

TRANSITION ENVIRONNEMENTALE

ENJEU

I. Pourquoi cet enjeu ?

L'action des Hommes dans leurs environnements (urbain, agricole, industriel...) contribue au changement climatique et impacte la santé humaine, la biodiversité, et contribue à la raréfaction et à la dégradation de la qualité des ressources disponibles sur notre planète. Anticiper le changement climatique et développer une économie circulaire de l'eau et des déchets sont des défis sociétaux majeurs qui nécessitent une transition environnementale. Pour l'accompagner, l'INSA Toulouse s'est fixé des objectifs ambitieux : accompagner les villes pour un urbanisme soutenable, concevoir des ouvrages de protection de l'environnement, innover pour améliorer la durabilité du petit cycle de l'eau et favoriser l'accès à tous à une eau saine, développer l'éco-conception des équipements et procédés, élaborer des molécules et des matériaux biodégradables ou bio-sourcés, développer les infrastructures logicielles, les objets connectés et les modèles pour analyser les évolutions environnementales.

II. Thématiques de recherche

Les enseignants-chercheurs de l'INSA Toulouse contribuent ainsi à 5 thématiques de recherche, en collaboration étroite avec les chercheurs et enseignants-chercheurs des autres établissements universitaires et organismes de recherche au sein de l'Université Fédérale de Toulouse Midi-Pyrénées.

Villes et ouvrages (LMDC, TBI, LAAS)

À l'échelle du matériau et de la structure, nos travaux ont pour ambition la conception d'ouvrages et d'infrastructures destinés à la protection de l'environnement, qui soient durables, sûrs, et/ou contribuant au maintien des rendements des procédés (stockage des déchets radioactifs, assainissement, etc.). Nos travaux visent en particulier la compréhension et la prédiction du comportement des structures dans leur environnement sous sollicitations thermo-hydro-chemo-bio-mécaniques, par des approches multi-physiques et multi-échelles. À l'échelle de la ville, il s'agit de mesurer, communiquer et mettre à disposition les données, de contribuer à l'évaluation de scénarii de renouvellement urbain et de progresser dans la caractérisation de l'impact environnemental des modes de rénovation (ACV, etc.) intégrant des solutions innovantes. La réduction des îlots de chaleur urbains et la quantification de l'impact sur la consommation énergétique sont également étudiés. De nombreuses collaborations ont contribué à l'essor de ces thématiques, parmi lesquelles : Andra, CEA, EDF, IRSN, Vinci Construction GP, LafargeHolcim, Tecnalia, Grand Cahors, Ville de Porto, etc.

Eau et procédés durables (TBI)

Nos activités visent à concevoir des procédés et des filières respectueuses de l'environnement et sobres énergétiquement pour le traitement des eaux usées et la production d'eau pour différents usages. La réutilisation des eaux et l'usage de ressources non conventionnelles sont au cœur de nos travaux, ainsi que la séparation à la source des effluents concentrés urbains, et l'élimination des micropolluants. Nous développons également des systèmes de production d'eau potables autonomes pour les populations isolées (LabCOM MOST avec Sunwaterlife).

Nos études portent enfin sur l'extraction et la valorisation de composés d'intérêt (azote, phosphore, protéines ou sels) dans les eaux ou effluents urbains ou agricoles (water mining). Nous nous appuyons sur des outils originaux et sur une démarche multi-échelles (de la cellule à l'usine) pour développer des connaissances sur les réactions et le transfert dans les systèmes multiphasiques, sur les procédés de séparation et sur la dynamique microbienne au sein de bioréacteurs. Cette thématique fait l'objet de très nombreuses collaborations académiques et de partenariats avec les industriels et autres acteurs de l'eau (collectivités, Agence de l'Eau, IRSTEA, ONEMA, ...). Elle est soutenue par de grands projets à l'échelle du bassin méditerranéen (ERANET MED EXTRASEA), du sud de l'Europe (CIRCURAL), de l'Amérique du sud (H2020 BABETREAL5) et du Vietnam (collaborations USTH et VAST). TBI est moteur dans un Groupement d'Intérêt Scientifique sur l'eau avec 12 laboratoires toulousains.

Éco-conception, procédés et assemblages mécaniques (TBI, ICA)

L'INSA développe une approche large et ambitieuse de l'éco-conception. Les assemblages, éléments critiques des systèmes mécaniques, doivent avoir un faible impact environnemental. Nos travaux portent sur l'optimisation des composants et du transfert de charges, sur les procédés d'installation et la détection des non-conformités, ainsi que sur le développement de méta-modèles de liaisons mécaniques, et sur la gestion du cycle de vie des fixations mécaniques. Ils s'appuient sur de nombreuses collaborations industrielles (Airbus, Safran, Arianespace, etc.) et projets ANR (Assemblages innovants 1 et 2), FUI (CARAB) et H2020 (RODEO).

