



CentraleSupélec

CENTRALESUPÉLEC AU CŒUR
DES ENJEUX DE SOCIÉTÉ

**INDUSTRIE
DU FUTUR**

L'ACTION INDUSTRIE_DU_FUTUR@CS REPOSE SUR L'ENGAGEMENT HISTORIQUE DE CENTRALESUPÉLEC POUR ACCOMPAGNER LE DÉVELOPPEMENT D'UNE INDUSTRIE DURABLE, COMPÉTITIVE ET INNOVANTE.

L'avenir de l'industrie, dans les pays développés, passe désormais par la modernisation des processus de production et une évolution des modèles économiques associés. Les nouvelles technologies sont des éléments clés de cette transformation avec, notamment, les secteurs liés à la numérisation de la chaîne de la valeur, à la fabrication additive, au monitoring et contrôle, aux matériaux composites et aux nouveaux matériaux, à la place de l'homme et du management dans l'usine et, enfin, à l'efficacité énergétique et l'empreinte environnementale des entreprises.

CentraleSupélec, en tant qu'école d'ingénieur généraliste de premier plan, s'est positionnée naturellement sur l'ensemble de ces secteurs en s'appuyant sur des disciplines fondamentales qui constituent son cœur de métier : le contrôle, le traitement du signal et les télécoms, le génie industriel et le génie des procédés, la physique et la physico-chimie, les mathématiques et l'informatique. Depuis plusieurs années, des équipes de recherche et d'enseignement venant de toutes ces disciplines s'impliquent pour faire progresser les connaissances et valoriser auprès des étudiants les problématiques associées à l'industrie du futur.

L'action transverse Industrie_du_Futur@cs implique la plupart des laboratoires de recherche de CentraleSupélec sur les trois sites et une grande partie des départements d'enseignement. Elle a pour vocation de fédérer et promouvoir les nombreuses actions existantes au sein de chaque entité, mais également de favoriser l'émergence de nouvelles initiatives ou thématiques transverses et de coordonner des projets collectifs à l'échelle de l'établissement.

Le nombre d'acteurs engagés, leur diversité et leur complémentarité permettent à CentraleSupélec d'aborder les problématiques posées par l'industrie du futur à des niveaux très différents (scientifique, méthodologique, technologique, expérimental) et dans presque tous les domaines. CentraleSupélec entend ainsi contribuer de manière significative au développement de l'industrie du futur par le biais de la recherche, de la formation, de l'innovation et du transfert, avec deux ambitions majeures : donner à notre industrie les moyens de produire de manière compétitive et innovante mais également à notre société, les moyens de produire et consommer de manière durable et éclairée.

Les activités de recherche établies et en devenir, les programmes pédagogiques, les projets nationaux et internationaux, les spin-offs, les plateformes expérimentales, les chaires d'entreprise, les partenariats industriels ou académiques, ainsi que les événements marquants récurrents sur le sujet (journées de séminaire inter-laboratoire, école d'été) font de CentraleSupélec un acteur historique et majeur pour le développement d'une industrie toujours tournée vers le futur dans un contexte de plus en plus compétitif et de plus en plus contraint par la rareté des ressources.

Ce sont 6 grands domaines couverts pour l'Industrie du Futur à CentraleSupélec :

- Technologies de production avancées, contrôle avancé
- Usines et lignes / îlots connectés, pilotés, optimisés
- Nouveaux modèles économiques et sociétaux
- Objets connectés, Internet des objets, Internet industriel, IA
- Nouvelles approches de l'homme au travail
- Relations fournisseurs clients intégrées

CENTRALESUPÉLEC : tout un écosystème autour de l'industrie du futur



40

enseignants-chercheurs et **40** doctorants et postdoctorants de plusieurs disciplines engagés dans ce domaine.



14

laboratoires et 2 instituts impliqués sur nos 3 campus de Paris-Saclay, Metz et Rennes.



