



CentraleSupélec

CENTRALESUPÉLEC AU CŒUR
DES ENJEUX DE SOCIÉTÉ

SCIENCE DES DONNÉES & INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

université
PARIS-SACLAY

LES ENJEUX EN SCIENCE DES DONNÉES ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE S'INSCRIVENT DANS LA VOLONTÉ DE CENTRALESUPÉLEC DE METTRE LA SCIENCE ET LA TECHNIQUE AU SERVICE DE LA SOCIÉTÉ ET DE L'HUMAIN.

Objets connectés, réseaux sociaux, transactions en ligne... Près de 90% des données générées au niveau mondial l'ont été au cours des cinq dernières années. Dans tous les secteurs (santé, environnement, télécommunications, transports, bâtiment, banque et assurance...), l'afflux massif de données questionne, inquiète, mais ouvre également le champ des possibles. Car plus que jamais, l'avenir appartiendra à ceux qui sauront extraire de la connaissance à partir de ces données, et les maîtriser pour les mettre au service de la société et de l'humain.

Comprendre et améliorer notre environnement de vie est en effet le grand défi assigné au domaine de la science des données et de l'intelligence artificielle. Pour ce faire, CentraleSupélec aborde ce domaine scientifique, non comme une nouvelle discipline, mais comme la réunion de disciplines fondamentales et matures qui forment depuis longtemps le cœur de ses compétences en matière de sciences des systèmes complexes : les mathématiques, l'informatique et la modélisation physique.

Ces disciplines, qui constituent les trois piliers du positionnement de CentraleSupélec en science des données et intelligence artificielle, sont transverses tant à ses formations (cursus ingénieur, Bachelor, Master of Science, formation doctorale, etc.) qu'à son Centre de Recherche. Cette transversalité a permis à l'École de lancer une initiative « Data & IA » qui mobilise une part significative des équipes de ses laboratoires de recherche et de ses départements d'enseignement.

C'est pourquoi le Hub IA de CentraleSupélec a été créé en 2021 et est le point d'entrée unique en intelligence artificielle et science des données pour les étudiants, enseignants-chercheurs, entrepreneurs et partenaires de l'École. Le Hub IA coordonne l'ensemble des initiatives de l'École dans ce domaine et permet ainsi de faciliter les projets novateurs au carrefour de la formation, de la recherche et de l'entrepreneuriat, et d'y associer les entreprises.

Forte de son expérience de la recherche pluridisciplinaire, et de ses liens avec les acteurs du monde socio-économique, CentraleSupélec entend ainsi approcher les problématiques en science des données de façon rationnelle et concrète ; avec un objectif majeur : faire de sa culture applicative une force pour répondre aux enjeux sociétaux, comme par exemple aider à la décision des acteurs économiques ou institutionnels, accompagner le développement d'une médecine personnalisée, ou encore alerter en cas de catastrophe naturelle.

Ses thématiques de recherche, les innovations de ses start-up, le nombre croissant chaque année d'étudiants choisissant ce domaine scientifique, ou encore ses prestigieux partenariats académiques et industriels témoignent du leadership grandissant de CentraleSupélec en matière de science des données et d'intelligence artificielle « citoyennes ».

6 grands domaines d'application de la Science des Données et de l'Intelligence Artificielle à CentraleSupélec :

- Environnement et énergie
- Santé, notamment médecine personnalisée et aide à la décision
- Finance quantitative
- Transport et usine du futur
- Télécommunications
- IA pour la science (e.g., astronomie, biotechnologies, physique, simulation...)

CENTRALESUPÉLEC : acteur majeur de la Science des Données et de l'Intelligence Artificielle



80

enseignants-chercheurs et **170** doctorants et post-doctorants engagés dans ce domaine scientifique



7

laboratoires impliqués sur nos 3 campus de Paris-Saclay, Metz et Rennes, ainsi qu'à Montréal



20

partenaires
particulièrement
impiqués



5

chaires de recherche et d'enseignement en
Science des Données et Intelligence Artificielle

Le Hub IA@CentraleSupélec

Créé en 2021 avec le soutien de l'École et de la Fondation CentraleSupélec, le Hub IA à CentraleSupélec, pilote la politique en IA de l'École.

Le Hub IA a une double vocation : décloisonner l'IA au sein de l'École en faisant travailler ensemble les différents protagonistes de l'IA, qu'il s'agisse d'étudiants, de doctorants ou d'enseignants-chercheurs et faire rayonner l'IA *made in* CentraleSupélec au-delà de ses murs. Pour ce faire, le Hub IA est matérialisé à CentraleSupélec par un lieu où sont organisés les événements en lien avec les thématiques Data et IA. De nombreuses démonstrations y sont développées entre les laboratoires de l'École et les élèves-ingénieurs.

