications and Video Streaming Over Internet: Issues and Solutions, lecture Sharif Univ. of Technology
- A. C. Begen and T. Stockhammer, HTTP Adaptive Streaming: Principles, Ongoing Research and Standards, ICME 2013
- S. Akhshabi, S. Narayanaswamy, A. C. Begen, C. Dovrolis, An experimental evaluation of rate-adaptive video players over HTTP, Elsevier SP, Oct. 2011
- Computer Networking: A Top-Down Approach (7th Edition) by James Kurose

Acquis / Knowledge :

- Knowledge about Content Distribution Networks (CDNs) and Video Streamming
- Know how to design an algorithm optimizing a multimedia application

Evaluation / Assessment :

- 1 exam mark (50%)
- TD (Lab) marks (50%)

EIENMI9	Multimodal Interaction Techniques	CM 7h	TD 24h	HNE 19h
---------	-----------------------------------	----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / Course offered in the minor :

CyberSec	IA-ID	IHM x	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
----------	-------	----------	---------	-----	--------	----	------------	------------	------------

Responsable / In charge of : **Winckler Marco** (Marco.WINCKLER@univ-cotedazur.fr)

Résumé / Abstract :

This course introduces new interfaces that can improve the experience or the efficiency of the interaction with computers (such as voice control, sound interaction, gesture recognition, touch screens, haptic feedback, mixed reality). The term modality describes human perception on one of the three following perception channels: visual, auditive, and tactile. Multimodality qualifies interactions that comprise more than one modality on either the input (from the human to the machine) or the output (from the machine to the human) and the use of more than one device on either side (e.g., microphone, camera, display, keyboard, mouse, pen, track ball, data glove). This course has two parts: the first part is aiming at defining concepts and providing examples of the evolution of interaction techniques since the seminal work “put-that-there system” (Bolt, 1980); the second part of this class is meant to bring students to experience the development of multimodal techniques. The development work is focused on programming applications for mixed-reality systems (immersive and augmented realities). Therefore, students should be able to experience and develop interaction techniques using virtual and augmented reality devices that are specially chosen to support high levels of interactivity.

Prérequis / Prerequisite :

- Programming interactive systems.
- Project management.

Objectifs / Objectives :

This class has two main goals: first of all, the goal is to present a large spectrum of interaction techniques allowing users to interact with the virtual and physical environment through more « natural modes of communication »; students are expected to understand the advantages and drawbacks of interaction techniques and technology. The second goal is to introduce students to the development of multimodal interaction techniques; for that students are expected to develop small applications using mixed reality that exploit multimodal interaction.

Contenu / Contents :

- Definition of multimodality and multimedia.
- Combination of inputs/outputs (fusion/fission of events);
- Overview about interaction styles and techniques;
- Modal input in user interfaces (e.g. pointers, sensors, gesture, voice, gaze);
- Multimodal output in user interfaces (affordances, passive and active interaction, audio-visual cues)
- Object interaction (e.g. pick up, rotate, scale, place);
- Transfer functions;
- Multimodality, navigation, movement
- Evaluation of UX, immersion, embodiment, motion sickness, multimedia in VR

Références / References :

- Bolt, R. A. (1980). Put-that-there: Voice and gesture at the graphics interface. Proceedings of the 7th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques. Seattle, Washington.
- Unity User Manual 2021.3 (LTS). <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>
- Matthew Turk. Multimodal interaction: A review. In Pattern Recognition Letters, Volume 36, 15 January 2014, Pages 189-195.
- Florent Robert, Marco Winckler, Hui-Yin Wu, Lucile Sassatelli. Analyzing and understanding embodied interactions in virtual reality systems: research proposal. MMSys 2022: 362-366

Acquis / Knowledge :

- Describe how alternative or multimodal interfaces work, that utilize the latest technology;
- Evaluate strengths and weaknesses of multimodal interfaces;
- Implement user interfaces that uses new interaction technologies (for basic tasks with objects);
- Suggest efficient design solutions for new interfaces that use different modalities. • Deepen her/his knowledge of new modalities of interaction in advanced courses
- Exploit multimodality in applied projects
- Choose an appropriate interface for a given task, from a human-computer interaction (HCI) and technical perspectives.

Evaluation / Assessment :

Rapports (50%) et Présentation (50%)

Création	OS Embarqués pour l'Edge Computing	CM 7h	TD 24h	HNE 19h
----------	------------------------------------	----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
			x						

Responsable / *In charge of* : **Deantoni Julien** (Julien.DEANTONI@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

Ce cours se concentre sur la couche logicielle la plus proche des processus physiques à surveiller et à contrôler dans les systèmes embarqués. Il s'intéresse à la diversité des plateformes d'interaction entre le monde physique (capteurs, actionneurs) et l'infrastructure de calcul. Ces plateformes s'étendent de matériels très contraints en ressources de calcul et de stockage (ex. : Arduino) à des single-board computers (SBC) comme les Raspberry Pi ou ESP32, capables de traitements plus avancés malgré des capacités limitées. Dans tous ces cas, les dispositifs embarqués doivent assurer localement, et souvent en temps réel, le traitement des données capteurs, l'émission de commandes vers les actionneurs, la gestion de leur comportement intrinsèque ainsi que les communications avec d'autres équipements. Dans ces environnements contraints, le programme embarqué doit : (1) gérer efficacement les ressources matérielles limitées (temps CPU, mémoire, accès E/S), (2) garantir une exécution déterministe et assurer une communication fiable avec le matériel et les autres dispositifs. Ce programme peut s'exécuter directement sur le matériel (bare metal), ou s'appuyer sur un système d'exploitation embarqué, qu'il soit temps réel (RTOS) ou basé sur une distribution Linux optimisée.