GRUPE RENAULT



19

partenaires



THALES

Trendeo



2

chaires de recherche

- RRSC : Risques et Résilience des Systèmes Complexes
- FlexTech : Intégration humains-systèmes dans les systèmes complexes à autonomie croissante

CentraleSupélec est également membre actif de



(1) Pôle de compétitivité

(2) Alliance Industrie du Futur

Des moyens d'essais et des plateformes expérimentales de tout premier plan



4 plateformes de mesures et d'essais avancés (microscopie électronique, essais mécaniques (di)électriques et thermiques, traitements de surface), une plateforme Radical Innovation Design® pour accompagner un projet d'innovation radicale, une plateforme de « fog computing » qui permet de tester des solutions de traitement local des données sensibles ou volumineuses, des pôles de mesure électrique avancée et d'élaboration de nanomatériaux, des bancs de combustion et des moyens de simulation numérique avancée.

LES LABORATOIRES CENTRALESUPÉLEC IMPLIQUÉS DANS LE DOMAINE DE L'INDUSTRIE DU FUTUR

Laboratoire	Directeur	Domaines de recherche en général
Centre de Vision Numérique CVN	J.C. Pesquet	Imagerie, numérique, traitement du signal, modélisation
Énergétique Moléculaire et Macroscopique, Combustion EM2C CNRS UPR 288	S. Ducruix	Énergétique, combustion, physique, mathématiques appliquées
Laboratoire de Génie Électrique de Paris GEEPS UMR CNRS 8507	C. Marchand	Génie électrique, matériaux, électromagnétisme, caractérisation de matériaux pour l'électronique et pour l'énergie
Institut d'Électronique et des Technologies du numÉrique IETR UMR CNRS 6164	B. Jouga	Automatique, traitement du signal, télécoms Réalité virtuelle et augmentée
Institut de Recherche en Informatique et Systèmes Aléatoires IRISA UMR CNRS 6074	B. Jouga	Informatique, cybersécurité
Laboratoire Signaux et Systèmes L2S UMR CNRS 8506	P. Bondon	Automatique, traitement du signal, statistiques, télécom
Laboratoire Génie Industriel LGI EA 2606	B. Yannou	Génie industriel, management, économie
Laboratoire Génie des Procédés et Matériaux LGPM EA 4038	F.Puel	Ingénierie des Procédés de production et transformation de la matière Élaboration de matériaux et biomatériaux
Laboratoire Lorrain de recherche en Informatique et ses applications LORIA UMR 7503	J.Y. Marion	Fabrication additive, traitement du signal
Laboratoire Interdisciplinaire des Sciences du Numérique LISN UMR 9015	S. Rosset	Laboratoire Interdisciplinaire des Sciences du Numérique
Mathématiques et Informatique pour la Complexité et les Systèmes MICS EA 4037	P.H. Cournède	Mathématiques Appliquées Informatique
Laboratoire Mécanique des sols, structures et Matériaux MSSMAT CNRS UMR 8579	V. Aubin	Mécanique des matériaux et des structures
Structures properties and Modeling of solids SPMS CNRS UMR8580	G. Dézanneau	Physique, chimie, matériaux
CentraleSupélec ONERA NUS DSO Research Alliance SONDRA	S. Saillant	Ondes, radars, traitement du signal

