

# MENTION INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Dominante: Informatique et Numérique

DOCUMENT DE PRÉSENTATION GÉNÉRALE

**Responsable :**

**[celine.hudelot@centralesupelec.fr](mailto:celine.hudelot@centralesupelec.fr)**



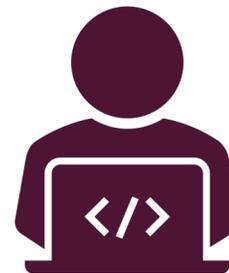
Chef de projet



Consultants



Entrepreneur



Tech lead

Profils cibles  
de sortie

# Diplomation autour de 8 dominantes

Energie

Vivant-Santé  
Environnement

Mathématiques  
et Data Sciences

Systèmes  
communicants et  
Objets connectés

Informatique et  
Numérique

Grands Systèmes  
en interaction

Construction,  
Ville, Transport

Physique et  
Nanotechnologies

**Responsable :**  
**[celine.hudelot@centralesupelec.fr](mailto:celine.hudelot@centralesupelec.fr)**

---

# La dominante informatique et numérique se décline en 4 mentions

Gif

Architecture  
des Systèmes  
Informatiques

Cybersécurité

Rennes

Gif

Intelligence  
Artificielle

Science du  
Logiciel

Gif



# Effectifs 2020- 2021 - Dominante

Mention Intelligence Artificielle : 59

Mention Sciences du Logiciel : 27

Mention Architecture des Systèmes Informatique : 37

Mention Cybersécurité : 28

# 3 périodes de 9 semaines séparées par des périodes filières



Projets de dominante

D'octobre à Mars

Avec des élèves des différentes mentions

---

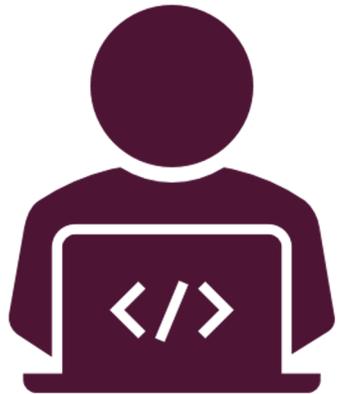
# SD9

200 heures élèves soit 120 heures devant un enseignant sur des domaines transverses aux quatre mentions



## Droit, éthique et vie privée (20HEE/12HPE)

Sensibiliser les étudiants aux problématiques de droit en informatique et plus précisément au respect de la propriété intellectuelle et du respect de la vie privée, du respect de la réglementation du RGPD et de son impact sur la transition numérique.



## Programmation et outils de développement (60HEE/36HPE)

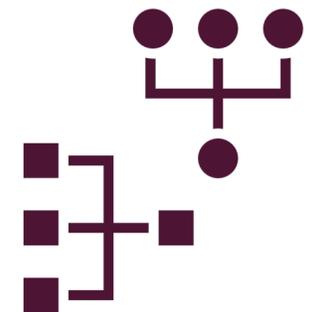
Consolider et approfondir les compétences en langages de programmation (30H – langage retenu C++ mais concepts universels) et méthodes de développement (6H - Intégration continue, Tests, Méthodes agiles).

Les interactions avec un système d'exploitation seront abordées entre autres par la programmation multitâche et la gestion de la mémoire.

## Systemes concurrents et répartis (40HEE/24HPE)

L'objectif de ce cours est de traiter les calculs distribués, les problèmes de concurrence et de consensus distribués, traités dans le domaine des systèmes répartis.

Dans le cadre de ces systèmes, il sera aussi entre autres abordé comment réaliser des calculs sur des données massives.



---

## Modélisation logique et systèmes formels (40HEE/24HPE)

Introduction à la logique en tant qu'outil de modélisation et de résolution de problèmes. Programmation par contraintes, logiques modales, outils de résolution. Les 3/4 de ce cours sont des séances pratiques sur machine.



