

UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE COMPIÈGNE

UTC

Recherche

Avenues - GSU

BMBI

Costech

GEC

Heudiasyc

LEC

LMAC

Roberval

TIMR

Créer  
et innover  
en recherche

donnons un sens à l'innovation



**Alain Storck,**  
Président de l'UTC

# L'UTC : VOTRE ÉCOSYSTÈME LOCAL D'INNOVATION

Technologique, pluridisciplinaire, intégratrice, pluripartenariale, en prise avec les enjeux et les défis de notre société...la recherche de l'UTC est l'une des missions fondamentales de notre université, dont l'approche intégrée avec les missions Formation et Innovation est une exigence permanente. Une exigence d'expansion de savoirs à la création de valeurs collectives dans un espace européen stimulé par le programme H2020 dans lequel nous nous insérons.

Le Comprendre pour faire, mais aussi le faire pour comprendre, telle est bien l'une des originalités fortes de notre démarche, permettant d'une part de dépasser les oppositions stériles entre recherche fondamentale et recherche appliquée, et d'autre part de concilier harmonieusement les deux finalités, recherche cognitive pour la production de savoirs et de connaissances, et recherche applicative pour la création et la diffusion dans la société d'objets sociotechniques (de nouveaux matériaux, procédés, services, équipements, objets connectés...).

À la lecture de ce panorama de la recherche, vous prendrez connaissance de la diversité et la richesse des domaines scientifiques et disciplines d'activités, intégrant notamment les Sciences Humaines et Sociales. Ainsi vous comprendrez mieux les rouages de notre organisation dont la brique de base reste le laboratoire, une organisation ouverte aux partenariats académiques, industriels...qu'il s'agisse des chaires ou des outils des Investissements d'Avenir. Vous percevrez aussi la profondeur et la réalité de notre engagement en matière d'innovation et de développement socioéconomique.... bref vous comprendrez le sens et les finalités de nos recherches.

Bon voyage dans l'espace Recherche et Innovation de l'Université de Technologie de Compiègne.

*« Que serions-nous donc sans le secours de ce qui n'existe pas »  
Paul Valéry  
Petite Lettre sur les mythes (1928)*

## SOMMAIRE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>La recherche à l'UTC</b>  | <b>1</b>  |
| <b>Les 9 unités de recherche de l'UTC</b>                              |           |
| <b>AVENUES-GSU</b>   |           |
| Modélisation urbaine multi-échelles                                    | 7         |
| <b>BMBI</b>  |           |
| Biomécanique et bioingénierie - biomécanique et génie biomédical       | 11        |
| <b>COSTECH</b>   |           |
| Connaissance, organisation et systèmes techniques                      | 17        |
| <b>GEC</b>   |           |
| Génie enzymatique et cellulaire - biologie, biochimie, biotechnologies | 21        |
| <b>HEUDIASYC</b>   |           |
| Heuristique et diagnostic des systèmes complexes                       | 27        |
| <b>LEC</b>   |           |
| Laboratoire d'électromécanique de Compiègne                            | 33        |
| <b>LMAC</b>  |           |
| Laboratoire de mathématiques appliquées de Compiègne                   | 37        |
| <b>ROBERVAL</b>  |           |
| Mécanique, matériaux, acoustique                                       | 41        |
| <b>TIMR</b>  |           |
| Transformations intégrées de la matière renouvelable                   | 47        |
| <b>Les chiffres clés de la recherche à l'UTC</b>                       | <b>52</b> |
| <b>Retrouvez toutes les vidéos de la recherche à l'UTC</b>             | <b>55</b> |



« La technologie est le nom que prend la science quand elle a pour objet les produits et outils de l'industrie humaine. Science de plein droit, elle en adopte les exigences théoriques et rationnelles pour aborder non ce qui existe mais ce que l'on construit. La recherche technologique porte sur le monde que se construit l'Homme. »