L'ENJEU INDUSTRIE DU FUTUR DANS LES FORMATIONS CENTRALESUPÉLEC

Cycle Ingénieur CentraleSupélec

- Séquences thématiques de 1^{ère} année, notamment Transformation Digitale et Ingénierie Intégrée, Traitement de l'information pour la résilience des systèmes et des infrastructures, Traitement de l'information pour des applications de l'internet des objets, Transition énergétique, Énergie et Climat, Observing the Earth for our environment and security ;
- Sciences pour l'ingénieur de 1^{ère} année, Génie industriel, Réseaux et sécurité, Énergie Électrique ;
- Des séquences thématiques de 2^{ème} année, notamment Économie circulaire et systèmes industriels, Navigation semi-autonome de drones, Systèmes complexes industriels à logiciels prépondérants, Conception en fabrication additive, Intelligence énergétique, Commande de (bio)procédés pour une production durable, Systèmes multi-énergie, Efficacité des systèmes d'énergie embarqués ;
- Les électifs de 2^{ème} année ;
- Les pôles projets, notamment Data Science, Ingénierie de l'Environnement, Intelligence Artificielle, Internet des Objets, la Fabrique, Nouvelles technologies pour l'énergie, Production-Supply chain et services, Systèmes Robotiques en Interaction, Systèmes cyber physiques, Véhicules autonomes, Transition écologique et solidaire ;
- Les dominantes (spécialisation de 3^{ème} année), mentions Efficacité énergétique, Réseaux d'Énergie, Control Engineering, Design and System Sciences, Supply Chain and Operations Management, Sciences et ingénierie de la construction, Systèmes et réseaux intelligents, Systèmes communicants mobiles et autonomes, Sciences des données et de l'information, IA, cybersécurité, Aéronautique - Espace et Transports, Quantum Engineering, Environnement / Production durable, Ressources énergétiques, Sciences du logiciel.

Masters

- ISC (Ingénierie des systèmes Complexes), mention SCS-Sciences de la conception et de systèmes (Paris-Saclay),
- ISC (Ingénierie des systèmes Complexes), mention MACLO - Management de chaîne logistique et opérations (Paris-Saclay) ;
- SAR - Systèmes Avancés de Radiocommunications (Paris-Saclay) ;
- PIE - Physique Ingénierie de l'Énergie (Paris-Saclay) ;
- Nuclear Energy (Paris-Saclay).

Master of Science 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.

Mastères spécialisés

- Transformation des systèmes de production ;
- Cybersécurité (en partenariat avec IMT Atlantique) ;
- Management des marchés de l'énergie.

Formation doctorale

Module Fabrication additive : Trajectoires de lasage, chaîne optomécanique et commande.

Summer School

International Summer School « Industry 4.0 » de l'Université Paris-Saclay organisée par CentraleSupélec et ENSPS.

Formation continue

CentraleSupélec Exed détient un Titre RNCP de Niveau 7 en Expert en Transformation des Systèmes de Production (enregistré chez France Compétences).

Beaucoup de ses formations intra-entreprise sur-mesure comportent des modules sur l'Industrie du Futur, dont les thématiques peuvent être proposées en conférences en inter et intra-entreprise.

Des formations Industrie du Futur sont également prévues avec la BPI.

CENTRALESUPÉLEC ET L'INDUSTRIE DU FUTUR

Une excellence qui s'illustre dans ses 3 domaines cœur

► ENSEIGNEMENT



► RECHERCHE



► INNOVATION



► Chaire RRSC Risques et Résilience des Systèmes Complexes

La Chaire RRSC est une chaire de recherche et d'enseignement dédiée à l'analyse des risques et l'optimisation de la résilience des infrastructures critiques. Elle se base sur des méthodes d'analyse issues du domaine de la fiabilité et des techniques de modélisation probabilistes et statistiques développées en mathématiques appliquées. L'objectif final est de résoudre des problèmes de décision et d'optimisation sous incertitude qui engagent les trois partenaires de la chaire, à savoir EDF, Orange et la SNCF.



► Chaire FlexTech Conception anthropocentrée (HCD – Human Centered Design)

Développée en partenariat avec l'ESTIA, la Chaire FlexTech est une chaire de recherche et d'enseignement dédiée à l'intégration humains-systèmes dans les systèmes complexes à autonomie croissante. Elle se base sur la démarche innovante du Human Centered Design (HCD), place l'humain et les organisations au cœur des problématiques industrielles et sociétales. Cette méthode a fait ses preuves depuis vingt ans dans les domaines de hautes technologies (notamment aérospatiales) nécessitant une approche flexible et demande à être développée sur le plan scientifique et technique.

