



CentraleSupélec

CENTRALESUPÉLEC AU CŒUR
DES ENJEUX DE SOCIÉTÉ

ENVIRONNEMENT & DÉVELOPPEMENT DURABLE

université
PARIS-SACLAY

L'ACTION DEVELOPPEMENT_DURABLE@CS REPOSE SUR L'ENGAGEMENT HISTORIQUE DE CENTRALESUPÉLEC POUR ACCOMPAGNER LE DÉVELOPPEMENT D'ORGANISATIONS ET DE SYSTÈMES DE PRODUCTION DURABLES, COMPÉTITIFS, INNOVANTS ET RESPECTUEUX DE L'ENVIRONNEMENT.

Face à la crise climatique et écologique, tous les secteurs d'activité sont appelés à se transformer. Pour relever ce défi, nous devons collectivement intégrer les enjeux environnementaux dans tous les métiers. Or le concept de transition écologique est relativement flou aujourd'hui dans le débat médiatique. Il s'agit d'un changement radical de modèle économique et social en faveur d'un autre plus durable, fondé sur le constat de l'urgence environnementale et climatique. La notion intègre par exemple les principes de résilience et de circularité, déclinés dans tous les domaines. La transition écologique apporterait une réponse globale aux limites planétaires et aux enjeux sociaux auxquels nous faisons face et à leur complexité (illustrée notamment par la réduction drastique des émissions de CO₂ préconisée par le GIEC, ou le retour d'une biodiversité de référence).

Mais comment y parvenir si nos formations ne nous fournissent pas les bons outils ? Comment agir à la hauteur de ces enjeux si nous ne les comprenons pas ? Plus que la sensibilisation, la formation est un puissant levier de la transition écologique : il est donc essentiel que les acteurs de l'enseignement supérieur se saisissent de ces enjeux.

CentraleSupélec, en tant qu'école d'ingénieur généraliste de premier plan, dont la vocation est de s'emparer des grands enjeux de la société pour la faire progresser, a naturellement inscrit au cœur de sa stratégie la formation de la communauté étudiante aux enjeux et aux métiers de la transition énergétique et écologique, tout en s'appuyant sur les disciplines fondamentales qui constituent son cœur de métier : mathématiques, informatique, énergétique, génie industriel, génie des procédés, physique, matériaux, etc. Depuis plusieurs années, des équipes de recherche et d'enseignement venant de toutes ces disciplines s'impliquent pour faire progresser la science et les technologies, et valoriser auprès des étudiants les problématiques associées à l'environnement et au développement durable.

L'action transversale Développement_Durable@cs implique la plupart des laboratoires de recherche de CentraleSupélec sur ses quatre sites et une grande partie des départements d'enseignement. Elle a pour vocation de recenser et promouvoir les 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. Récemment, l'École a choisi de positionner son campus de Metz, tant en formation qu'en recherche, sur ces enjeux en créant « l'Atelier des transitions ».

Le nombre d'acteurs engagés, leur diversité et leur complémentarité permettent à CentraleSupélec d'aborder les problématiques posées par le développement durable à des niveaux très différents (scientifique, méthodologique, expérimental, humain), sur les verrous technologiques majeurs de la transition énergétique et écologique : matériaux biosourcés, énergies renouvelables, hydrogène, stockage énergétique, nouvelles solutions de mobilité.

CentraleSupélec a pour ambition de former tous ses ingénieurs afin qu'ils puissent intégrer et appréhender les défis du développement durable à la bonne échelle dans leurs secteurs et métiers respectifs, en les dotant des connaissances, des capacités de questionnement et d'initiatives idoines. CentraleSupélec entend ainsi contribuer de manière significative au développement durable par le biais de la recherche, de l'innovation et de la formation, avec deux ambitions majeures : donner 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 sur le sujet font de CentraleSupélec un acteur historique et majeur pour le développement de systèmes de production durables et respectueux de l'environnement, dans un contexte de plus en plus compétitif et contraint par la rareté des ressources.

Enfin, CentraleSupélec met en cohérence ces questions scientifiques et de formation avec son fonctionnement et ses pratiques. Après la certification du bilan carbone de son campus de Paris-Saclay, CentraleSupélec, avec ses personnels et étudiants, définit un plan de réduction de ses émissions de CO₂ (gestion des bâtiments, mobilité des personnels et des étudiants, achats, etc). Ce plan s'inscrit dans une démarche globale sur les impacts de toutes les activités de CentraleSupélec.

