

# MODAL D'INFORMATIQUE

Juan-Antonio Cordero-Fuertes

✉ [juan-antonio.cordero-fuertes@polytechnique.edu](mailto:juan-antonio.cordero-fuertes@polytechnique.edu)

THÈMES	CODE	PÉRIODE			Numerus clausus
		P1	P2	P3	
		41M	42M	43M	
C	Smart Objects for Edge AI and the IOT	CSC_41M01_EP	1		15
J	Conception et développement d'un Jeu vidéo	CSC_41M05_EP	1		18
S	Algorithms and Advanced Programming	CSC_41M02_EP	1		24
T	Tablettes et smartphones	CSC_41M03_EP	1		24
W	Applications Web	CSC_42M03_EP		2	48
D	Distributed applications	CSC_42M01_EP		2	24
R	Robots et drones	CSC_42M02_EP		2	30
A	Introduction to Intensive Programming in C++	CSC_43M01_EP		3	24
G	Exploration et apprentissage sur les Graphes du Web	CSC_43M02_EP		3	18
X	Cybersecurity - the hacking Xperience	CSC_43M05_EP		3	48

De notre smartphone à un robot, en passant par des objets connectés et la bioinformatique; des images à la manipulation de graphes, le traitement et l'analyse des observations biologiques avec méthodes computationnelles, ou la maîtrise des réseaux; du web aux jeux vidéo, les applications modernes de l'informatique exigent des algorithmes efficaces et aussi des programmes bien adaptés.

Dans le cadre restreint du modal, vous devrez choisir un sujet particulier que vous approfondirez par la réalisation d'un projet de programmation, de préférence en binôme.

Dans tous les cas, les compétences que vous allez acquérir seront similaires: approche expérimentale dans la modélisation d'un problème issu du réel, acquisition de compléments théoriques, apprentissage de technologies complexes, rigueur et précision indispensables pour aboutir à une réalisation.

Votre choix se fera en deux étapes. Dans un premier temps, vous devez choisir une thématique. La définition précise d'un sujet, se fera ensuite lors des premières semaines du modal, en accord avec la thématique choisie et les exigences pédagogiques, après avoir pris la mesure de quelques problèmes intéressants et des difficultés auxquelles vous attendre.

*L'offre de thématiques pour 2024-2025 est la suivante :*

### **Période 1**

CSC\_41M01\_EP – Smart Objects for Edge AI and the IOT

CSC\_41M05\_EP – Conception et développement d'un Jeu vidéo

CSC\_41M02\_EP – Algorithms and Advanced Programming.

CSC\_41M03\_EP – Tablettes et smartphones.

### **Période 2**

CSC\_42M03\_EP – Applications Web.

CSC\_42M01\_EP – Distributed applications.

CSC\_42M02\_EP – Robots et Drones

## Période 3

CSC\_43M01\_EP – Introduction to Intensive Programming in C++

CSC\_43M02\_EP – Exploration et apprentissage sur les Graphes du Web

CSC\_43M05\_EP – Cybersecurity – the hacking Xperience.

Les pages qui suivent vous donneront un aperçu des sujets abordés dans chacune de ces thématiques. Faites attention, sauf en ce qui concerne la thématique Web qui est proposée aux périodes 1 et 2, toutes les autres thématiques ne sont proposées que sur une seule période.

Si vous hésitez encore, voici quelques bonnes raisons pour placer les thématiques du modal informatique en tête de vos choix :

- appliquer et consolider, dans un cadre expérimental, les connaissances acquises aux trimestres précédents,
- découvrir les richesses d'un domaine par simple curiosité intellectuelle ou pour mieux préparer votre projet de 3A et 4A,
- profiter d'un encadrement conséquent pour réaliser le projet de programmation qui est un prérequis pour le PA Informatique,
- traiter, peut être pour la première fois, un problème non scolaire,
- comprendre comment fonctionnent les outils que chacun croise tous les jours,
- préparer un projet de création de startup à court terme, les exemples existent.