Au carrefour de l'enseignement, de la recherche et l'innovation, le Hub IA est en interaction permanente avec les formations, initiale et continue, la direction de la recherche et les partenaires de l'École, tant académiques (*Graduate School* engineering de l'Université Paris-Saclay, institut DATAIA) qu'industriels (groupes, PME, ETI et startups).



CentraleSupélec membre fondateur de l'Institut DATAIA

CentraleSupélec est membre fondateur et très actif de l'Institut DATAIA, premier institut en France spécialisé en science des données, intelligence artificielle et société. Sélectionné par l'Agence Nationale de la Recherche dans le cadre des programmes d'« Investissements d'Avenir », il a pour vocation à regrouper et à structurer des expertises de grande ampleur et de forte visibilité pour une intelligence artificielle au service de l'humain.

L'Institut DATAIA, recentré depuis le 1^{er} janvier 2021 sur le périmètre de l'Université Paris-Saclay, mobilise plus de 1000 chercheurs, enseignants-chercheurs et ingénieurs de recherche issus de 17 établissements, permettant le croisement de disciplines comme les mathématiques, l'informatique ou le big data avec les sciences humaines et sociales. DATAIA s'inscrit pleinement dans la politique nationale autour de l'Intelligence Artificielle.



LES LABORATOIRES CENTRALESUPÉLEC IMPLIQUÉS EN SCIENCE DES DONNÉES & INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Laboratoire ou équipe	Directeur / Responsable	Domaines de recherche
Centre de Vision Numérique CVN	J.C. Pesquet	Signal, vision
Institut d'Électronique et des Technologies du numérique de Rennes (équipes AIMAC et SIGNAL) IETR UMR CNRS 6164	R. Séguier G. Andrieux	Automatique
International Laboratory on Learning Systems (IRL ILLS)	P. Piantanida	Intelligence Artificielle
Laboratoire Signaux et Systèmes L2S UMR CNRS 8506	P. Bondon	Automatique, traitement du signal et statistiques, Télécom
Laboratoire Lorrain de recherche en Informatique et ses applications LORIA UMR 7503	J.Y. Marion	Informatique
Laboratoire Interdisciplinaire des Sciences du Numérique LISN UMR 9015	S. Rosset	Informatique
Mathématiques et Informatique pour la Complexité et les Systèmes MICS EA 4037	C. Hudelot	Mathématiques Appliquées Informatique

CENTRALESUPÉLEC ET LA SCIENCE DES DONNÉES

Une excellence qui s'illustre dans ses 3 domaines cœur

▶ ENSEIGNEMENT



▶ RECHERCHE



▶ INNOVATION



▶ Création de l'International Laboratory on Learning Systems (ILLS)

L'International Laboratory on Learning Systems (ILLS) vise à développer des outils mathématiques pour améliorer les algorithmes de machine learning et sécuriser leur utilisation. Ces algorithmes pourront par exemple être utilisés pour le traitement du langage naturel et de la parole ou pour des applications autour de la vision par ordinateur et du traitement des signaux.

Implanté à Montréal et lancé en avril 2022, il associe CentraleSupélec, le CNRS, l'Université Paris-Saclay, l'Université McGill, l'École de technologie supérieure (ETS) de Montréal et l'Institut québécois d'intelligence artificielle (Mila).

Le laboratoire concentre ses activités autour de 5 axes de recherche :

- Les fondamentaux de l'IA pour sécuriser son utilisation
- Apprentissage en ligne
- Interactions avec les systèmes dynamiques
- Traitement du langage naturel
- Vision par ordinateur

▶ Avec Transvalor, explorer toutes les possibilités de l'IA appliquée à la simulation numérique

Cette chaire inédite est motivée par la volonté d'explorer les possibilités de l'IA appliquée à la simulation numérique. Transvalor et CentraleSupélec s'attachent ainsi à développer des méthodes et modèles construits à partir de données pour accélérer les simulations numériques et accroître la précision des résultats.

Les techniques utilisées couvrent les champs disciplinaires de l'analyse numérique, des statistiques, et des bases de données, en utilisant des méthodes d'apprentissage automatique, des méthodes d'éléments finis, ainsi que des modèles dits « informés par la physique ».

L'innovation agile et collaborative constitue la clé pour accompagner les industries dans leurs mutations profondes et répondre aux enjeux d'avenir, à savoir l'optimisation des processus industriels, la sobriété énergétique, la production intégrant l'économie circulaire et le réemploi de matériaux.