Centre d'innovation de l'UTC

# LA RECHERCHE À L'UTC

Lorsque l'on parle de « la technologie », il est généralement fait référence à l'étude des techniques, ce qui est à distinguer « d'une technologie », qui regroupe les méthodes et techniques autour de réalisations industrielles. La recherche technologique est une manière de faire de la recherche susceptible de mobiliser un ou plusieurs domaines scientifiques comme la biologie, la mécanique, la chimie etc. On parlera ainsi par exemple de recherche technologique en biotechnologie, en mécatronique, en génie des procédés. Une définition de la recherche technologique a été donnée par Guy Deniérou à la création de l'UTC : « **la technologie est le nom que prend la science quand elle a pour objet les produits et outils de l'industrie humaine.** »

Cela implique pour l'UTC :

- > d'allier une **polyvalence scientifique**, mobilisant une grande diversité de disciplines, à une **convergence technologique**, c'est-à-dire une focalisation sur des axes technologiques d'application pertinents d'un point de vue sociétal,
- > de disposer de **structures d'animation** dans les domaines de la formation et de la recherche, suscitant l'échange et la créativité,
- > de favoriser de nouveaux types de dialogue avec ses partenaires institutionnels et le monde socio-économique via un **écosystème d'innovation et de créativité**, ancré au niveau local et de rayonnement international.

[www.utc.fr](http://www.utc.fr) > Laboratoires  
(visite hypermédia)



## UNE POLYVALENCE SCIENTIFIQUE

L'UTC développe, à travers **9 unités de recherche**, une logique de site concentrant, sur un même lieu à Compiègne, des compétences humaines et scientifiques fondées sur la diversité et la complémentarité facilitant depuis l'origine l'interdisciplinarité :

- **Modélisation urbaine multi-échelles**  
Avenues, équipe d'accueil EA 7284
- **Biomécanique et génie biomédical**  
BioMécanique et BioIngénierie (BMBI), unité mixte de recherche UMR UTC-CNRS 7338
- **Technologie et sciences humaines**  
Connaissance, organisation et systèmes techniques (Costech), équipe d'accueil EA 2223
- **Biologie, biochimie, biotechnologies**  
Génie Enzymatique et Cellulaire (GEC), formation de recherche en évolution FRE UTC - CNRS 3580
- **Sciences de l'information : informatique, automatique, décision**  
Heudiasyc, unité mixte de recherche UMR UTC-CNRS 7253
- **Électromécanique**  
Laboratoire d'électromécanique de Compiègne (LEC), équipe d'accueil EA 1006
- **Mathématiques appliquées**  
Laboratoire de mathématiques appliquées de Compiègne (LMAC), équipe d'accueil EA 2222
- **Mécanique, matériaux, acoustique**  
Roberval, unité mixte de recherche UMR UTC-CNRS 7337
- **Génie des procédés, chimie, valorisation des agroressources**  
Transformations intégrées de la matière renouvelable (TIMR), équipe d'accueil EA 4297

## UNE CONVERGENCE TECHNOLOGIQUE

Cette diversité scientifique est mise au service d'une convergence technologique qui se décline à l'UTC autour de **trois axes thématiques d'innovation** pour l'homme et la société :

- **Technologies bio-inspirées et bio-économie**
- **Transports intelligents propres et sûrs et intégrés**
- **Ingénierie et santé**

Ces axes d'innovation sont abordés à l'UTC selon une approche **interaction homme-systèmes technologiques**.

## DES STRUCTURES DE SOUTIEN

### Un centre d'innovation unique en France

Le centre d'innovation de l'UTC, hub totalement lié à l'innovation, accueille des porteurs de projets, enseignants-chercheurs, étudiants, personnels ou membres de la société civile qui peuvent collaborer avec les laboratoires de l'UTC et tirent parti des compétences du territoire : INPI, BPI, réseau entrepreneur pour passer de "l'idée au produit". Le centre s'articule autour de plateformes technologiques, FabLabs, salles de créativité d'une part, accueillant les idées d'où qu'elles viennent, et de la maturation d'autre part, transformant les inventions en innovations pour le marché.

### Le 1<sup>er</sup> Collegium avec le CNRS : UTC-CNRS INSIS

L'UTC et le CNRS se sont associés dans la création du 1<sup>er</sup> Collegium à l'échelle du territoire français : un dispositif unique ancré dans la formation, la recherche et l'innovation, favorisant toujours plus l'interdisciplinarité et une approche systémique de la technologie. Il s'agit d'établir un espace où s'expriment l'inventivité et la créativité de l'ensemble des personnels de la recherche dans le contexte des sciences de l'ingénierie et des systèmes. Ce dispositif vient consolider la dynamique existante entre l'UTC et le CNRS et déjà matérialisée par trois unités mixtes de recherche regroupées en une fédération Systèmes Hétérogènes en InteraCtion (SHIC) : BMBI, Roberval et Heudiasyc.