Pour faire bouger les lignes, CentraleSupélec s'est engagé avec de nombreux acteurs dans plusieurs initiatives visant à conduire des transformations à la hauteur des enjeux du développement durable, couvrant plusieurs grands domaines :

- Analyses technico-économiques prospectives
- Outils numériques de conception et supervision
- Performance environnementale et énergétique
- Procédés de fabrication et produits innovants
- Science des données

CENTRALESUPÉLEC : tout un écosystème autour du développement durable



Des enseignants-chercheurs, doctorants et chercheurs de plusieurs disciplines engagés dans ce domaine



10

laboratoires impliqués sur nos campus de Paris-Saclay, Pomacle, Metz et Rennes.



19

partenaires
industriels,
académiques et
institutionnels
particulièrement
impliqués



4 chaires de recherche

1 alliance

- Biotechnologie,
 - Nouvelles Mobilités centrées usages (Anthropolis),
 - Armand Peugeot (Technologies Hybrides et Économie de l'électromobilité)
 - Transformation numérique des réseaux électriques
-
- Économie Circulaire et Transformation Numérique



2 accords-cadres

- En 2016, CentraleSupélec et l'INRAE ⁽¹⁾ signent un accord-cadre renforçant ainsi leur coopération dans le domaine interdisciplinaire de la recherche environnementale.
- En 2019, CentraleSupélec et l'INEC ⁽²⁾ signent un accord-cadre pour favoriser la coopération autour de l'économie circulaire, discipline qui permet de piloter et de valoriser, avec les acteurs de terrain, les investissements et flux de matière et d'énergie de manière cohérente.

CentraleSupélec est membre du réseau EcoSD, une association loi 1901 soutenue par l'ADEME ⁽³⁾, dans le domaine de l'éco-conception de systèmes pour un développement durable.

⁽¹⁾ Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement

⁽²⁾ Institut National de l'Économie Circulaire

⁽³⁾ Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

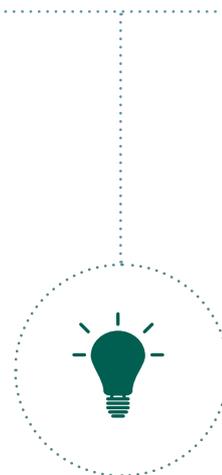
LES LABORATOIRES CENTRALESUPÉLEC IMPLIQUÉS DANS LE DOMAINE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Laboratoire ou équipe	Directeur / Responsable	Domaines de recherche
Équipe AUTomatique de l'Institut d'Électronique et des Technologies du Numérique IETR UMR CNRS 6164	R. Bourdais	Automatique, efficacité énergétique des systèmes, réseaux
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
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, écoconception, analyse de cycle de vie, économie circulaire, management et économie de l'énergie et de la mobilité
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
Mathématiques et Informatique pour la Complexité et les Systèmes MICS EA 4037	C. Hudelot	Mathématiques appliquées Informatique
Laboratoire de Mécanique de Paris-Saclay LMPS UMR 9026	P.-A. Boucard	Mécanique des matériaux et des structures
Structures properties and Modeling of solids SPMS CNRS UMR 8580	G. Dezanneau	Physique, chimie, matériaux
CentraleSupélec ONERA NUS DSO Research Alliance SONDRA	S. Saillant	Observation de la terre, traitement du signal

CENTRALESUPÉLEC ET LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Une excellence qui s'illustre
dans ses 3 domaines cœur

► ENSEIGNEMENT ► RECHERCHE ► INNOVATION



► L'essor de la bioindustrie au sein de la Chaire de Biotechnologie

La Chaire de Biotechnologie de CentraleSupélec a pour mission de développer des procédés innovants et compétitifs permettant de valoriser le carbone renouvelable issu de la biomasse en différents biens et services pour la société tels que des matériaux, des molécules d'intérêt et des bioénergies.

Ses 35 chercheurs travaillent ainsi à l'essor de la bioindustrie et à l'apport d'innovations pour répondre aux enjeux liés au développement durable. Cette activité d'avenir bénéficie d'un cadre de travail exceptionnel puisque la Chaire est implantée à proximité de Reims au CEBB*, une infrastructure unique qui fédère des chercheurs travaillant dans les domaines des biotechnologies, chimie verte et agromatériaux.

Partenaires : Région Grand Est, Département de la Marne, CU du Grand Reims, Union Européenne

Titulaire : Patrick Perré

* *Centre Européen de Bioraffinerie et de Bioéconomie*

► L'observation de la Terre au service de l'environnement

Lancé en 2020, l'ESA_Lab@CentraleSupélec est un cadre privilégié de collaboration entre l'Agence Spatiale Européenne (ESA) et CentraleSupélec. Structuré autour de plusieurs axes (enseignement, recherche, entrepreneuriat, dissémination...), il a pour objectif de développer les activités d'exploration pacifique de l'espace et les applications qui en découlent, au bénéfice mutuel des deux organisations et de la société.