## Langages et automates (20HEE/12HPE)

Introduction à la notion de langage reconnu par un automate et aux expressions régulières. Application des expressions régulières au traitement de données textuelles (extraction, mise en forme, pré-traitement). 60% de pratique sur machine.



## Algorithmique avancée - challenges (15HPE)

---

# Projets : de dominante ou de mention (3x80 HEE)

- **Objectifs des projets :**
  - Développer un « produit » répondant aux besoins d'un client.
  - Mettre en application une méthodologie permettant de passer de l'idée au produit.
  - Poursuivre l'apprentissage de la gestion de projet.
  - Démontrer ses capacités de présentation à l'écrit et à l'oral.
  - En équipe de 2 à 3 étudiants.

---

## Projets : de dominante ou de mention (3x80 HEE)

### Types de projets

Projets de dominante (avec des étudiants provenant de différentes mentions de la Dominante)

Projets de mention

CEI : projet avec un encadrement plus fort de la part d'un enseignant de l'école

Projets associatifs – Tech For Good – Latitudes

Projets étudiants

Projets Recherche

# Projets : de dominante ou de mention

## Organisation

- Une cinquantaine de ½ journées à l'emploi du temps sur la période allant d'octobre 2019 à mars 2020.
- Présentation des sujets de projets d'option par les entreprises: jeudi 1<sup>er</sup> octobre après-midi.
- Choix et affectation des projets : entre le 2 et le 7 octobre.
- Première séance de projets : 8 octobre 2020.
- Séances les jeudis sur la séquence 9 et les mercredis et parfois jeudi sur les séquences 10 et 11
- Semaine des coding weeks : du 9/11 au 13/11
- Soutenances : fin avril 2020
- Prix CENTRALE NUMERIQUE : après les soutenances

# SD10 + SD11

400 heures élèves soit 240 heures devant un enseignant sur des domaines spécifiques à la mention IA



# Structuration générale

## Socle 1: Fondements (220 HEE)

### Apprendre

Apprentissage automatique  
(50HEE -30 HPE)

Apprentissage profond de  
représentations (40 HEE-  
24 HPE)

Apprentissage par  
renforcement (30 HEE- 21  
HPE)

### Raisonner et décider

Connaissances et  
raisonnement (50HEE -30  
HPE)

Systèmes de décision  
(50HEE -30 HPE)

## Électifs (4 parmi 8) - 120 HEE

Systèmes de dialogue  
(30 HEE - 21 HPE)

Reconnaissance visuelle  
et données multimédia  
(30 HEE - 21 HPE)

Données graphes à  
grande échelle  
(30 HEE - 21 HPE)

Avancées et réalités de  
l'IA (30 HEE - 21 HPE)

Systèmes multi-agents  
(30 HEE - 21 HPE)

Optimisation -  
Planification  
(30 HEE - 21 HPE)

Sciences de l'humain et  
IA  
(30 HEE - 21 HPE)

Incertitude et modèles  
graphiques probabilistes  
(30 HEE - 21 HPE)

## Ouverture

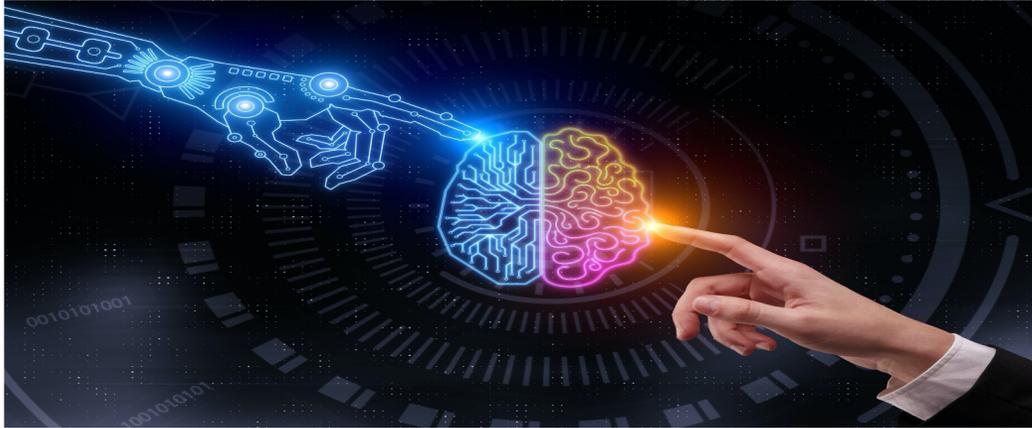
Explicabilité  
des  
systèmes  
d'IA  
(20 HEE)