### Des structures facilitatrices : UTeam et SATT Lutech

L'UTC s'est dotée de deux outils pour accompagner sa recherche technologique :

- une filiale propre : **UTeam** est la **structure de gestion de l'UTC** pour la recherche partenariale directe, elle accompagne l'écosystème local d'innovation et de créativité,
- une **SATT** (Société d'Accélération du Transfert de Technologies) : **Lutech**, de laquelle l'UTC est actionnaire aux côtés du CNRS, de l'UPMC, du Museum national d'Histoire naturelle, de l'Institut Curie, de l'Université Panthéon-Assas et l'École Nationale Supérieure de Création Industrielle. La SATT Lutech a vocation à investir en maturation (technologique, propriété intellectuelle, économique) sur les résultats de recherche issus des laboratoires de ses actionnaires.

### La fondation UTC pour l'innovation

Née en 2008, la fondation UTC pour l'innovation se donne pour but de répondre aux enjeux industriels et sociétaux à travers notamment l'innovation dans la recherche. Dotée dès son lancement d'un capital de 5M€, cette fondation universitaire a soutenu des chaires d'enseignement et de recherche et des programmes d'innovation tant pédagogique que technologique. La fondation universitaire va devenir une fondation partenariale en 2015 et ainsi lancer la deuxième campagne de soutien à la recherche, à l'innovation et à la créativité.

## DES STRUCTURES PARTENARIALES

### Deux pôles de compétitivité à vocation mondiale

L'UTC est fortement impliquée dans l'animation des deux pôles de compétitivité à vocation mondiale :

- **i-Trans**, qui porte sur les transports durables (ferroviaire, automobile, multimodalités, fret et voyageurs),
- **Industries et AgroRessources (IAR)**, qui aborde, à travers les biotechnologies, l'exploitation de la plante entière (concept de bioraffinerie) à des fins industrielles et non alimentaires (huiles de moteur, biocarburants, solvants, cosmétiques, etc). Le professeur Daniel Thomas (1946-2014), présent à l'UTC

L'UTC c'est un mode de travail particulier avec l'entreprise, une structure d'échange, un ressourcement scientifique pour les porteurs de projets, un pôle de connivence pour les partenariats.



Table tactile

dès sa création et pionnier des biotechnologies, a activement œuvré à la mise en place du pôle IAR et l'un de ses projets phares, l'ITE Pivert.

L'UTC est également impliquée dans d'autres pôles de compétitivité dont **Systematic Paris Région** (transports, usine du futur, ville intelligente, systèmes embarqués...), **MOV'EO** (R&D automobile, mobilité et transports publics), **Medicen Paris Region** (santé et nouvelles thérapies) et **Cap digital** (transformation numérique).

### Une Communauté d'universités et établissements (COMUE) avec Sorbonne Universités

Sept des principaux établissements d'enseignement supérieur français\* et quatre organisations nationales de recherche\*\* se sont réunis pour former la COMUE Sorbonne Universités. En réunissant les meilleurs talents dans un large éventail de disciplines, ce pôle universitaire propose de nouveaux programmes universitaires transversaux et une expertise scientifique dans l'enseignement supérieur et la recherche en économie, sciences humaines, commerce et administration, la science, la médecine et la technologie.

### Une association Picardie universités

L'UTC, l'Institut LaSalle Beauvais, l'École Supérieure d'Art et de Design d'Amiens (ESAD) et l'École supérieure de chimie organique et minérale de Compiègne (ESCOM) ont signé des conventions d'association avec l'Université de Picardie Jules Verne (UPJV). Les grands établissements de recherche (CNRS, INSERM, INRA), les Etablissements Publics à caractère Industriel et Commercial (EPIC) présents dans la région (INERIS, CETIM) et le CHU ont manifesté leur intérêt pour cette association, soutenue par le Conseil régional de Picardie.