# MODAL

## SMART OBJECTS FOR EDGE AI AND THE IOT

**Juan-Antonio Cordero-Fuertes**

✉ [juan-antonio.cordero-fuertes@polytechnique.edu](mailto:juan-antonio.cordero-fuertes@polytechnique.edu)

**Thomas Clausen**

✉ [Thomas.Clausen@Polytechnique.edu](mailto:Thomas.Clausen@Polytechnique.edu)

### CSC\_41M01\_EP

#### Période 1

In the 21<sup>th</sup> century, a company developing a product (or, a Polytechnique student, doing a PSC...) either:

- has a strategy for rendering the product (or, the PSC) somehow smart and connected; or
- is as disconnected from reality, as was the guy installing the bike-rack on the picture to the right.

If you are, or want to be, in the first category, then this MODAL is for you – regardless of your previous experience.

Whether you are a novice, an engineer curious about AI, or a seasoned programmer, this tutorial-based MODAL will bring you to having developed complete smart connected objects (and integrated IOT systems), and in the process taught you things such as:

- How a micro controller works, and how to build intelligent objects with it.
- How to (efficiently) use WiFi, Bluetooth, Bluetooth/LE, IEEE 802.15.4, and other “IoT Interconnect” to connect your intelligent objects to the Internet and to (for instance) data processing and AI servers.
- How to “communicate to the cloud” from your connected objects (for instance, to send data or multimedia streams to be processed (for instance, by image/object recognition or other AI models) – in passing, understand things such as CoAp, and REST.

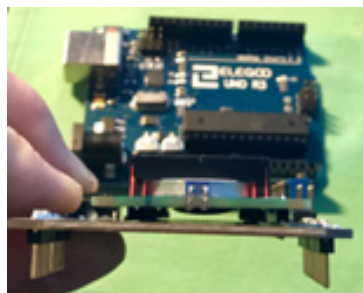


- How to efficiently implement and fit basic Machine Learning and AI algorithms in constrained devices (edge AI) for simple inference/classification tasks, so that not all data needs to be sent to remote data processing backends, with tools such as tinyML or TensorFlowLite.

A set of tutorials will be proposed through this MODAL, training you in the key, technologies – and, in the process guiding you through developing (with your buddy) connected object systems, such as:

- A connected, multi-site, weather station
- A camera-assisted motion recognition system
- A home automation system
- A Twitter button
- ...

You are highly encouraged to bring your own project ideas, which your instructors will work with you to fit in to the tutorials. For this reason, this MODAL is limited to 15 students.



# MODAL

## CONCEPTION ET DÉVELOPPEMENT D'UN JEU VIDÉO

Raphael Granier de Cassagnac

✉ raphael@sciencexgames.fr

Damien Rohmer

✉ damien.rohmer@polytechnique.edu

### CSC\_41M05\_EP

Période 1

### Objectifs

Ce modal propose une initiation au domaine professionnel du jeu vidéo, et permet, en particulier, d'acquérir les notions fondamentales permettant la conception et de développement informatique d'un jeu vidéo en 2D et 3D. Les notions théoriques vues en cours seront mises en pratique par le biais de projets de développement encadrés d'un jeu vidéo complet.

### Projets

Les jeux vidéo sont développés, par petits groupes d'étudiants, sur la plateforme Godot 4.4, un moteur open source similaire à Unity, dans un langage de programmation proche du Python.



## Encadrement

Les interventions en cours sont réalisées par plusieurs professionnels expérimentés dans le développement du jeu vidéo, en fonction des thèmes des séances, et font intervenir, en fin de modal, une personnalité marquante de l'industrie. Les travaux dirigés sont également encadrés par des professionnels.



## Thèmes abordés

Game design; moteur 2D/3D et programmation; graphisme et son; expérience et test utilisateur...

**Prérequis:** Programmation orientée objet (ex. CSC\_41011\_EP ou CSC\_3X071\_EP).

# MODAL

## ALGORITHMS AND ADVANCED PROGRAMMING

Jill-Jênn Vie

✉ jill-jenn.vie@inria.fr

Hang Zhou

✉ hzhou@lix.polytechnique.fr

### CSC\_41M02\_EP

#### Période 1

The International Collegiate Programming Contest (ICPC) is the most prominent international programming competition at university level. It has been around since 1977 and welcomes 70,000 students from all around the world every year.