Titulaire : Guy André Boy

Partenaires : Armée de l'Air, CS-Group, ESTIA

« Dans le cadre de la chaire, nous allons nous intéresser, plus qu'aux risques, à la vulnérabilité. Nous allons essayer de comprendre quels sont les événements initiateurs, quelles sont les défaillances causées par ces événements et comment elles vont se propager entre systèmes. Et, in fine, quelles mesures de prévention seront à préconiser. »

Anne Barros, professeure au Laboratoire de Génie Industriel et titulaire de la Chaire RRSC

► Spin-offs



HyB'RID, entreprise créée en 2018, est spécialisée dans la commercialisation de la méthodologie Radical Innovation Design® développée par le professeur Bernard Yannou au Laboratoire Génie Industriel (LGI) de CentraleSupélec. La méthodologie propose une approche différenciante et valorisable en entreprise, et s'articule autour d'une terminologie, de processus structurés, de « serious games » et d'une suite logicielle.



Nanoe, entreprise créée en 2008, est spécialisée dans le développement et la fabrication de matériaux céramiques innovants pour l'industrie. Les poudres céramiques proposées par Nanoe sont des matériaux de pointe adaptés aux besoins des industries les plus exigeantes, notamment dans le secteur biomédical ou l'industrie des semi-conducteurs.



Fondée par l'un des jeunes docteurs de CentraleSupélec, **Nextmat** est une entreprise innovante dont le potentiel innovant repose sur les très fortes compétences en physique et chimie des solides présentes au laboratoire SPMS (Structures, Propriétés, Modélisation des Solides) de CentraleSupélec avec lequel Nextmat entretient un partenariat très étroit. À plusieurs reprises distinguée, Nextmat a notamment été lauréate au concours national d'aide à la création d'entreprises de technologies innovantes 2014 (i-lab). Elle a fait partie des dix finalistes au concours AEF docteur-entrepreneur 2014 et a, en outre, été sélectionnée pour financement de prématuration par l'IDEX Paris-Saclay.

► FAPS (Fabrication Additive Paris-Saclay) : une plateforme collaborative de fabrication additive

L'Initiative de Recherche Stratégique FAPS, co-financée par l'Université Paris-Saclay, a pour objectif de mettre à disposition une plateforme équipée d'une machine SLM ainsi que d'une cellule robotisée de fabrication additive et soustractive s'appuyant sur le procédé de dépôt de fil laser. Ces équipements complètent ceux déjà disponibles, tels que la tour d'atomisation de l'ONERA et le tomographe à rayons X de l'ENS Paris-Saclay, deux équipements de l'Equipex MATMECA, ainsi que la machine cinq axes de projection de poudre de l'École Polytechnique et de l'ENSTA.

Les Membres de l'IRS-FAPS sont le CEA, CentraleSupélec, l'ENSTA, l'ENS Paris-Saclay, l'École Polytechnique, et l'ONERA.



► Un EQUIPEX



L'Equipex Digiscope permet la conception collaborative à travers neuf plateformes connectées et un système de téléconférence. Le Fablab Digiscope promeut la fabrication circulaire - un concept inventé par Fablab Digiscope - pour le développement d'approches de fabrication plus versatiles et ajustées aux besoins.

Les fablabs ont pour ambition de s'extraire de leur modèle 1.0 pour réaliser leur dessein : reconfigurer la manière dont nous fabriquons par le design et la fabrication personnelle ou de petites séries, cesser de produire massivement des objets inutiles et obsolètes, engager les utilisateurs dans les processus de fabrication, disséminer un modèle de fabrication distribué, asymétrique et communautaire sur la base de banques de design ouverts.

► SOFIA



Le consortium SOFIA (Solutions pour la Fabrication Industrielle Additive métallique - <https://www.sofia-3d.fr/>) est composé d'acteurs français majeurs industriels et académiques. Il s'est constitué autour de sept entreprises (Michelin, AddUp, ESI Group, Volum-e, Aubert & Duval, Fusia, Safran) et de neuf laboratoires de recherche (C2N, ICMMO, CMAP, PIMM, LPGP, L2S, LURPA, LS2N, GEM) réunis autour de l'impression 3D métallique.

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



CentraleSupélec

Pour en savoir plus :
www.centralesupelec.fr
industrie-futur-recherche@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