Le cours propose une progression pédagogique en trois étapes :

- Développement bas niveau sur des plateformes fortement contraintes (ex. : ATmega328p/Arduino), avec une programmation fine en exploitant les caractéristiques natives du microcontrôleur.
- Mise en œuvre d'une programmation temps réel via une couche d'abstraction logicielle.
- Introduction à la construction de systèmes Linux embarqués à l'aide de Yocto, ciblant des plateformes ARM Cortex-M (ex : Raspberry Pi).

Les protocoles de communication tels que UART, SPI, I2C ou CAN seront abordés de manière pragmatique, dans une approche système, en lien avec la gestion des périphériques, le traitement des interruptions et le développement de pilotes matériels.

Prérequis / *Prerequisite* :

Une connaissance du langage C ou C++.

Objectifs / *Objectives* :

Ce cours vise à confronter les étudiants à la programmation sur les périphériques fortement contraints, les confrontant à des problématiques rarement abordées dans le cursus classique d'un informaticien. Il leur apporte les fondamentaux nécessaires à la gestion des ressources système (temps, mémoire, périphériques) ainsi que des interface de communication, que ce soit en programmant directement le microcontrôleur (bare-metal), en utilisant un système d'exploitation temps réel (RTOS) ou en personnalisant des images Linux embarquées (Yocto).

Contenu / *Contents* :

- Introduction et Fondamentaux des Systèmes Embarqués Contraints
- Programmation Bas Niveau de l'ATmega328 (Arduino)
- Couche d'Abstraction et Programmation Temps Réel (RTOS)
- Protocoles de Communication Série (UART, SPI) et Inter-Circuits (I2C, CAN)
- Introduction à la Construction de Systèmes Linux Embarqués avec Yocto
- Personnalisation Avancée de Yocto et Intégration Système
- Soit Hyperviseur, soit mini projet 4 heures de communication entre un RPI et une carte Arduino.
- Contrôle des connaissances

Références / References :

- Introduction aux systèmes embarqués en temps réel, Conception et mise en oeuvre, Collectif Dunod, Emmanuel Grolleau, Henri Bauer, 2018,
- FreeRTOS (pdf).

Acquis / Knowledge :

- Déployer et configurer un RTOS sur une plateforme à microcontrôleur pour gérer des tâches concurrentes et répondre à des contraintes temps réel,
- Mettre en œuvre des interfaces de communication (UART, I2C, SPI, CAN),
- Construire une image Linux embarquée personnalisée avec Yocto, adaptée aux contraintes matérielles,
- Comparer les architectures bare-metal, RTOS et Linux embarqué pour identifier la solution la plus appropriée selon le contexte

Evaluation / Assessment :

L'évaluation se fera au travers d'un contrôle des connaissances terminales et d'un contrôle continu du travail des étudiants lors des travaux pratiques.

EIIN924	Peer to Peer	CM 21h	TD 3h	HNE 26h
---------	--------------	-----------	----------	------------

Cours proposé dans la mineure / Course offered in the minor :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
x							x	x	x

Responsable / In charge of : **Liquori Luigi** (Luigi.LIQUORI@inria.fr)

Résumé / Abstract :

Since the early days of the internet, from the email to the Web, the client-server architecture has been used for data transfer. However, in a few years, the peer-to-peer architecture has changed our way to share information. Peer-to-peer communications still account for a large part of the internet trafic. The peer-to-peer architecture deployment has followed a rare model in the history of the internet. Whereas, most of the time, even the smallest improvement requires years of academic evaluations and experimentations, before a real large scale deployment, peer-to-peer systems were deployed at large scale based on an empirical process. The understanding of these new systems is fundamental today for anybody who wants to work in an area related to networking and distributed systems.

Prérequis / Prerequisite :

Objectifs / Objectives :

Contenu / Contents :

- Course overview, state of the art survey
- Theory and practice of the most common and historical P2P protocols and Distributed Hash Table like e.g. Chord, Kademlia, Torrent, Tor, Blockchain
- Routing, search and query issues in P2P networks and protocols
- Trust, security, anonymity, fairness and privacy issues in P2P networks and protocols
- Legal, social and economic issues in P2P networks and protocols
- Some killer past and current applications lie e.g. eMule, Napster, Skype, BitTorrent, Tor browser, Cryptocurrencies ...

Références / References :

- Ion Stoica and Robert Tappan Morris and David Liben Nowell and David R. Karger and M. Frans Kaashoek and Frank Dabek and Hari Balakrishnan, Chord: a scalable peer-to-peer lookup protocol for internet applications, ACM Trans. Netw. 11(1), 2003.
- Petar Maymounkov and David Mazières. Kademlia: A peer-to-peer information system based on the XOR metric. In Proceedings of the 1st International Workshop on Peer-to-Peer Systems, IPTPS '02.
- Bram Cohen, Bittorrent protocol, https://www.bittorrent.org/beps/bep_0003.html
- Satoshi Nakamoto, Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System, <https://bitcoin.org/>
- Roger Dingledine and Nick Mathewson, The Tor protocol onion routing and browser. <https://www.torproject.org/>
- Salman Baset and Henning Schulzrinne, An Analysis of the Skype Peer-to-Peer Internet Telephony Protocol, INFOCOM '06.