The first chapter is Southwestern Europe Regional Contest (SWERC), organized this year in Lyon on November 21-23, 2025, where people compete in teams of 3 students. They must solve as many algorithmic problems as possible as fast as possible within 5 hours. The strongest teams will advance to the European Championship (EUC) then ICPC World Finals (WF).



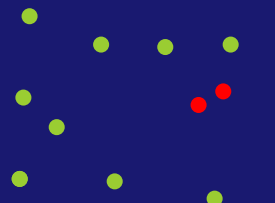
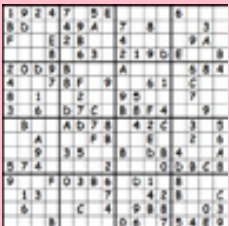


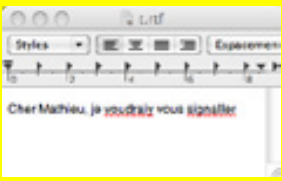
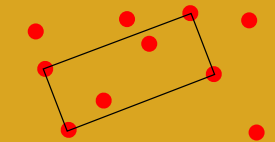
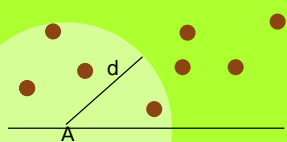
This course is tailored for motivated students who are already familiar with competitive programming and are eager to learn to solve challenging problems with world champions. As you may know, the level is really high already at Ecole polytechnique (#1 at SWERC in 2019; #3 #4 in 2023; #1 #3 in 2024): <https://swerc.eu/2024/>

The exam of this MODAL is a "XCPC" qualification contest for ICPC. Students will compete as teams of 3 (except one team if modulo is not zero). The best 2 or 3 teams will advance to SWERC, where they will compete against around 150 teams from ENS, ETH, UPC, EPFL, etc.



The curriculum covers a wide range of topics, including using VSCode efficiently, dynamic programming, segment trees, matching and flows, etc. We are focusing on C++ but it is okay to code in Python even though you may be frustrated at times that your solution is too slow.

To learn more, check <https://tryalgo.org/icpc/polytechnique/> or contact [jill-jenn.vie@inria.fr](mailto:jill-jenn.vie@inria.fr). Students having participated in International Olympiad in Informatics (IOI) or International Mathematical Olympiad (IMO) are especially encouraged to apply.

<h1>MODAL</h1> <p>Algorithms &amp; Advanced Programming</p> <p>INF471S CSC_41M02_EP</p>		<p>Coaches:</p>  <p>Hang Zhou Jill-Jên Vie jill-jenn.vie@inria.fr</p>
<p>acquérir une culture algorithmique d'ingénieur axée sur la programmation</p> <p>être préparés pour des entretiens d'embauche</p> <p>participer à des concours de programmation ICPC</p>	 <p>Étant donné <math>n</math> points, savez-vous trouver la paire la plus proche en temps <math>O(n \log n)</math> ou même en temps <math>O(n)</math> avec un algorithme randomisé ?</p>	 <p>Connaissez-vous un algorithme de backtracking assez rapide pour résoudre un Sudoku de taille 16x16 ?</p>
<p><b>entrée :</b>  <math>A1 = 2*(B2+C2/3)</math>  <math>B2 = 4*C2</math>  <math>C2 = 1+12/4</math></p> <p>savez-vous calculer la valeur de la cellule A1 en temps linéaire ?          ... et détecter une dépendance circulaire le cas échéant ?</p>	 <p>Étant donné un plan de métro, savez-vous calculer en temps linéaire un trajet reliant deux stations et minimisant les correspondances ?</p>	 <p>Savez-vous trouver le plus grand rectangle monochromatique dans une image binaire en temps linéaire ?</p>
 <p>Quelle structure de données est adaptée pour stocker un dictionnaire dans un correcteur orthographique ?</p>	 <p>Étant donné <math>n</math> points savez-vous compter en temps <math>O(n^2)</math> combien de rectangles on peut former ?</p>	 <p><b>entrée :</b>          rayon <math>d</math>, <math>n</math> îles, une plage droite</p> <p>Savez-vous placer en temps <math>O(n \log n)</math> un nombre minimum d'antennes sur la plage couvrant toutes les îles ?</p>

Courtoisie de Christoph Dürr. Toutes droites réservées. Envoyez des cœurs.