IA  
responsable  
(10 HEE)

Challenges  
Études de cas  
(20 HEE)

Introduction  
10 HEE

# Introduction: L'IA: un tour d'horizon (10 HEE/ 6HPE)

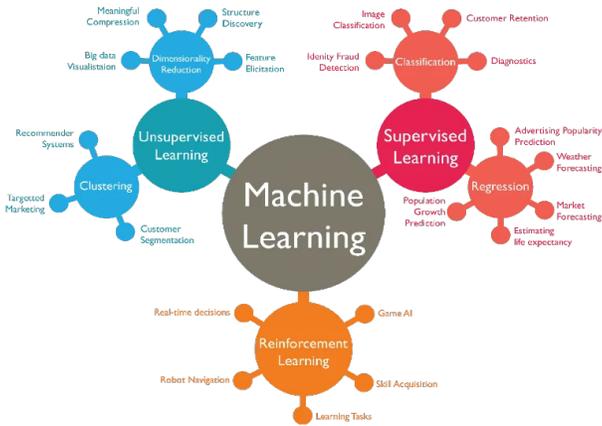


L'objectif de la partie introductive est de sensibiliser les élèves aux différentes questions autour de l'Intelligence Artificielle. Nous aborderons différents défis et verrous scientifiques à travers des conférences, des tables rondes et des ateliers d'innovation portant sur différents sujets: IA en entreprise, IA éthique et responsable, IA et écologie, IA et sécurité...

## Challenges – Etudes de cas (10HEE/6HPE)

- Proposition par une ou plusieurs entreprises d'une version didactisée de cas réels.
- Les élèves conçoivent, par équipe, une réponse à la problématique.
- Evaluation de chaque solution proposée par un jury et élection des meilleures propositions.
- Master Class donnée par l'entreprise partenaire.



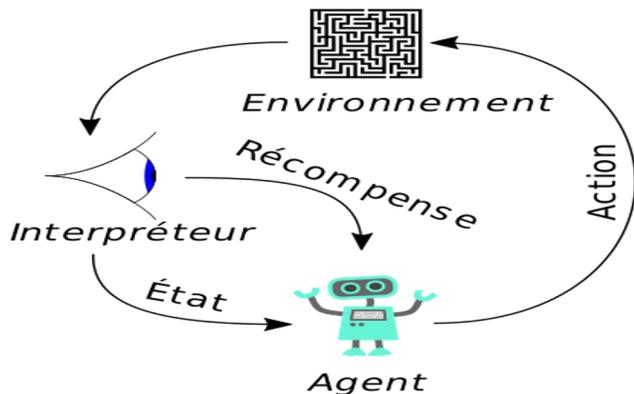
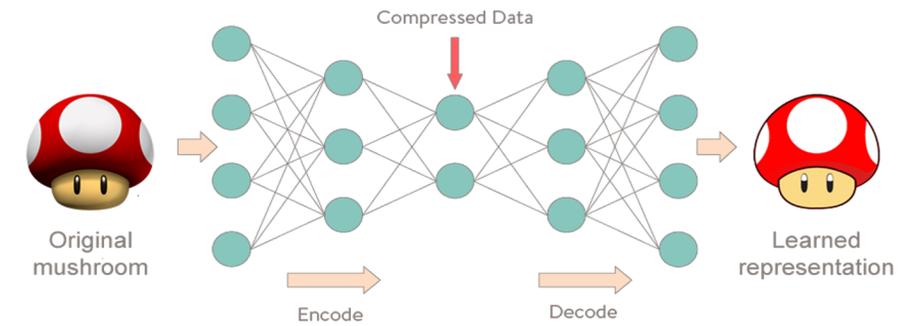