### Un institut de mécatronique avec le CETIM

Lancé en 2009 en partenariat avec le Centre Technique pour les Industries Mécaniques (CETIM), l'institut de Mécatronique a pour but de favoriser la recherche et l'enseignement dans le domaine de la mécatronique. En étroite association avec le monde industriel, en particulier avec l'association ARTEMA (syndicat des industriels de la Mécatronique). Une **chaire thématique d'enseignement et de recherche a été lancée sur l'hydraulique de puissance.**

### Une chaire de mécanique avec la Picardie

La Chaire Mécanique Picardie représente un moyen d'expression de l'UTC pour sa vision stratégique et met en lien trois missions dans le domaine de la mécanique : la formation, la recherche et l'innovation. Cette chaire va consolider les interactions entre les équipes du laboratoire de mécanique **Roberval** et le laboratoire d'électromécanique de Compiègne (**LEC**) et **augmenter la visibilité et le rayonnement de leurs travaux.** Elle va également permettre d'étendre les activités de formations et de développer de nouveaux partenariats industriels.

#### La recherche à l'UTC c'est :

- > la technologie : "une manière de poser les questions"
- > l'interdisciplinarité : "une manière d'y répondre"
- > avec l'entreprise : "une manière de travailler"

\* Université Pierre et Marie Curie (UPMC), Université Paris-Sorbonne, UTC, Institut européen d'administration des affaires (INSEAD), Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN), Centre international d'études pédagogiques (Ciep), Pôle supérieur de Paris Boulogne-Billancourt (PSPBB)

\*\* Centre national de la recherche scientifique (CNRS), Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm), Institut national de recherche en informatique et automatique (Inria), Institut de recherche pour le développement (IRD).

### Institut Universitaire d'Ingénierie pour la Santé (IUIS) avec Sorbonne Universités

L'IUIS a pour objectif de favoriser l'interdisciplinarité (interactions ingénierie/médecine) grâce à une structure fédérative d'équipes implantées dans des services hospitaliers et des laboratoires de recherche de l'UTC et de l'UPMC (UFR de médecine et UFR d'ingénierie). La **chaire thématique e-BioMed (développement d'outils biomédicaux connectés pour la télémédecine)** entre dans le cadre de l'IUIS de la COMUE Sorbonne Universités.

### Des projets de recherche avec l'Institut Faire Faces (IFF) avec l'Université de Picardie Jules Verne

L'UTC est un des principaux partenaires de l'Institut Faire Faces, imaginé en 2009 par le professeur Bernard Devauchelle pour devenir un pôle d'excellence dédié à la défiguration. L'UTC l'accompagne dans de nombreux projets de recherche et de formation dans les domaines de la modélisation biomécanique, la simulation des mouvements du visage, les biomatériaux, l'ingénierie tissulaire.

### Un pôle européen de chimie verte

L'UTC et l'École Supérieure de Chimie Organique et Minérale (ESCOM) se sont rapprochées en 2008 dans la constitution d'un pôle européen de recherche et de formation dans le domaine de la chimie verte. Enjeu : mener des activités de formation et de recherche dans les domaines de la conception, du développement et de l'élaboration de produits et procédés chimiques dans un souci de développement durable.

### Des laboratoires communs en France et à l'international

L'UTC a en outre des laboratoires communs avec des partenaires de référence. Quelques exemples :

- Laboratoire d'hydraulique numérique (LHN) et équipe mixte (PHEBUS) sur la **modélisation, cartographie, et gestion énergétique pour l'aménagement des villes portuaires et fluviale**, avec le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA),
- Laboratoire UTC/Suez SIME sur les **systèmes intelligents appliqués aux métiers de l'eau**,
- 1<sup>ère</sup> unité mixte internationale franco-mexicaine (UMI) sur **l'automatique, le contrôle des systèmes et l'informatique**,
- **Complexity** : laboratoire de recherche franco-chinois avec l'Université de Shanghai, dans le cadre du campus UTseuS, 1<sup>er</sup> en date et en taille à Shanghai, sur le **thème de la ville durable**.