# MODAL

## TABLETTE ET SMARTPHONE

Pascal Vanier

✉ pascal.vanier@unicaen.fr

### CSC\_41M03\_EP

#### Période 1

### Applications mobiles smartphone

Comment réaliser des applications pour mobile?

L'émergence de nouvelles technologies nous permet de réaliser de telles applications comme une page Web. C'est ce concept que reprendra ce modal qui vous permettra de créer votre propre application.



### Déroulement du Modal

Découverte en 5 séances des principaux concepts et mise en œuvre en TD.

Développement d'un projet en binôme sur les 4 dernières séances.

Attention, ce modal n'aborde pas les applications dites natives.

### Idées de projet

Les projets sont libres de choix tout en respectant certaines contraintes liées au contenu. Géolocalisation, utilisation de l'appareil photo, du GPS, de l'accéléromètre, du carnet d'adresse toutes les fonctionnalités du téléphone sont accessibles.



# MODAL WEB

Olivier Serre

✉ olivier.serre@polytechnique.edu

## CSC\_42M03\_EP

### Période 2

En 2014, le nombre de sites Web dépassait le milliard alors qu'il n'en existait que 50 millions en 2004. De plus, ces sites proposent de plus en plus de services personnalisés suivant l'utilisateur: agrégateurs, espaces de travail partagé, sites communautaires ou encore blogs en sont des parfaits exemples. Cette nouvelle donne a vu se développer en parallèle des technologies adaptées pour le développement de tels sites ou devrait-on dire actuellement de telles applications.

Ce cours a pour objectif d'aborder d'un point de vue pratique et concret les problèmes liés au développement de ces applications. Les techniques abordées seront les suivantes: programmation objet en PHP, introduction aux bases de données à travers MySQL, sécurité des applications, cartes et géolocalisation, Javascript, Ajax...

Dans ce modal, les 4 premières séances sont consacrées à la construction de briques de base utilisées ensuite dans un projet développé en binôme sur un sujet qui vous tiens à cœur.

Le choix de celui-ci est libre et toutes les idées sont les bienvenues!

**Rejoignez CSC\_42M03\_EP  
en période 2  
pour développer votre application web!**



# MODAL

## DISTRIBUTED APPLICATIONS

Kevin Jiokeng

✉ kevin.jiokeng@polytechnique.edu

Thomas Clausen

✉ Thomas.Clausen@Polytechnique.edu

### CSC\_42M01\_EP

#### Période 2

Virtually every time we interact with a computer program – on our computer, on our tablet, on our smartphones... on our SmartTVs, or our refrigerators... or, on our for some reason also connected toaster ovens – we’re in reality interacting with a distributed application.

The device we hold in our hands for sending an email (or, into which we slide our sliced toast...) will, at the very least, communicate with a server, somewhere out there in “*the cloud*” – and, most often, communicate with a whole host of servers, and computers... and does so across this thing called “*The Internet*”.

A corollary to this is, that every relevant modern application is a distributed application, which uses the Internet and the cloud – and, in a nutshell, the purpose of this MODAL is to teach you how to competently develop those applications.

Specifically, we will give a high-level view of “how the Internet works”: what is routing, and DNS? What is TCP/UDP/IP? What’s a proxy? A switch? A router? What is an IP address? And what’s this thing called IPv6?

With this baggage, we will work through a set of tutorials, introducing the (language) primitives for distributed systems developments – including interactions with (for example) web-servers, and with Twitter, as well as development of your own server applications... in fact, we will in one of those tutorials develop a on-line, multi-player, game.



We will offer these tutorials in C, as an example of (professional) programming language.

Once you've worked through the tutorials, you'll be teaming up with your best buddy, and together put what you've learned to good use: you'll work together on a project of your choosing – either, one defined by yourself, or one from among a catalogue proposed by your teachers. This may include topics such as collaborative software, multi-player games, a “social media aggregator” – or maybe even a network of annoying Twitter-bots, which will retweet and/or debunk the regurgitations of your favorite politicians... your imagination is (literally) the only limit...