## Fondements de l'apprentissage automatique (50 HEE/30HPE)

Ce cours présentera les principales approches algorithmiques dites d'apprentissage automatique permettant à une machine d'accomplir une tâche de classification ou de régression et cela de manière supervisée ou non. Parmi elles, seront abordés les arbres de décision, les forêts aléatoires, les machines à vecteurs de support, la classification hiérarchique, etc. Des usages de ces approches seront réalisés pour permettre d'identifier l'approche adéquate pour un problème donné.

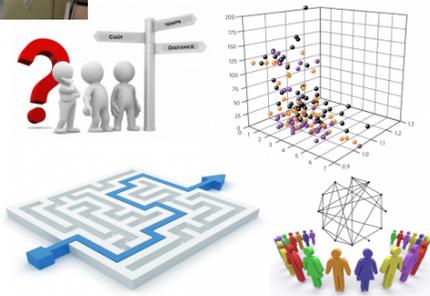
## Apprentissage profond de représentations (30HEE/24HPE)

Ce cours porte sur l'apprentissage de représentations en général et abordera de manière plus particulière les approches d'apprentissage profond. Y seront introduits à la fois les principes fondamentaux et les approches récentes dans ce domaine. Nous nous concentrerons sur les modèles de type réseau neuronal, y compris les réseaux neuronaux convolutionnels et les réseaux neuronaux récurrents. Les paradigmes de transfert d'apprentissage et d'adaptation de domaine seront aussi abordés ainsi que l'apprentissage adversarial.



## Apprentissage par renforcement (30HEE/21HPE)

Ce cours présentera les principes et les éléments méthodologiques de l'apprentissage par renforcement (RL) qui consiste à faire apprendre à un système autonome la bonne décision ou action à prendre, à partir d'expériences et de manière à optimiser une récompense. Les fondements du RL ainsi que les approches plus récentes à base d'apprentissage profond seront étudiés ainsi que leur mise en œuvre au travers de petits challenges.



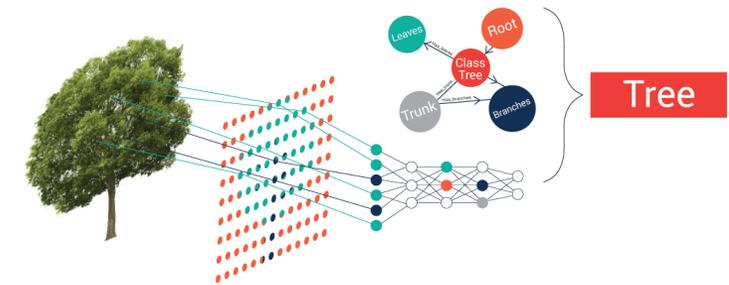
## Systemes de Decision et preferences (50HEE/30HPE)

Les preferences sont un element crucial dans de nombreux contextes d'aide a la decision impliquant des interactions avec un utilisateur. Elles sont exprimees de maniere explicites ou implicites et utilisees par de nombreux domaines de l'intelligence Artificielle: la decision, les systemes de recommandation, l'apprentissage automatique, le choix social, etc. Ce cours a pour objectif d'introduire des modeles de preference pour les decisions dans lesquelles plusieurs criteres en conflits interviennent. Nous presenterons des concepts et des methodes pour la modelisation des preferences et la prise de decision multicriteres et l'apprentissage de modeles de decision.