À titre d'exemple citons la surveillance du climat, l'observation de la Terre, la navigation, la (cyber)sécurité, l'intelligence artificielle, la durabilité, l'économie spatiale.

Les premières activités abordées au sein de l'ESA_Lab@CentraleSupélec sont l'observation de la Terre et le pilotage et contrôle dans le transport aéronautique et spatial, la commande de (bio)procédés pour une production durable, des conférences et des propositions de projets, notamment autour de l'économie circulaire et du développement durable.

▶ SPARK : une innovation pour réduire les émissions de CO₂



Fondée par un ingénieur et docteur de CentraleSupélec, la startup SPARK se base sur une technologie plasma pour la production des gaz industriels à partir de CO₂. L'approche de SPARK est de dissocier du CO₂ et/ou du CH₄ pour produire des produits à haute valeur ajoutée (en particulier CO et H₂) avec une technologie plasma. À terme, cette technologie ambitionne de réduire voire d'annuler les émissions de CO₂ produites et de stocker les surplus d'énergie renouvelable à l'échelle saisonnière.

SPARK a bénéficié du programme « Jeune Docteur » de la SATT Paris-Saclay et en 2020 de fonds issus de l'Appel à Projets Maturation.

▶ Chaire Armand Peugeot aux laboratoires LGI et GEEPS

En partenariat avec l'ESSEC, la Chaire Armand Peugeot aborde la complexité de la transformation de l'industrie automobile dans le contexte du développement de l'électromobilité qui va entraîner un bouleversement complet de l'offre et de la demande. Poussée par des considérations environnementales et des politiques publiques de plus en plus incitatives, cette industrie aborde un virage clef vers une mobilité décarbonée. Cela se traduit par des objectifs élevés de déploiement des véhicules électriques et hybrides rechargeables, ainsi que les infrastructures de recharge associées.

Partenaires : Stellantis, ESSEC

Titulaires : Jan Lepoutre (ESSEC), Marc Petit (GEEPS), Yannick Perez (LGI)

▶ L'Atelier des transitions : agir pour un avenir responsable, éthique, solidaire

CentraleSupélec choisit de positionner le campus de Metz, tant en formation qu'en recherche, sur les enjeux du développement durable, désormais incontournables pour tous les acteurs socio-économiques et les décideurs publics. Le campus de Metz, situé au cœur de l'Europe, devient ainsi « l'Atelier des transitions ».

Cette ambition se décline à plusieurs niveaux :

- Créer un lieu où l'ensemble des acteurs concernés, privés et publics, peuvent se retrouver pour travailler ensemble sur des solutions concrètes, en connexion directe avec les activités de formation, de recherche et de valorisation ;
- Favoriser le débat et la prise de recul en appréhendant les transitions de manière globale et en s'appuyant sur une approche scientifique ;
- Contribuer à former des cadres qui, à partir de leurs compétences scientifiques et techniques, soient à même de participer à la conduite de ces transitions, et de porter ces questions dans les sphères de décision ;
- Sensibiliser aux aspects techniques des étudiants, des professionnels et des décideurs d'autres champs disciplinaires.

L'Atelier s'inscrit dans une dynamique territoriale et porte une ambition internationale.

▶ Le laboratoire SPMS au cœur des enjeux d'une énergie durable

Au cœur des enjeux d'une énergie durable, le laboratoire SPMS travaille d'une part sur le développement de cellules électrochimiques à oxyde solide pour la production d'hydrogène décarboné ou la conversion de cet hydrogène vert en électricité. De nouvelles piles à combustible à conduction protonique ont ainsi été formulées, fabriquées puis testées. Une autre thématique en plein essor concerne le grappillage d'énergie qui permet à partir d'énergie mécanique, en général perdue, de produire de l'électricité. Dans ce cas, de nouveaux matériaux piézoélectriques sans plomb sont développés et mis en forme au laboratoire pour permettre une conversion d'énergie plus efficace.

▶ Alliance Économie Circulaire et Transformation Numérique

Une structure pour mettre la puissance du numérique au service de l'environnement et du développement durable. L'Alliance vise à construire et déployer des outils respectueux de l'environnement et à forte valeur ajoutée pour les citoyens, les acteurs publics et privés du territoire. Elle regroupe des entreprises industrielles et territoriales afin de mutualiser des recherches à la fois amont et industrielles ou expérimentales et comprend également un hub de projets pédagogiques.