# MODAL

## ROBOTS ET DRONES

**David Filliat**

✉ david.filliat@ensta-paristech.fr

**Eric Goubault**

✉ eric.goubault@polytechnique.edu

**Sylvie Putot**

✉ sylvie.putot@polytechnique.edu

### CSC\_42M02\_EP

#### Période 2

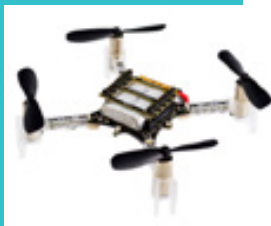
Les robots et les drones sont des objets académiques et industriels très actuels, amenés à de forts développements et recherches, de par leurs nombreuses applications, mais aussi par le développement de l'IA, très importante en robotique.

L'objectif de ce modal est de donner une introduction théorique et pratique de la mise en oeuvre de ces systèmes complexes comportant des capteurs variés (lidars, caméras, accéléromètres, GPS, magnétomètre...), des actionneurs (plans de vol, roues, pattes...), contrôlés par de nombreux algorithmes permettant de relier les uns aux autres afin d'interpréter l'environnement, de le modéliser, et de planifier des déplacements.

Développer des logiciels pour ces systèmes est donc difficile et des approches permettant de s'abstraire d'un matériel spécifique ou de réutiliser des composants existants sont développées pour simplifier cette tâche. Le middleware ROS (« Robot Operating System »), que nous utiliserons tout au long de ce module, constitue une de ces abstractions. Les algorithmes et leurs preuves de bon fonctionnement, en présence des nombreuses incertitudes dues aux capteurs et aux actionneurs sont aussi un enjeu majeur.

*Dans ce modal, nous traiterons des aspects suivants :*

- La programmation en python (ou C++) utilisant ROS (« Robot Operating System ») avec une mise en pratique variée. Nous disposons à cet effet au LIX de drones terrestres Turtlebot 3 (Burger et Waffle), Turtlebot 4, F1tenth, et de drones aériens avec systèmes de localisation indoor crazyflies, dans une salle dédiée,
- La simulation de systèmes robotiques sous ROS/gazebo,
- Des algorithmes classiques de contrôle (PID), cartographie et localisation (filtre particulaire, SLAM, etc.) planification et suivi de trajectoire avec une mise en pratique très poussée pour amener à effectuer des courses de voitures autonomes F1 à l'échelle 1/10e (F1tenth). Les F1tenth sont une plateforme utilisée internationalement, avec des tutoriels disponibles et des compétitions internationales régulières (<https://robo racer.ai/>)



*Crazyflie 2.0*



*F1tenth*



*Turtlebot*

Des extensions possibles à la validation de programmes de contrôle, à des méthodes d'IA etc.

Le modal est organisé avec 4 cours de 2h et le reste, de programmation, simulation et expérimentation pratiques.

# MODAL

## INTRODUCTION TO INTENSIVE PROGRAMMING IN C++

Elias Tsigaridas

✉ elias.tsigaridas@inria.fr

Gleb Pogudin

✉ gleb.pogudin@polytechnique.edu

### CSC\_43M01\_EP

#### Période 3

The primary goal of the MODAL is to present a variety of tools and methods to design algorithms for various problems and to demonstrate programming techniques for their efficient implementation. We focus on problems commonly appearing in programming contests and in technical job interviews. The course covers, among others, algorithms for arithmetic operations, greedy algorithms, dynamic programming, (basic) graph algorithms, (exhaustive) search, and string manipulation.

We focus on the C++ language, no prior knowledge is assumed. The secondary goal of the MODAL is the mastering of some of the fundamental aspects of the language.

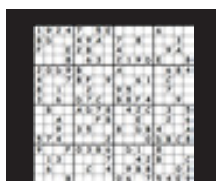
The MODAL terminates with some programming exercises and possibly a programming project.

#### Prerequisites:

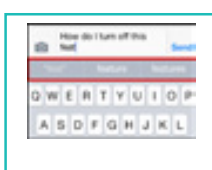
CSC\_41011\_EP or CSC\_42021\_EP



Can you tell if this structure is stable?



Will your backtracking algorithm prove fast enough to solve a 16x16 Sudoku puzzle?



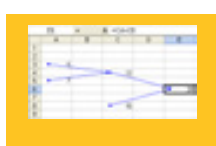
What data structure would you use for your phone's predictive text input?