## DES INVESTISSEMENTS D'AVENIR

En support de ses laboratoires et des deux pôles de compétitivité dans lesquels elle joue un rôle majeur, l'UTC était candidate aux investissements d'avenir, qui consacrent 21,9 Mds d'€ à l'enseignement supérieur et la recherche et lauréate d'un nombre important en raison de sa taille.

L'objectif consistait à porter des projets de recherche et d'innovation dans plusieurs filières d'avenir :

- une **Initiative d'excellence (IDEX)** : SUPER avec ses partenaires de la COMUE Sorbonne Universités : Paris II, Paris IV, Paris VI, Musée National d'Histoire Naturelle, INSEAD et UTC,
- un Institut pour la transition énergétique (ITE) : Pivert, sur la **chimie du végétal**,
- un Institut de Recherche Technologique (IRT) : RAILENIUM, dédié au **ferroviaire**,
- un Laboratoire d'excellence (Labex) : MS2T sur la maîtrise des **systèmes de systèmes**,





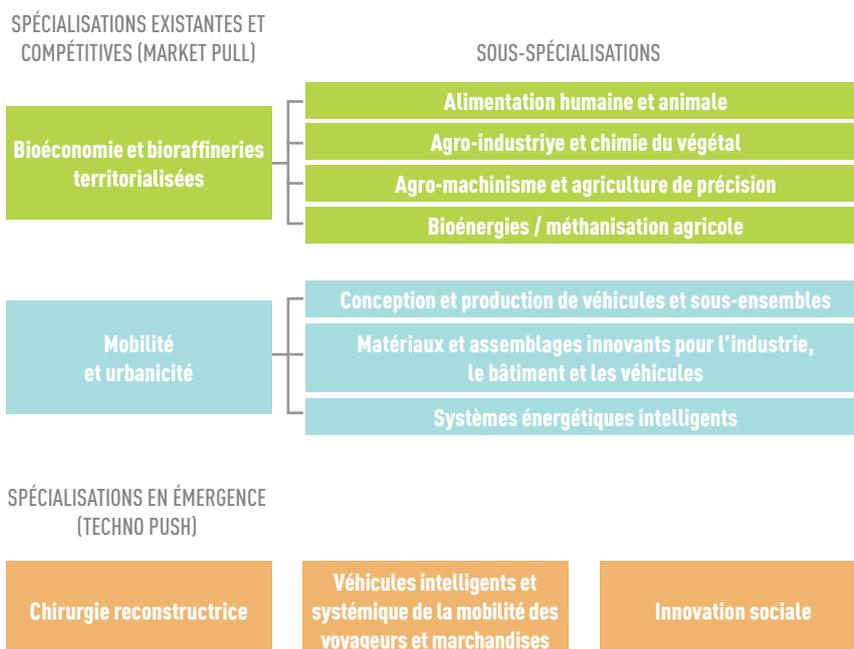
Laboratoire BMBI

- deux équipements d'excellence (Équipex) : Figures, au service de la **reconstruction faciale** et Robotex sur la **robotique**,
- une Société d'accélération du transfert de technologie (SATT) : LUTECH, comme "**filtre aux projets d'innovation**",
- une Initiative d'Excellence en Formations Innovantes (IDEFI) : InnovENT-E, enseignement supérieur et PME, un même objectif : la **formation à l'innovation et à l'export**.

## STRATÉGIE RÉGIONALE DE L'INNOVATION EN PICARDIE

Dans le cadre du nouveau programme européen pour la recherche et l'innovation, dont l'objectif est de financer des projets interdisciplinaires et de répondre aux défis économiques et sociétaux, l'UTC marque son ancrage territorial à travers sa forte participation à la politique régionale de recherche.

S'appuyant sur le triptyque formation / recherche / entreprise, le plan stratégique pour l'innovation en Picardie s'organise autour de spécialisations et s'articule en sous-spécialisations.



Modélisation des systèmes urbains

Aménagement urbain durable

Vulnérabilités environnementales

Physique urbaine

Énergies renouvelables

# AVENUES EA 7284

MODÉLISATION MULTI-ÉCHELLES ET MULTI-PHYSIQUES DES ESPACES BÂTIS

L'équipe de recherche Avenues a été labellisée en janvier 2012 (Équipe d'Accueil EA 7284). Les enseignants-chercheurs de l'équipe sont fortement impliqués dans la formation d'ingénieurs UTC en Génie des Systèmes Urbains (GSU) et assurent ainsi la cohérence et la complémentarité entre la formation et la recherche en modélisation urbaine.