Acquis / Knowledge :

- You will learn about peer-to-peer systems and protocols and some distributed system challenges and problems.

Evaluation / Assessment :

Homeworks, github-based compile-and-run well established implementations, shepherding, 3h exam

EIIN925	Performance Evaluation of Networks	CM 21h	TD 3h	HNE 26h
---------	------------------------------------	-----------	----------	------------

Cours proposé dans la mineure / Course offered in the minor :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
					x				

Responsable / In charge of : **Alouf Sara** (Sara.ALOUF@inria.fr)

Résumé / Abstract :

The objective of the course is to introduce analytical tools that are needed to construct/measure/analyze models of resource contention systems, e.g. computer systems, networks. This course enables one to answer questions such as:

- what is the throughput of the wifi 802.11 protocol?
- if both the arrival and the service rates double, will the response time stay the same?
- given the choice between a single machine with speed s , or n machines each with speed s/n , which should one choose?
- how many operators in a call center are needed to keep the rejection probability of incoming requests low?

Given a system (Internet, department WLAN, web server, . . .), we could be interested to know how well it performs, we could need to adjust its design or to change its scale. Appropriate performance metrics are the average response time, the quality of service (user's point of view), the throughput or the number of supported sessions (system's point of view). Other metrics are related to the utilization of the system, its reliability, or its availability.

Prérequis / Prerequisite :

- notions in probability (Bayes, total probabilities, stochastic process, Poisson process)
- notions in linear algebra (multiplication of matrices, of vector-matrix, inversion of matrices)

Objectifs / Objectives :

- Learn about Markov chains (discrete time, continuous time, irreducible, absorbing, birth and death processes)
- the theory of queues (classical M/M/1, M/M/1/K, M/M/c, M/M/c/c, M/G/1) and product-form network of queues (Jackson networks, Kelly networks)

Contenu / Contents :

- Introduction to modeling, discrete-time Markov chain
- Continuous-time Markov chain, birth and death processes
- Absorbing Markov chains (discrete- and continuous-time)
- Queueing theory: M/M/1, M/M/1/K, M/M/c, M/M/c/c, repairman model,
- Little's formula, comparison of multiprocessor systems, M/G/1 FIFO queue with or without vacations
- Queueing Networks: Open Jackson networks, Kelly networks, exercises
- Use case applications. Example : modeling IEEE 802.11

Références / References :

M. Harchol-Balter, Performance Modeling and Design of Computer Systems, Cambridge University Press, 2013

Acquis / Knowledge :

Construct/measure/analyze models of resource contention systems, e.g. computer systems, networks.

Evaluation / Assessment :

Course requirements: one homework for each of the first six lectures contributing 10% to the final grade; a final assessment in the form of a three hours practice session covering all seven lectures contributing 40% to the final grade.

SMEPMS	Problem Solving	CM 12h	TD 16h	HNE 22h
--------	-----------------	-----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / Course offered in the minor :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF x	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
----------	-------	-----	---------	-----	--------	---------	------------	------------	------------

Responsable / In charge of : **Malapert Arnaud** (Arnaud.MALAPERT@univ-cotedazur.fr)

Résumé / Abstract :

This course introduces combinatorial problems and various algorithmic methods, including linear and constraint programming, local search, and metaheuristics. We study classical operations research problems such as production planning, transportation, facility location, routing, and scheduling. Additionally, we explore combinatorial puzzles that offer pedagogical value and engaging challenges.

Prérequis / Prerequisite :

Students must be proficient in algorithmic and have acquired the basics of logic, linear algebra, and complexity theory. Experience with programming or optimization solvers is recommended.

Objectifs / Objectives :

- Apply methods for solving hard combinatorial problems.
- Analyze and model real-world problems using operations research techniques.
- Implement and evaluate combinatorial problem-solving approaches using solvers and algorithms.

Contenu / Contents :

It always includes courses about modeling and solving classic combinatorial problems and puzzles. Then, the content varies on a yearly basis depending on the project topic.

Références / References :

- Handbook of Constraint Programming, 1st Edition - August 18, 2006. Editors: Francesca Rossi, Peter van Beek, Toby Walsh.
- Linear Programming and Extensions, George Dantzig, Princeton Landmarks in Mathematics and Physics.
- Handbook of Metaheuristics, 2019. Editors: Michel Gendreau, Jean-Yves Potvin.

Acquis / Knowledge :

- Design methods for solving hard combinatorial problems.

Evaluation / Assessment :

The evaluation will consist of at most 3 parts:

- continuous evaluation of the project increments and evolution;
- final evaluation of the project results;
- or final exam.

EIINC907	Protéger les Applications Modernes: DevSecOps, Sécurité Web back-end et Sécurité du Cloud	CM 14h	TD 13h	HNE 23h
----------	---	-----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / Course offered in the minor :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
x				x					

Responsable / In charge of : **Delettre Christian** (Christian.DELETTRE@deltekzen.com)

Résumé / Abstract :

Ce cours est divisé en 3 parties.

1/ La première partie se focalise sur la compréhension de la méthodologie DevSecOps.