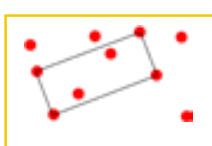
Do you know how to find the largest monochromatic rectangle in a black-and-white image in linear time?



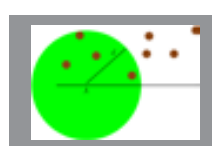
Given a map of the underground, would you know how to find the fastest way to get from A to B with at most two changes on the way?



What's the fastest way to recompute values in a spreadsheet after the user changes a single cell, detecting a possible circular reference?



Given  $n$  points on the plane, can you count how many rectangles they form... in  $O(n^2)$  time?



Given the coordinates of  $n$  islands and a transmission range  $d$ , can you place the minimum number of antennas along a straight shoreline to cover all islands... in  $O(n \log n)$  time?

# MODAL

## EXPLORATION ET APPRENTISSAGE SUR LES GRAPHES DU WEB

Oana Balalau

✉ oana.balalau@polytechnique.edu

### CSC\_43M02\_EP

#### Période 3

De nos jours, nous avons accès à de vastes ensembles de données, dont beaucoup sont créés et publiés par les gouvernements. Par exemple, ici en France, nous avons le portail [data.gouv.fr](http://data.gouv.fr).

Nous étudierons différentes manières de représenter ces jeux de données, et notamment le pouvoir expressif des graphes. Ces ensembles de données offrent un excellent aperçu de nos sociétés et peuvent aider à repérer les tendances sociales ou les problèmes sociaux.

Au cours des années précédentes, les étudiants ont étudié les tendances de vote des lois au Parlement européen, les tendances dans la collaboration entre les pays, la manière dont le changement climatique est discuté sur les réseaux sociaux, et bien d'autres sujets intéressants!

Au cours de ce modal, vous vous familiariserez avec les notions et les outils d'exploration des données. Nous discuterons d'articles de recherche qui utilisent des méthodes informatiques pour découvrir des problèmes sociaux.

Ce cours présente également les différentes étapes importantes qu'un ingénieur en science des données doit connaître pour extraire des connaissances à partir de grands volumes de données.

Ce que vous apprendrez :

1. Comment représenter les données : le pouvoir expressif des différentes représentations
2. Réseaux sociaux : notions avancées sur la détection de communauté
3. Correspondance des entités entre différents ensembles de données
4. Traitement du langage naturel pour extraire et classer des informations à partir de sources textuelles
5. Une introduction aux statistiques dans la recherche sociale

Les cinq premières séances sont consacrées à la présentation de concepts et d'outils, tandis que dans les séances suivantes, vous réaliserez des projets en binôme avec l'aide du tuteur. Vous aurez toute liberté pour choisir le sujet de votre projet.

**Prérequis:** Python

**Langue:** Le matériel est en anglais, mais le cours peut être en anglais ou en français, selon les étudiants.



# MODAL CYBERSECURITY THE HACKER EXPERIENCE



**Thomas Clausen**

✉ anonymous@master-acn.fr

**Kevin Jiokeng**

✉ kevin.jiokeng@polytechnique.edu

## CSC\_43M05\_EP

### Période 3



*As anybody, familiar with 1970s sitcoms would know, Mel, the cook on Alice used to say:*

*“the best defense is a good offense”.*

In cybersecurity, this translates into the realization that the best network/systems/ security administrator is someone, who's (i) well versed as a hacker and (ii) has somehow managed to stay out of jail.

This MODAL will initiate you to the first: exercising your skills as a hacker.

This tutorial-based, and very hands-on, MODAL is individualized, able to accommodate you regardless of your previous experiences: whether you are a novice, a seasoned programmer, or Chief Resident Hacker from the BR, this MODAL will be for you.

In this MODAL, each student will, with help from the teaching team, select tutorials that “fits” her or his level of experience, and will, in working through them, **attack real, professional-grade IT Systems.**

From among the attacks that can be studied and exercised in this MODAL are:

- DNS Hi-jacking
- DNS Cache Poisoning
- TCP Connection hi-jacking and redirection
- SQL Injection Attacks
- Infrastructure Degradation (“How to transform a switch”)
- DHCP Deformation
- ...