► ERC MAJORIS

Porté par Emilie Chouzenoux, directrice de recherche Inria au Centre de vision numérique (CVN), l'ERC MAJORIS vise à proposer une percée dans les algorithmes Majorisation-Minimisation (MM), afin qu'ils restent efficaces lorsqu'ils traitent de grandes données.

De plus en plus, en biologie, médecine, astronomie, chimie, physique, de grandes quantités de données sont collectées par des dispositifs d'acquisition de signaux et d'images en constante amélioration, qui doivent être analysés par des outils d'optimisation sophistiqués. Ce projet traite des problèmes d'optimisation avec de grands ensembles de données. Cela signifie minimiser une fonction de coût avec une structure complexe et de nombreuses variables.

Plusieurs questions difficiles concernant la conception des algorithmes sont abordées. Il s'agit notamment des stratégies d'accélération, de l'analyse de convergence avec des coûts complexes et des schémas inexacts. Des implémentations pratiques, massivement parallèles et à architecture distribuée seront proposées.

► Un MSc en Intelligence Artificielle pour répondre aux défis sociétaux

Le *Master of Science in Artificial Intelligence Applied to society* occupe une place de choix parmi les programmes d'enseignement de CentraleSupélec. Il est étroitement lié au monde professionnel grâce à des parcours dédiés à l'énergie, à l'environnement, à la santé et à l'industrie 4.0.

Conçu pour développer une expertise en intelligence artificielle, il fait partie du programme d'excellence « SaclAI-School », piloté par l'Institut DATAIA. Ce MSc offre à ses étudiants une opportunité sans précédent de devenir des acteurs efficaces et engagés ayant les compétences nécessaires pour répondre aux défis sociétaux urgents.

► EMOBOT, le robot qui détecte la dépression

La startup emobot.fr a pour objectif de développer un petit robot statique qui capte les émotions des personnes âgées lorsqu'elles regardent la télévision ou discutent avec le robot. L'analyse par un réseau de neurones profonds (deep learning) mesure le comportement émotionnel d'une personne. Son objectif est de détecter des signes avant-coureurs de dépression.

L'équipe AIMAC travaille depuis une quinzaine d'années en analyse et synthèse des émotions. Elle propose un nouveau mode de représentation des émotions qui permet de suivre au cours du temps l'état affectif d'une personne. Cette analyse en temps réel des émotions d'un utilisateur est multimodale : elle exploite la voix, le discours, le contexte, les expressions faciales et le rythme cardiaque détecté par la webcam.

Les travaux actuels se focalisent sur la détection du stress et des micro-expressions dans un contexte médical en particulier dans l'étude des grands dépressifs (PTSD).

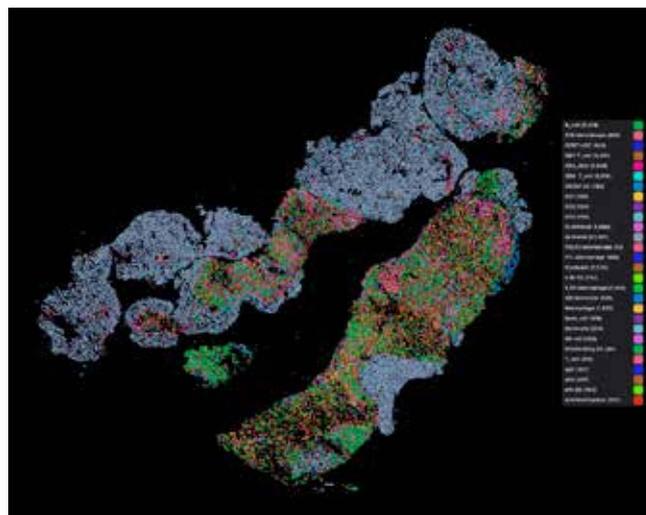


► PRISM : l'IA contre le Cancer

Le Centre National de Médecine de Précision en Oncologie PRISM est un Institut hospitalo-universitaire (IHU) financé par l'ANR dans le cadre du plan France2030. Il est fondé sur une vision transformative et à long terme de la prise en charge du cancer et de son interception, et est issu de plusieurs années de recherche translationnelle menée par les équipes de Gustave Roussy, en partenariat avec CentraleSupélec, l'Université Paris-Saclay, l'Inserm et Unicancer.

Les laboratoires de l'École sont fortement impliqués pour l'analyse des données patients. Afin de mieux traiter chaque patient, il est nécessaire de caractériser d'une façon très fine sa maladie, chaque cancer étant unique. Cela passe par la collecte de données cliniques, moléculaires de différents types (les « omics »), désormais mesurées à des échelles intra-cellulaires (voir illustration ci-dessous, issue de la thèse de doctorat de Quentin Blampey au laboratoire MICCS), ou encore d'imagerie.