Cette partie aborde les concepts de base du DevSecOps, y compris son importance dans le cycle de vie du développement de logiciels, et comment il favorise une culture de sécurité en intégrant les principes de sécurité dès les premières étapes du développement.

2/ La deuxième partie aborde la sécurité du point de vue backend dans le contexte du Web.

Cette partie examine les vulnérabilités communes et les attaques potentielles qui peuvent se produire dans l'environnement backend, ainsi que les meilleures pratiques et outils pour sécuriser les applications Web dans le contexte backend (WAF, Firewall, configuration serveur Web, ...).

3/ Enfin la troisième partie se concentre sur la sécurité du Cloud Computing.

Cette partie cherche à brosser l'éventail des aspects de sécurité dans un contexte de Cloud Computing notamment en ce qui concerne la gestion des identités des accès, la protection des données et la conformité.

Prérequis / Prerequisite :

- Notions élémentaires en cybersécurité (propriété de sécurité, IDS, firewall, politique de sécurité, ...)
- Architecture Web et Cloud
- Administration basique d'un serveur Linux (installation de paquets, édition de configuration en ligne de commande)

Objectifs / Objectives :

- Compréhension de la méthodologie DevSecOps et être capable d'initier un pipeline CI/CD en injectant des outils de sécurité dans le contexte d'une application web.
- Compréhension des mécanismes de sécurité du Web dans le contexte du backend et être en capacité de concevoir une configuration sécurisée minimale pour un serveur traditionnel web.
- Compréhension des principaux services de sécurité mis à disposition au sein des fournisseurs de cloud et être en capacité de concevoir une architecture Web minimale sécurisée.

Contenu / Contents :

- Méthodologie DevSecOps
- Sécurité du Web, vision backend
- Sécurité du Cloud

Références / References :

- Sécurité Web
Thémée J., Hennecart J. (2017). Sécurité informatique sur le web - Apprenez à sécuriser vos applications (management, cybersécurité, développement et opérationnel). Editions ENI.
- Sécurité Cloud
Estrin, E. (2022). Cloud Security Handbook (1st ed.). Packt Publishing.
- DevSecOps
ASSOULINE, Jordan (2023). DevSecOps - Développez et administrez vos services en toute sécurité. Editions ENI. ISBN : 978-2-409-03918-8

Acquis / Knowledge :

- DevSecOps : comprendre la méthodologie et être capable d'intégrer les bonnes pratiques lors d'un développement.

- Sécurité du Web : comprendre les risques pesant sur la partie back end d'une plateforme web et être capable de se créer un environnement sécurisé.
- Sécurité du Cloud : connaître les principaux services de sécurité liés au cloud computing et être en capacité de créer une architecture minimale sécurisée.

Evaluation / Assessment :

- Exam: 50%
- TPs: 50%

EIINA904	Rétro-ingénierie, Maintenance et Evolution des logiciels	CM 6h	TD 25h	HNE 19h
----------	--	----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
				x					

Responsable / *In charge of* : **Blay Mireille** (Mireille.BLAY@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

Dans la pratique les développeurs sont le plus souvent confrontés à "maintenir" des codes que ce soit pour les comprendre, les adapter, les corriger ou en intégrer de nouveau. Cette étape cruciale dans le cycle de vie du logiciel requiert différentes connaissances, dont certaines seront abordées dans ce cours.

Prérequis / *Prerequisite* :

- Savoir programmer et avoir de très bonnes notions d'architectures logicielles.
- Connaître les notions de qualité logicielle.

Objectifs / *Objectives* :

L'ambition de ce module est de donner aux étudiants une nouvelle vision sur le code qui devrait leur permettre d'être de meilleurs développeurs et, en fonction des sujets étudiés, de meilleurs chefs de projets ou architectes.

Contenu / *Contents* :

La démarche globale du cours s'appuie sur de l'auto-apprentissage et du partage de connaissances :

- Les interventions en cours visent à partager aux étudiants des outils et problématiques différentes de ceux dont ils ont l'habitude,
- les TDs visent à permettre aux étudiants de se mettre en situation de (i) se poser des questions, (ii) de mettre en place des méthodes pour répondre à ces questions, (iii) d'utiliser des outils pour répondre à ces questions avec quelquefois, des approches très différentes d'une démarche de développement. Pour cela, les étudiants sont appelés à rédiger un chapitre d'un livre sur "Apprendre du code". Cette approche est inspirée de : <https://www.gitbook.com/book/delftswa/desosa2016/details>

Références / *References* :

Acquis / *Knowledge* :

- Concevoir des processus d'analyse de grands codes en utilisant des méthodologies d'analyse adaptées en fonction des hypothèses énoncées, en établissant leurs limites et sans perdre le sens de la réalité. Niveau : notions
- Savoir analyser un grand logiciel en suivant une démarche scientifique avec pour objectif de confirmer ou infirmer une hypothèse portant sur du logiciel.