## OBJECTIFS

L'axe général des travaux menés par l'équipe de recherche Avenues concerne la modélisation multi-échelles et multi-physiques des espaces bâtis en adoptant différentes démarches systémiques et pluridisciplinaires d'aide à la décision pour les projets d'aménagements de villes durables.

Ce positionnement scientifique de modélisation aux différentes échelles de la ville nécessite des compétences en sciences de l'ingénieur (génie civil et urbain, énergétique, équipements, réseaux) et en aménagement, architecture et urbanisme pour prendre en compte les enjeux environnementaux, la construction



Retrouvez les vidéos du laboratoire Avenues sur : <http://webtv.utc.fr>  
Nos séries > Les laboratoires de recherche

[avenues@utc.fr](mailto:avenues@utc.fr)  
[www.utc.fr](http://www.utc.fr) > Laboratoires  
> Avenues

durable et les impacts du changement climatique. Les travaux menés visent également à analyser et à réduire la vulnérabilité des biens et des personnes en milieu urbain.

## ÉQUIPES ET THÈMES DE RECHERCHE

Deux thèmes complémentaires sont définis :

### Vulnérabilité environnementale et planification urbaine

Ce thème concerne plus particulièrement les interactions entre le territoire urbanisé et son environnement naturel. L'objectif est d'apporter aux responsables locaux des outils d'aide à la planification et à la décision dans un contexte réglementaire (Plans communaux de sauvegarde, PLU, ...). Des travaux particuliers portent sur les méthodologies et outils de gestion des crises dues à des aléas naturels ou technologiques et impactant les territoires urbains.

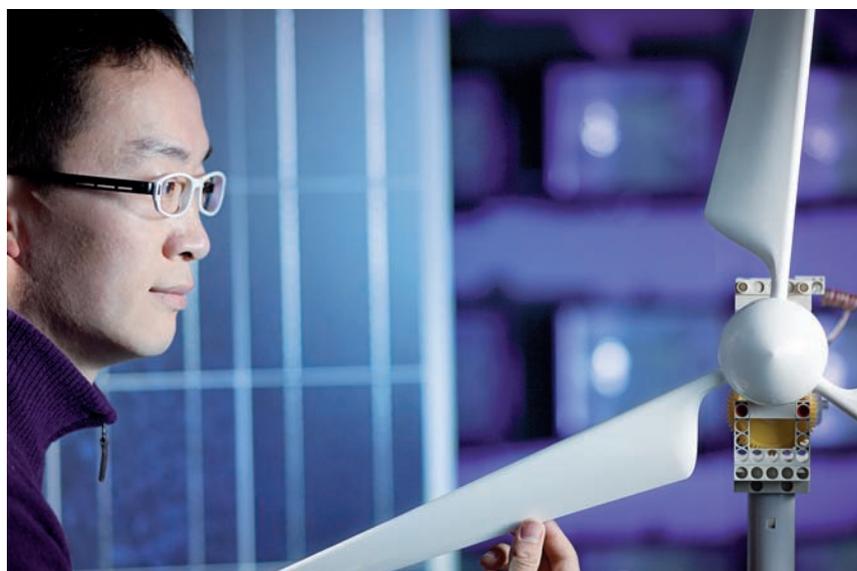
### Conception et optimisation énergétique des espaces bâtis

Dans le contexte des villes denses et durables, le second thème se concentre sur le développement de méthodes et d'outils permettant d'accompagner les projets architecturaux et urbains dans leurs aspects énergétiques et environnementaux, depuis les premières ébauches jusqu'à l'évaluation des performances et des ambiances résultantes. Les compétences particulières dans ce thème sont la quantification de l'énergie solaire en milieu urbain, la modélisation des ambiances acoustique et lumineuse, l'optimisation de puissance électrique obtenue par les énergies renouvelables de type panneaux photovoltaïques et éoliennes urbaines en site isolé, la gestion technique des patrimoines immobiliers.