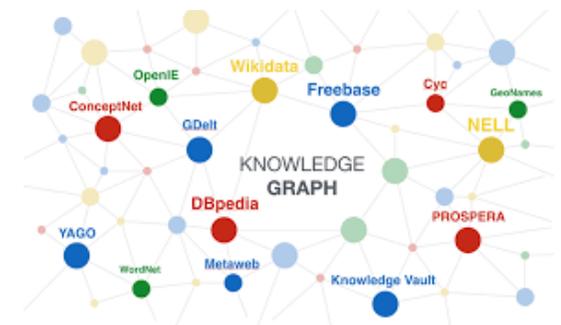
## Connaissances et raisonnement

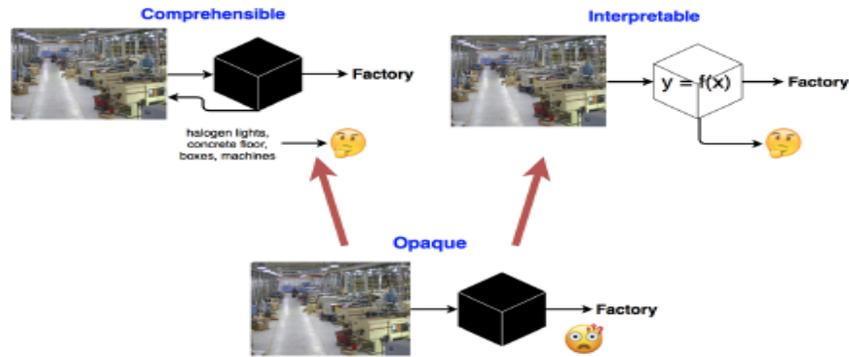
(50HEE/30HPE)

Ce cours presente les modeles et techniques avancees de representation des connaissances et de raisonnement dans les systemes d'IA. Il se concentre sur les approches qui permettent de construire des programmes "intelligents" en representant les connaissances pertinentes du domaine d'application du probleme et en prenant des decisions optimales pour resoudre ces problemes avec succes. Les formalismes de representation existants, elabores dans le cadre de l'IA (formalismes logiques en particulier), leurs concepts cles, leurs methodes d'inférence et leurs applications seront presentes y compris les modeles pour le web sémantique.



machine-processable navigable space

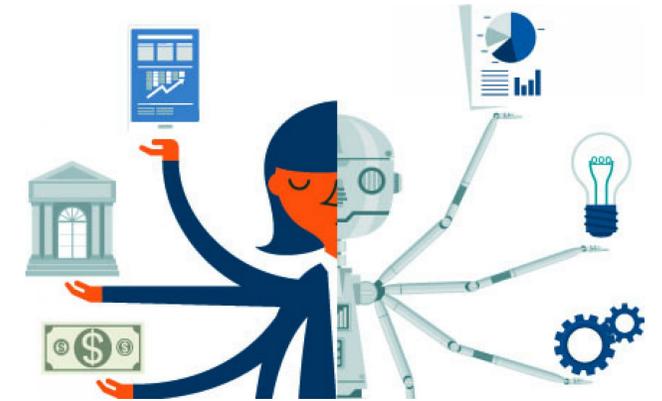




## Explicabilité des systèmes d'IA (20HEE/12HPE)

Ce cours présentera les approches récentes et les méthodes traitant du problème de l'explicabilité et de la redevabilité des systèmes d'IA. Les différents paradigmes (interprétabilité, explicabilité, redevabilité) seront abordés ainsi que les approches associées. Le cours abordera à la fois les approches dédiées à l'interprétation de modèles de type boîte noire (comme les modèles profonds) et les modèles par nature interprétables. Des études de cas permettront de mettre en pratique les approches présentées.

## AI FOR HUMANITY



## IA Responsabilité et Droit (10 HEE)

L'objectif de ce cours est d'aborder les cadres réglementaires et éthiques qui se mettent en place suite aux avancées présentes et potentielles de l'IA d'une part et d'autre part d'étudier comment ces principes, juridiques et éthiques alimentent le développement de techniques et systèmes d'IA d'autre part. Ce cours s'appuiera sur des études de cas.