Évaluation / *Assessment* :

- Exposé présentation du projet : 15%
- Contenu du livre : 40%
- Codes et Résultats brutes : 15 %
- Examen : 30%

EIINC904	Sécurité dans les réseaux	CM 6h	TD 22h	HNE 22h
----------	---------------------------	----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
x									

Responsable / *In charge of* : **Martin Bruno** (Bruno.MARTIN@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

Après un bref rappel des principaux paradigmes de la cryptographie, le cours aborde la construction de mécanismes de sécurité qui implémentent les services de sécurité (p.e. confidentialité, intégrité, authentification...). Dans la partie pratique sous linux, on met en oeuvre différents outils permettant de sécuriser les services réseau cruciaux comme http, smtp, imap.... On apprend aussi à réaliser simplement un coupe-feu sous linux et BSD dans le cadre d'un petit réseau local ainsi qu'à en assurer l'audit de base.

Prérequis / *Prerequisite* :

- Notions de mathématiques de premier cycle universitaire
- Administration du système Unix de base
- Connaissance des protocoles réseaux classiques

Objectifs / *Objectives* :

Mettre en oeuvre une politique de sécurité raisonnable et prendre conscience de ses limites par quelques attaques par des outils d'audit. Comprendre les principes de fonctionnement des protocoles sécurisés.

Contenu / *Contents* :

- Rappels de cryptographie et introduction à la sécurité
- Présentation de l'environnement de travail
- TP Réalisation d'un serveur web sécurisé
- TP Configuration routeur pfSense
- TP Mise en place d'un serveur de mail (smtp+imaps)
- TP Configuration d'un serveur OpenVPN
- TP openVAS et Metasploit
- Examen

Références / *References* :

- B. Martin. Codage, cryptologie et applications. PPUR, 2004.
- R. Oppliger. Internet and intranet security. Artech House, 1998.
- W. Stallings. Cryptography and network security. Prentice Hall, 2006.
- o Tannenbaum. Réseaux. Pearson education, 2003.
- Linux security: <http://www.linuxsecurity.com/>
- FreeBSD security: <http://www.freebsd.org/doc/en/books/handbook/security.html>
- Tutoriel crypto et sécurité : <http://rainet.telecom-lille.fr/unit/securite/francais/sommaire.htm>

Acquis / *Knowledge* :

- Installer et gérer un système virtualisé
- Installer et configurer les services réseaux usuels
- Réaliser des attaques éthiques basiques
- Connaître les bases d'un test d'intrusion

Evaluation / *Assessment* :

- Examen écrit (1h30) individuel, 2/3 de la note finale ; les documents sont autorisés
- Un compte-rendu de l'ensemble des TP à rendre le jour de l'examen comptant pour 1/3 de la note finale

EIINC905	Sécurité des Applications Web	CM 14h	TD 13h	HNE 23h
----------	-------------------------------	-----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
x									x

Responsable / *In charge of* : **Rezk Tamara** (Tamara.REZK@inria.fr)

Résumé / *Abstract* :

WASP est un cours introductif aux technologies du web et ses problèmes de sécurité.

Prérequis / *Prerequisite* :

Objectifs / *Objectives* :

Donner à l'étudiant une base de connaissance pour comprendre les principales problèmes de sécurité (et ses causes) liées à la programmation web pour pouvoir être capable de trouver de solutions adaptés.

Contenu / *Contents* :

- Introduction aux Technologies du Web (Php, JavaScript, cookies, http/https, CSP, etc)
- Problèmes de sécurité liés aux applications Web, liste OWASP (XSS, CSRF, etc)
- Sécuriser les applications web

Références / *References* :

- <https://owasp.org/www-project-top-ten/>

Acquis / *Knowledge* :

Connaissance des principales attaques et défenses sur les applications Web

Evaluation / *Assessment* :

TP + Projet Mise en Pratique

EIIN945	Security and Privacy 3.0	CM 10h	TD 19h	HNE 21h
---------	--------------------------	-----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
x								x	x

Responsable / *In charge of* : **Boudaoud Karima** (Karima.BOUDAOU@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

This course is divided in two parts. The first part focus on data privacy, more specifically on the legal aspects (particularly GDPR), the Privacy by Design concept and Smarthphones and IoT privacy issues. After understanding the legal aspects and the privacy issues, the second part will focus on the design of secure software applications in general but also mobile applications (more specifically Android) . The course session includes lectures and Labs.

Prérequis / *Prerequisite* :

Having already followed a module on Basic concepts about Security

- A good knowledge about Cryptography
- A good knowledge about Security properties
- A good knowledge and practice of Java programming language

Objectifs / *Objectives* :

- Understand legal aspects regarding data privacy
- Be aware about data privacy issues
- Learn how to design secure software applications that ensure data privacy

Contenu / *Contents* :

- GDPR and Privacy by design concept
- Data privacy issues
- Security of software applications
- Security of mobile applications

Références / *References* :

- Bruce Schneier: Secret and Lies, Digital Security in a Networked World, John Wiley & Sons, 2000.
- Charles Pfleeger: Security in Computing, Third Edition, Prentice Hall International
- G. McGraw, E. Felten: Securing Java, John Wileys & Sons
- Ross Anderson: Security Engineering, John Wiley & Sons

Acquis / *Knowledge* :

- Designing secure software applications
- Designing secure mobile applications

Evaluation / *Assessment* :

- Exam: 50%
- Lab: 50%

EIENSE9	Security for IoT, CPS and Embedded Systems	CM 12h	TD 16h	HNE 22h
---------	--	-----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / Course offered in the minor :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
x			x						

Responsable / In charge of : **Roudier Yves** (Yves.ROUDIER@univ-cotedazur.fr)

Résumé / Abstract :

In the last 20 years, we have witnessed in our daily lives the emergence of ubiquitous interactions with increasingly autonomous embedded systems often combined with wireless communications. This paradigm, which was initially called ubiquitous computing, pervasive computing, ambient intelligence, and more recently the Internet of Things and Cyber-Physical Systems with the introduction of network connectivity. Society and the industry today are increasingly relying on this paradigm, let us just cite daily digital transactions, digital ticketing, home automation systems, connected and autonomous vehicles, smart cities, machine-to-machine and Industry 4.0, and the list goes on ... However, most of those systems have not been designed with security in mind.