L'intelligence artificielle va permettre l'intégration de ces données hétérogènes et multi-modales, le développement de modèles prédictifs et interprétables de réponse aux traitements, ou encore l'identification de populations à risques.



Spatial transcriptomics pour le cancer du sein : Identification de niches immunologiques et caractérisation des gènes différenciellement exprimés.

► L'association étudiante Automatants

Créé en 2019 par des étudiants, Automatants propose :

- Des formations ouvertes à tous allant de l'introduction aux bases des réseaux de neurones à des concepts beaucoup plus avancés,
- Des projets aux élèves de première année qui souhaitent s'investir dans l'association (Argos, des mind games, etc.),
- Des événements (formation d'étudiants en droit à Assas, conférences...).



L'ENJEU SCIENCE DES DONNÉES & INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DANS LES FORMATIONS CENTRALESUPÉLEC

Cycle Ingénieur CentraleSupélec

- Un solide tronc commun de compétences et de connaissances en mathématiques et en informatique :
 - Statistiques, probabilités, traitement du signal, traitement des données et apprentissage automatique
 - Systèmes d'information et génie logiciel, algorithmie et complexité
 - Coding week
- Dès la 1^{ère} année et la 2^{ème} année :
 - Cours fondamentaux en IA
 - Enseignements d'intégration permettant une mise en pratique sur des problématiques réelles proposées par des partenaires industriels
 - Pôles projets en data et IA
- 2 Dominantes (spécialisations de 3^{ème} année) :
 - Mathématiques & Data Sciences
 - Informatique & Numérique
 - Et une mention « Healthcare et services en biomédical » qui comprend de l'IA appliquée au domaine de la santé dans la dominante « Vivant, santé et environnement »

Masters

- Mathématiques, vision, apprentissage (Paris-Saclay)
- Automatique, traitement du signal et des images (Paris-Saclay)
- Modèles et technologies pour le décisionnel (Paris-Saclay)
- Interaction, perception, apprentissage, connaissance (Metz)

Masters of Science

• MSc in Artificial Intelligence

Un programme unique, alliant théorie et pratique, avec pour objectif d'acquérir les bases et les techniques les plus avancées pour conduire les transformations liées à l'intelligence artificielle. Entièrement proposé en anglais, ce MSc offre une opportunité unique d'excellence de devenir un architecte de l'intelligence artificielle, et des perspectives de carrière exceptionnelles.

• MSc in Data Sciences & Business Analytics (avec l'ESSEC Business School)

Un programme de 15 mois en sciences de l'information, tout en anglais, dédié à la structuration, l'interprétation et la compréhension automatiques de données visuelles massives. L'accent est en outre fortement mis sur l'apprentissage automatique, l'optimisation, la vision par ordinateur et l'analyse biomédicale des images.

Bachelor

• Bachelor AIDAMS (avec l'ESSEC Business School)

Lancé en 2023, ce programme innovant combine l'expertise pédagogique de l'ESSEC et CentraleSupélec. Durant leur cursus, les étudiants acquerront une solide base généraliste dans les disciplines de la gestion et de l'administration, ainsi qu'une connaissance approfondie des modèles et des méthodes scientifiques d'analyse de données, et des compétences en modélisation mathématique et informatique qui permettront l'application de modèles d'Intelligence Artificielle.

Formation continue

Une offre large en formation continue pour les ingénieurs/personnels des entreprises des domaines d'ingénierie afin de les accompagner sur leur montée en compétence en Data Science et IA, parmi lesquelles :

- Executive Certificate Big Data pour l'entreprise numérique
- Executive Certificate Intelligence artificielle et Science des données
- Formation courte : projet et cadrage de projet Big Data...
- Formation intra-entreprise (sur mesure) : e.g., Safran, Thales et Transvalor



CentraleSupélec

université
PARIS-SACLAY

Les solutions à imaginer pour répondre aux problématiques du XXI^e siècle feront toutes appel à la science et à la technique. C'est pourquoi CentraleSupélec se positionne avec force au cœur des grands enjeux de société.

- Aéronautique & Spatial
- Biotechnologies
- Cybersécurité
- Énergie, Transports & Nouvelles Mobilités
- Environnement & Développement Durable
- Industrie du Futur
- Réseaux & Télécommunications
- Santé & Vivant

► **Science des Données & Intelligence Artificielle**

Pour en savoir plus :
www.centralesupelec.fr



CentraleSupélec
Plateau de Moulon
3 rue Joliot-Curie
F-91192 Gif-sur-Yvette Cedex
Tél : +33 (0)1 69 85 12 12
Fax : +33 (0)1 69 85 12 34