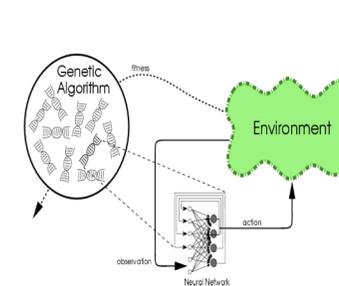


## Système Multi-Agent: Architecture et raisonnement (30 HEE/24HPE)

Les systèmes multi-agents sont très utiles pour la conception d'applications complexes nécessitant des interactions entre plusieurs entités autonomes : flotte de véhicules autonomes, négociation et contrôle sur le marché de l'énergie, simulation de marchés financiers... Ce cours a pour objectif de présenter les notions et concepts de base pour se familiariser avec la notion d'agent et d'architecture multi-agent. Il présente les modèles d'interaction entre agents pour résoudre des problèmes et prendre des décisions de manière distribuée.

## Optimisation et planification (30 HEE/21HPE)

Le but de ce cours est de familiariser les étudiants avec les techniques d'optimisation utiles en IA (programmation linéaire, optimisation discrète., programmation par contraintes..) et leur application à des problèmes classiques comme la planification ou l'ordonnancement de tâches ou de processus. Théorèmes importants, techniques pratiques seront abordés dans ce cours qui se veut à la fois théorique et pratique.

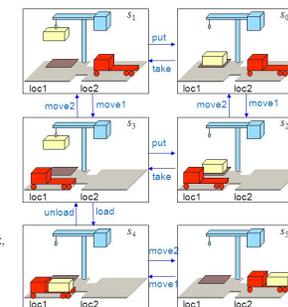


### Example

- ◆  $\Sigma = (S, A, E, \gamma)$
- ◆  $S = \{\text{states}\}$
- ◆  $A = \{\text{actions}\}$
- ◆  $E = \{\text{exogenous events}\}$
- ◆ State-transition function  $\gamma: S \times (A \cup E) \rightarrow 2^S$

Example:

- ◆  $S = \{s_0, \dots, s_5\}$
- ◆  $A = \{\text{move1, move2, put, take, load, unload}\}$
- ◆  $E = \{\}$
- ◆  $\gamma$ : see the arrows



Dock Worker Robots (DWR) example



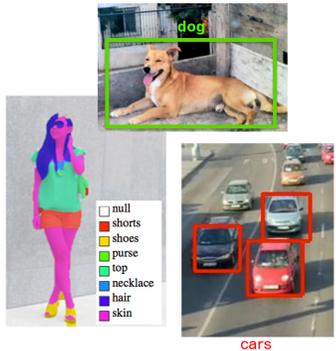
## Incertitude et modèles graphiques probabilistes (30 HEE/21 HPE)

Les environnements réels dans lesquels évoluent les agents sont stochastiques et partiellement observables. Dans ces conditions, il faut que l'agent se prémunisse contre les aléas extérieurs. Comment pouvons-nous construire des systèmes qui fonctionnent bien dans de tels environnements ? Nous étudierons les techniques et algorithmes de base qui reposent sur une approche probabiliste et statistique sous la forme de divers modèles graphiques. Nous introduisons également l'aspect temporel pour rendre ces modèles dynamiques. Enfin, nous nous intéresserons aux processus décisionnels de Markov et à leur résolution.

## Sciences de l'humain et IA (30 HEE/21HPE)

Ce cours a pour objectif de montrer, comment les Sciences Humaines et Sociales (SHS) apportent à l'IA et comment l'IA contribue à l'étude de l'humain. À travers une étude de cas, la conception d'un agent expressif dans un système interactif, nous présentons une approche théorique et méthodologique issue des SHS pour concevoir le modèle d'IA. Nous montrons ensuite comment étudier l'impact de ce modèle sur l'expérience utilisateur.