Prérequis / Prerequisite :

- Background in software and network security and cryptography, for instance from the Polytech SI4 “Software Security” and “Réseaux Avancés et Middleware” courses.
- Software development proficiency (notably Java and C).

Objectifs / Objectives :

- This course first aims at introducing attacks that may take place in these complex and interconnected systems, from the software, system, and network security points of view.
- Approaches and tools to prevent or mitigate these attacks will then be introduced and discussed.

Contenu / Contents :

- This course first aims at introducing attacks that may take place in these complex and interconnected systems, from the software, system, and network security points of view.
- Approaches and tools to prevent or mitigate these attacks will then be introduced and discussed.

Références / References :

- Research papers will be studied during the course

Acquis / Knowledge :

- Expertise and know-how about attacks and security mechanisms and tools for IoT security.
- Introduction to security risks in the IoT, CPS, and embedded system field.
- Getting acquainted with the security mechanisms used and research directions.
- Introduction to a few security pentesting and DevSecOps tools and security frameworks.

Evaluation / Assessment :

- Security project: 50%
- Paper presentation: 50%

SMESV1	Software Verification	CM 12h	TD 16h	HNE 22h
--------	-----------------------	-----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF x	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
----------	-------	-----	---------	-----	--------	---------	------------	------------	------------

Responsable / *In charge of* : **Di Giusto Cinzia** (Cinzia.DI-GIUSTO@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

Model Checking is a formal technique of computer science which allows one to check whether a given software or hardware system satisfies a given specification concerning its dynamic behavior. When the system fails to meet the specification, model checkers provide a counter example, which is an execution trace that invalidates the specification. To apply model checking, the system to be tested should be encoded as a transition system, while the specification should be formalized using temporal logics. Suited model checking algorithms facilitate the automated verification of whether a given transition system verifies a given temporal logic property. Throughout this course, our primary focus will be on algorithms for the logics LTL (Linear Temporal Logic) and PCTL (Probabilistic Computation Tree Logic). As application, we will model and check several transition systems coming from the fields of bio-informatics and bio-medicine, such as serious games for neuro-degenerative diseases.

Prérequis / *Prerequisite* :

None

Objectifs / *Objectives* :

- Understand how deductive proof-system works
- Be able to implement simple algorithms that can be proved correct

Contenu / *Contents* :

- Define a type system.
- Reason on deductive proof systems (Hoare Logic, Separation Logic).
- How to program with a language that support deductive proof systems

Références / *References* :

- Benjamin Pierce series: <https://softwarefoundations.cis.upenn.edu/> (in particular Volumes 2 and 6)
- Tool: VIPER <https://www.pm.inf.ethz.ch/research/viper.html>

Acquis / *Knowledge* :

- Know how to specify invariants and properties of algorithms
- Know how to design an algorithm that can be proved correct

Evaluation / *Assessment* :

- Written exam (50%)
- Presentation of a paper (50%)

EIINI905	Systèmes Intelligents Autonomes	CM 7h	TD 24h	HNE 19h
----------	--	----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
	x		x						

Responsable / *In charge of* : **Rocher Gérald** (Gerald.ROCHER@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

Pour exploiter pleinement le potentiel des technologies Smart-* (villes intelligentes, véhicules autonomes, etc.), il est crucial de déplacer le traitement de l'IA du Cloud vers les appareils locaux (Edge Computing). Cette approche permet de mieux protéger la vie privée des individus, de réduire les volumes de données transférées et d'accélérer les temps de réaction des systèmes critiques. Les applications de l'Edge IA sont nombreuses et variées, allant du contrôle qualité dans les chaînes de fabrication à la surveillance de la sécurité. Ces applications nécessitent une inférence rapide et à faible latence, souvent sans compromis sur la précision, ce qui peut nécessiter l'ajout de matériel dédié comme les TPU ou NPU.

Ce cours propose une exploration des plateformes logicielles conçues pour faciliter le développement et le déploiement d'applications intelligentes sur des dispositifs hétérogènes (Edge, IoT). Ces plateformes abstraient les spécificités matérielles et des systèmes d'exploitation, permettant ainsi une intégration plus fluide et efficace des systèmes cyber-physiques. Parmi ces frameworks, ROS2 (Robot Operating System 2) se distingue comme une solution largement adoptée dans la robotique et les systèmes intelligents autonomes.

Au-delà de la robotique, ROS2 joue un rôle essentiel dans la conception de systèmes cyber-physiques (CPS), notamment dans l'industrie automobile (par exemple, la conduite autonome chez Renault), les systèmes d'aide avancée à la conduite (ADAS), les réseaux électriques intelligents, les bâtiments connectés et l'Industrie 4.0. L'objectif du cours est de comprendre les fondements de ROS2 et de l'appliquer à travers des cas concrets de développement sur le système robotique TurtleBot3.