Partenaires : IRT SystemX, Communauté Paris-Saclay, SIOM de la Vallée de Chevreuse

▶ KLASS : la solution la plus « KLASS » pour préserver la biodiversité

Partant d'un constat : -80 % d'insectes en 30 ans, et d'une réalité : un tiers de notre alimentation dépend du travail des insectes, quatre élèves de CentraleSupélec ont eu une idée : Klass, pour la surveillance et l'analyse en temps réel de la biodiversité.

Finaliste du Prix de l'ingénieur du futur et lauréat du Concours Startup Village TEDxSaclay

▶ Greenly, le premier calculateur de CO₂ automatique

Des ingénieurs de CentraleSupélec très engagés ont eu l'idée de créer Greenly pour que chacun puisse mesurer son empreinte carbone personnelle. Greenly fournit ainsi une application permettant d'estimer l'empreinte carbone associée aux transactions, afin de permettre à chacun de prendre conscience à chaque dépense des émissions de gaz à effet de serre générées, et d'opter pour un mode de vie plus durable.



L'ENJEU ENVIRONNEMENT ET DÉVELOPPEMENT DURABLE DANS LES FORMATIONS CENTRALESUPÉLEC

Cursus Ingénieur CentraleSupélec, notamment en 3^{ème} année

- **DOMINANTE ÉNERGIE**
 - Mention Ressources énergétiques
 - Mention Réseaux énergétiques
 - Mention Efficacité énergétique
 - Mention Sustainable energy systems
- **DOMINANTE VIVANT, SANTÉ ET ENVIRONNEMENT**
 - Mention Environnement - Production durable
- **DOMINANTE CONSTRUCTION, VILLE ET TRANSPORTS**
 - Mention Sciences et ingénierie de la construction
 - Mention Aéronautique – Espace – Transport
- **DOMINANTE GRANDS SYSTÈMES EN INTERACTION**
 - Mention Design and System Sciences
 - Mention Supply Chain and Operations Management
- **DOMINANTE INFORMATIQUE ET NUMÉRIQUE**
 - Mention Intelligence artificielle
 - Mention Architecture des Systèmes Informatiques

UNE MENTION DE 3^{ÈME} ANNÉE DÉDIÉE À L'ENVIRONNEMENT ET À LA PRODUCTION DURABLE

La dominante « Vivant Santé Environnement » structure de nombreux enseignements au sein du cursus ingénieur et propose aux étudiants de 3^{ème} année une mention **Environnement-Production Durable**. Son objectif est de former des ingénieurs pour les secteurs de l'environnement et des biotechnologies, de l'alimentation, de l'industrie pharmaceutique ou des matériaux, et du conseil. Les étudiants se destinent aux métiers de la R&D, de l'industrialisation, de la production, du conseil en environnement et en écologie industrielle. Ils seront capables notamment de revisiter les modes de production actuels, d'analyser les impacts écologiques des projets et des entreprises, de valoriser les déchets et d'utiliser les biotechnologies pour la production de molécules d'intérêt.

PÔLES PROJET

- Biotechnologies et Santé
- Cityfaber lab
- Data Sciences
- Ingénierie de l'environnement
- Mutations économiques, agiles et responsables
- Smart and secure life
- Tech for Good
- Transition écologique et solidaire

Masters

- M2 Économie de l'Environnement, énergie et transports de l'Université Paris-Saclay, double-diplôme ouvert aux ingénieurs de CentraleSupélec
- M2 Procédés, Énergies Renouvelables et Géosciences
- M2 Physique et Ingénierie de l'énergie : réseaux électriques et énergies renouvelables
- M2 Transfert et Conversion de l'Énergie
- M2 Géomécanique et Sous-sol
- M2 Science de la Conception et des Systèmes
- M2 Risk and Resilience Engineering and Management

Formation continue

- Les fondamentaux de l'entreprise durable
- Le numérique responsable à la DSI (SI50)

Autre formation

La shift year : une année de formation dans le cadre d'une césure entre les niveaux M1 et M2, ouverte à des étudiants d'autres établissements, centrée sur des missions pluridisciplinaires (ingénierie, sciences politiques, sciences humaines et sociales, santé...), en lien avec des partenaires variés (entreprises, associations, décideurs publics, établissements académiques...).



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, Transport & nouvelles Mobilités
- ▶ **Environnement & Développement durable**
 - Industrie du Futur
 - Réseaux & Télécommunications
 - Santé & Vivant
 - Science des Données & Intelligence Artificielle

Pour en savoir plus :
www.centralesupelec.fr
developpement_durable@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