## Reconnaissance visuelle et données multimédia (30 HEE/21HPE)

Ce cours présentera les approches fondamentales et modernes de la vision par ordinateur et du traitement de données multimédia ainsi que leurs applications à différentes tâches de compréhension visuelle comme la reconnaissance d'objets, de scènes ou d'actions, la modélisation et la reconstruction 3D, l'analyse de documents multimodaux... Le cours alternera entre apports scientifiques et applications pratiques et sera évalué en partie par la réalisation d'un mini-projet.

## Systèmes de Dialogue et recherche d'information (30 HEE/21HPE)

Ce cours aborde les questions fondamentales à l'intersection des langues humaines et de l'informatique, au cœur de tout système conversationnel (chatbot). Nous introduisons ainsi les plongements lexicaux et le deep learning (BI-LSTM) en vue d'améliorer les réponses fournies par le chatbot. Nous présenterons avec des intervenants du monde académique et industriel les projets les plus avancés dans ce domaine, avec par exemple le chatbot utilisé dans le monde médical pour former les jeunes thérapeutes, mais également des applications dans le domaine de l'assurance pour aider à la compréhension des textes.

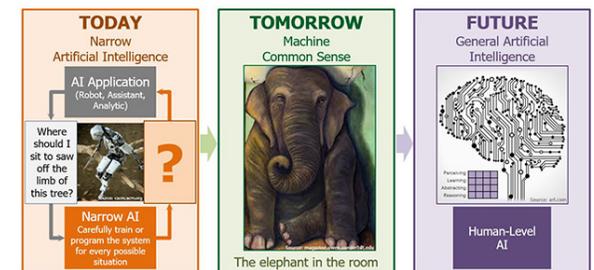


## Fouille de Données graphes à grande échelle (30 HEE/24HPE)

Le volume croissant de données de type graphes a conduit au développement de nombreux algorithmes et nouvelles technologies pour analyser et extraire de l'information à partir de ce type de données. Ces structures complexes permettent de représenter des données couvrant des domaines très variés comme le Web, la biologie (protéines, neurones cérébraux, ...), les sciences sociales, l'économie, la télécommunication et les transports. L'objectif de cet électif est d'étudier les algorithmes permettant de caractériser les graphes, comprendre leur structure, leur évolution et interpréter les phénomènes sous-jacents et leurs applications sur des données artificielles et réelles..

## Avancées et réalités de l'IA (30 HEE/21HPE)

L'objectif de ce cours est double. Il s'agit d'une d'apporter un éclairage scientifique aux approches avancées et actuelles de l'IA (e.g. meta-learning, approches hybrides de l'IA...) et d'autre part de les mettre en regard de la réalité et des limites de leur application dans le monde réel et en entreprise dans une démarche d'innovation. Les modalités pédagogiques seront variées et comprendront des apports théoriques, de la lecture dirigée d'articles scientifiques et des ateliers d'innovation.



---

## Effectifs 2020 / 2021

59 étudiants de Centrale Supélec 😊

Promo mixte : 12 Supélec ; 39 Centrale ; 8 CentraleSupélec

5 Candidats FreeMoov

6 filles soit moins de 10 % 😞

---

## Quelques dates importantes

- **Jeudi 24 septembre 2020** : Déjeuner + Mini-Forum Parrains.
- **Jeudi 1<sup>er</sup> octobre 2020 après midi** : Présentation des projets aux étudiants.
- **Jeudi 15 octobre 2020** : Déjeuner + Mini-Forum PME / Start-Up.
- **Jeudi 29 octobre 2020** : Déjeuner + Mini-Forum Parrains.
- **Visites, conférences à l'emploi du temps** : contactez-nous !
- **Ateliers, études de cas, challenges, coding dojo....** : contactez-nous!



Des questions ?