Prérequis / *Prerequisite* :

- Langages de programmation C++ et Python

Objectifs / *Objectives* :

L'objectif de ce cours, au travers la mise en œuvre de ROS2, est :

- De fournir aux étudiants une synthèse des différentes plateformes logicielles pour Edge et IoT et leur permettre de comprendre les concepts et problématiques qu'ils adressent,
- De développer des compétences pratiques dans la mise en œuvre d'applications IoT/Edge et robotiques intelligentes basées sur ROS2,
- D'expérimenter au travers de la plateforme robotique TurtleBot3.

Contenu / *Contents* :

Le cours s'appuiera sur une plateforme robotique TurtleBot3, équipée d'ordinateurs monocarte avec processeurs NPU, de caméras 3D et de lidars 2D. Cette plateforme permettra aux étudiants de mettre en pratique les concepts abordés en cours.

- Introduction générale
- Présenter les objectifs principaux et l'organisation de l'unité d'enseignement,
- Introduction générale aux plateformes logicielles conçues pour faciliter le développement et le déploiement d'applications intelligentes sur des dispositifs hétérogènes (Edge, IoT)
- Architectures et composants (ROS, aeROS, FluidOS, ICOS, NebulOuS, NEMO, NEPHELE, ColonyOS, Eclipse Kura, etc.),
- Introduction à ROS2.
- Focus #1: Protocole de communication par messages
- DDS (Data Distribution Service) et RTPS (Real Time Publish Subscribe protocol),

- Développement de nœuds de traitement ROS2 communiquants par messages.
- Focus #2: Protocoles de communication par requêtes
- Développement de services et appels RPC à partir des nœuds.
- Focus #3: Synchronisation et planification
- Synchronisation des nœuds de traitement,
- Planification et exécution de tâches,
- Gestion des dépendances entre tâches.
- Focus #4: Gestion des nœuds de traitement
- Protocole de découverte des nœuds et des services,
- Gestion du cycle de vie des nœuds, paramétrage et configuration,
- Reconfiguration et adaptation dynamique des nœuds,
- Gestion de défaillance des nœuds (surveillance, isolation, résilience).
- Focus #5: Déploiement d'applications ROS2 sur systèmes embarqués
- Outils de déploiement de packages.
- Focus #6: Analyse des performances et présentation des données
- Outils d'analyse ROS2,
- Foxglove.

Références / References :

- https://www.ngiot.eu/wp-content/uploads/sites/73/2021/07/2_Rolf-Riemenschneider-Topic-Edge-Meta-OS.pdf.
- Francisco Martin Rico, "A Concise Introduction to Robot Programming with ROS2", CRC Press 2022, ISBN 978-1032264653.
- Reke, Michael, Daniel Peter, Joschua Schulte-Tigges, Stefan Schiffer, Alexander Ferrein, Thomas Walter, and Dominik Matheis. "A self-driving car architecture in ROS2 », In 2020 International SAUPEC/RobMech/PRASA Conference, pp. 1-6. IEEE, 2020.
- Patel, D., Maiti, C. and Muthuswamy, S., 2023, July. "Real-Time Performance Monitoring of a CNC Milling Machine using ROS 2 and AWS IoT Towards Industry 4.0". In IEEE EUROCON 2023-20th International Conference on Smart Technologies (pp. 776-781). IEEE.
- Zohrabi, N., Martin, P.J., Kuzlu, M., Linkous, L., Eini, R., Morrisett, A., Zaman, M., Tantawy, A., Gueler, O., Al Islam, M. and Puryear, N., 2021, September. "Opencity: An open architecture testbed for smart cities". In 2021 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2) (pp. 1-7). IEEE.

Acquis / Knowledge :

- Compréhension des concepts fondamentaux de ROS2 comme plateforme logicielle pour Edge et IoT [Maîtrise],
- Être capable de mettre en œuvre ces concepts dans le développement d'applications IoT/Edge [Maîtrise].

Evaluation / Assessment :

- Évaluation des connaissances acquises (QCM),
- Évaluation des compétences (étude d'une architecture logicielle basée sur ROS2).

SIIN931	Virtualized Infrastructure in Cloud Computing	CM 11h	TD 18h	HNE 21h
---------	---	-----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
					x		x	x	x

Responsable / *In charge of* : **Huet Fabrice** (Fabrice.HUET@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

This course first sheds light on core technologies behind cloud computing, namely heavy (hypervisors-based) and light (container-based) virtualization of application and services, as well as the virtualization of the network with Software Defined Networking (SDN). The technologies, e.g. the challenges faced when developing an hypervisors or the core concepts of SDN as compared to traditional networking solutions will be introduced in details and illustrated with dedicated labs

Prérequis / *Prerequisite* :

Good background both in operating systems and networking from a theoretical (core functions of an OS or TCP/IP networking stack) and practical perspective (management of a Linux machine).