L'ACV est un outil souvent limité à calculer des impacts sur des émissions de CO₂ et appliqué qu'à des systèmes existants ou conçus. Nous développons des outils puissants pour l'éco-conception des procédés de transformation de l'énergie ou de la matière, basés sur une modélisation rigoureuse, qui permettent de comparer plusieurs filières ou procédés sur la base de leurs effets sur la santé humaine, l'environnement, et la dépense énergétique. Ces outils sont utilisés pour concevoir des installations et des filières plus soutenables dans le domaine de l'eau (projets ANR MUSES et DESIGN)

ou des bioraffineries (Institut Carnot ECOTRANSFORM). Issu du plan d'investissement d'avenir Make Our Planet Great Again, le projet Cambioscop utilise l'évaluation environnementale pour bâtir des stratégies de bio-économie pour la France à l'horizon 2050.

Matériaux bio-sourcés (TBI, LMDC)

La recherche d'alternatives aux plastiques conventionnels dérivés du pétrole, et le développement de matériaux de constructions sains et durables sont des enjeux sociétaux majeurs. L'INSA Toulouse s'appuie sur la chimie verte et les biotechnologies pour développer des produits bio-sourcés. Nous développons des procédés microbiens de transformation de ressources carbonées pour la production de biomolécules, par exemple pour la production de bio-plastiques à partir de la transformation des matières organiques contenues dans les eaux usées [ANR CHWWEPS] et pour la valorisation directe du CO₂ en alcools et alcanes [H2020 « BABETREAL »]. Par des voies enzymatiques originales, nous élaborons de nouveaux matériaux plastiques plus biodégradables [projet OSEO THANAPLAST]. Nos travaux visent aussi à intensifier les procédés de production de biomolécules et matériaux [plateforme CPER PROCEPBIO]. Pour la construction, nous concevons des matériaux innovants biosourcés et/ou à faible impact environnemental. Nous étudions les relations entre la microstructure des matériaux et leurs propriétés d'usage, le transfert d'humidité et de chaleur dans ces matériaux complexes pour limiter la dépense énergétique et améliorer la durabilité des matériaux et le confort dans les bâtiments [projets NeoCampus, Greenbuilding et collaborations avec Universidad de Catalonia et Agromat-INP]. Les ingénieurs de la spécialité Génie Biologique acquièrent des compétences génériques aux biotechnologies, ce qui leur permet de contribuer à la production de matériaux biosourcés via la conception de nouveaux biocatalyseurs.

Objets connectés et modélisation pour l'environnement (ICA, LAAS, IMT)

Pour une évaluation de la qualité de l'air dans les espaces

clos ou confinés (habitaclés, transport aérien), nous développons des analyseurs miniaturisés et ultra-portables de différents polluants gazeux (COV, ozone) répondant aux normes européennes renforcées en termes de limites de détection [projets H2020 « MIGRATE » et « MACAO »]. Nous développons des modèles numériques multi-échelles des enveloppes fluides de la Terre, pour décrire le débit des rivières [en lien avec la future mission satellitaire SWOT 2021], l'océanographie côtière et la dynamique des calottes polaires. Nous contribuons à l'analyse statistique des évolutions génétiques et de la biodiversité [projet BiodivERsera INFRAGECO].

III. Ambition de formation

Les ingénieurs de la spécialité Génie des Procédés et Environnement sont formés pour intégrer les contraintes environnementales et éco-concevoir des procédés et filières de production pour tous les secteurs industriels, dont le traitement de l'eau. Des formations spécifiques à l'ingénierie de l'eau sont aussi proposées via deux masters internationaux. Un programme transverse sur le Génie Urbain approfondit les compétences de nos étudiants sur la gestion de l'énergie et de l'eau dans la Ville, et sur l'économie circulaire dans la Ville. En Génie Civil, un module optionnel sur l'éco-conception et l'impact environnemental des matériaux et des bâtiments est également dispensé. L'éco-conception pour les procédés et les assemblages mécaniques est adressée dans la formation de Génie Mécanique, de même que le développement de microsystèmes pour des applications environnementales, également abordé dans un master. En génie électrique et informatique, les formations Innovative Smart Systems, Innovative and Secure IoT systems, Embedded Smart Power Electronics et Safety Engineering and Management traitent les aspects logiciels, électronique, réseau et méthodes.

Les doctorants sont inscrits dans les écoles doctorales MEGEP, SEVAB, MITT, EDSYS et AA.

Écoles doctorales UFTMiP

> MEGEP, SEVAB, MITT, EDSYS et AA.