Objectifs / *Objectives* :

- Understand the core concepts of heavy and light virtualization system designs
- Acquire practical skills on hypervisors, containers and SDN

Contenu / *Contents* :

- Session 1 (3h) General intro IaaS, SaaS, PaaS + Intro virtualization
- Session 2 (4h) Heavy/light virt + Lab Virtualization Vagrant/Docker
- Session 3 (4h) Docker Networking: course + lab
- Session 4 (3h) Lecture on Software Defined Networks (SDN)
- Session 5 (3h) Exam (Multiple Choice Questions) (1h) + Presentation of research papers.
- Session 6 (4h) Lab 1 SDN
- Session 7 (3h) Lab 2 SDN
- Session 8 (3h) Final exam

Références / *References* :

- Bugnion, Edouard, Jason Nieh, and Dan Tsafir. "Hardware and software support for virtualization." *Synthesis Lectures on Computer Architecture* 12.1 (2017): 1-206
- Laurent Bernaille blog: <https://blog.revolve.team/author/lbernail/>

Acquis / *Knowledge* :

- Mieux comprendre les mécanismes de synchronisation et de concurrence à différents niveaux : de l'architecture matérielle aux modèles de programmation concurrents

Evaluation / *Assessment* :

- Labs : 15 %
- Mid term multiple choice questions : 35%
- Final exam

EIENWD9	Web of Linked Data	CM 8h	TD 22h	HNE 20h
---------	--------------------	----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
	x						x	x	x

Responsable / *In charge of* : **Faron Catherine** (Catherine.FARON-ZUCKER@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

Les applications web utilisent et échangent des données sur le web qui évolue ainsi vers ce que l'on appelle le web de données ouvertes et liées. Ce cours introduit aux enjeux et principes du web de données et aux langages du W3C permettant ce web de données : RDF pour représenter des graphes de connaissance, RDFS pour représenter leurs schémas, SPARQL pour interroger graphes RDF et schémas RDFS, SHACL pour représenter des contraintes sur les graphes RDF.

Prérequis / *Prerequisite* :

- BDR
- Langages du web

Objectifs / *Objectives* :

Etude et mise en œuvre des modèles de représentation des connaissances fondateurs du web de données et du web sémantique: le modèle RDF de représentation des données, le modèle RDFS de représentation des vocabulaires utilisés dans les données RDF, le langage SPARQL d'interrogation des données RDF et RDFS, le langage SHACL d'expression de contraintes sur des données RDF.

Introduction aux principes du web de données liées

Contenu / *Contents* :

- Introduction au web de données
- Modèle de données RDF
- Syntaxes RDF : NTriples, Turtle, RDF/XML, RDFa, JSON
- RDFS : le langage de définition de vocabulaires pour des données RDF
- SPARQL : le langage d'interrogation des données RDF et RDFS
- SHACL : le langage d'expression de contraintes sur des données RDF

Références / *References* :

Le web sémantique : Comment lier les données et les schémas sur le web? , Fabien Gandon, Catherine Faron-Zucker, Olivier Corby, éd. Dunod

Acquis / *Knowledge* :

- Principes du web de données
- Standards du W3C pour le web de données, notamment RDF, RDFS, SPARQL et SHACL

Evaluation / *Assessment* :

Rendu de TD, mini-projet, contrôle final.

EIIN951	Web Sémantique	CM 8h	TD 22h	HNE 20h
---------	-----------------------	----------	-----------	------------

Cours proposé dans la mineure / *Course offered in the minor* :

CyberSec	IA-ID	IHM	IoT-CPS	SSE	Ubinet	IF	M1 EIT DSC	M2 EIT DSC	M2 Fintech
	x								x

Responsable / *In charge of* : **Faron Catherine** (Catherine.FARON-ZUCKER@univ-cotedazur.fr)

Résumé / *Abstract* :

Le web de données est la première vague de déploiement du web sémantique. Le web sémantique offre les modèles et techniques permettant de raisonner sur les données du web. Cela passe par la définition de vocabulaires riches ou ontologies et de règles d'inférences et la mise en œuvre d'inférences lors de l'interrogation des données (SPARQL Entailment Regimes).

Prérequis / *Prerequisite* :

- Web de données
- Notions de logique du premier ordre

Objectifs / *Objectives* :

- Acquisition des principes de la Représentation des Connaissances et Raisonnement
- Acquisition des principes du web sémantique
- Etude et mise en œuvre du langage de représentation d'ontologies OWL
- Etude de la sémantique des langages RDFS et OWL et des régimes d'inférences

Contenu / *Contents* :

- Présentation des principes et modèles de représentation des connaissances et de raisonnement : en logique classique, logiques de description, et graphes de connaissance
- Introduction à l'ingénierie des ontologies et aux principes du web sémantiques
- OWL : le langage de représentation d'ontologies du web
- Sémantique des langages RDFS et OWL et inférences : interrogation de données RDF en présence d'ontologie (RDFS/OWL entailment regimes de SPARQL), classification, instanciation
- SKOS : le langage de représentation de thesaurus du web
- Intégration des concepts et techniques du Web de données et du Web sémantique à travers la réalisation d'un projet
- Revue des standards émergents de l'activité Data du W3C (<http://www.w3.org/2013/data>).

Références / *References* :

- Le web sémantique : Comment lier les données et les schémas sur le web? , Fabien Gandon, Catherine Faron-Zucker, Olivier Corby, éd. Dunod

Acquis / *Knowledge* :

- Principes et modèles de Représentation des connaissances et raisonnement
- Notions d'Ingénierie des ontologies
- standards du W3C pour l'ingénierie des ontologies dont OWL et SKOS
- Principes du web sémantique

Evaluation / *Assessment* :

Rendu de TD, projet, contrôle final.