Deux plate-formes expérimentales sont également développées et utilisées en rapport avec les énergies renouvelables en milieu urbain : **PLER** (système isolé et sécurisé de production locale multi-sources d'électricité) et **GISOL** (matériel pour la quantification d'énergie solaire).

## PARTENARIATS

Les relations établies avec les chercheurs de l'UTC et de l'extérieur permettent la réalisation de programmes (régionaux, nationaux et européens) et de contrats



de recherche avec des partenaires institutionnels et des industriels venant des secteurs de l'aménagement du territoire ou de la construction (Agglomération de Toulouse, EDF, RATP).

Une collaboration avec le CEREMA fait l'objet de l'équipe commune PHEBUS (Physique urbaine, cartographie et gestion énergétique des villes maritimes et fluviales).

Des collaborations internationales existent avec l'École de technologie supérieure de Montréal (Département de Génie de la Construction), l'École polytechnique fédérale de Lausanne, l'Université polytechnique de Catalogne, l'Université de Concepcion au Chili, l'Universitas Indonesia à Jakarta, l'Université Fédérale de Rio de Janeiro, l'Université de Shanghai dans le cadre du laboratoire Complexity qui associe différentes équipes de recherche de l'UTBM, de l'UTC et de l'UTT.

Créé à l'initiative du Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, le groupement d'intérêt scientifique « Modélisation urbaine » a pour objet de faire converger, à l'échelon national, les besoins entre les mondes de la recherche, de l'ingénierie, de la maîtrise d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre dans le champ de la modélisation urbaine, depuis la gouvernance et la conception des villes jusqu'à leur exploitation.

## PROJETS DE RECHERCHE

### Projet Région Picardie

Le projet GEO-ECOHOME (Gestion, Optimisation et Conversion des énergies pour Habitat autonome) vise à développer (et à expérimenter) des solutions technologiques innovantes dans le but d'**améliorer le rendement énergétique des systèmes à énergies propres**. Dans le secteur du bâtiment, nous proposons à travers ce projet un système multi-sources dédié à l'habitat. Ces travaux pourront s'étendre à des profils de consommation de puissance plus importants.

### Projet PIA ADEME Bâtiments et îlots performants

Noctiled pour l'**amélioration des performances optiques** (adaptation à la vision de nuit et crépusculaire) **et énergétiques** avec des produits basés sur la **technologie des LED**.

### Projets Sorbonne Universités

Modif Senlis est l'**analyse architecturale numérisation et modélisation structurale de la flèche de la cathédrale gothique Notre Dame de Senlis** en collaboration avec le laboratoire Roberval de l'UTC et le centre André Chastel de l'université Paris IV Sorbonne dans le cadre de la COMUE Sorbonne Universités.

Le projet de recherche Partless s'intéresse aux **impacts négatifs des particules sur la santé des populations exposées et sur les équipements en milieu urbain dense**, puis aux leviers permettant d'en atténuer l'émission ou les effets aux différents maillons de la chaîne de production et de propagation de ces particules. Ces réflexions et travaux à l'échelle de la ville s'appuieront sur le cas de Paris Île-de-France et seront comparés avec celui de Rio de Janeiro Métropole, en collaboration avec des chercheurs brésiliens.

## VALORISATION

Les chercheurs et doctorants contribuent au développement du **logiciel OSIRIS (pour la gestion des crises et des risques naturels et technologiques)**.

Plusieurs **start-up** ont été créées à la suite de prix remportés dans des compétitions internationales d'écoles d'ingénieur, comme, par exemple, tbmaestro, où des diplômés de l'UTC modélisent des parcs d'actifs physiques - bâtiments et infrastructures urbaines - pour en proposer une gestion optimale aux organisations publiques et privées, aux collectivités territoriales et à l'État.

## PLER : VERS LA VILLE INTELLIGENTE

MICRO-RÉSEAUX INTELLIGENTS À L'ÉCHELLE D'UN BÂTIMENT, D'UN QUARTIER OU D'UNE VILLE

La production d'électricité décentralisée se développe de manière significative et le système connecté au réseau est proposé dans la plupart des applications. Cependant, le caractère intermittent et aléatoire des énergies renouvelables photovoltaïque et éolienne reste un problème pour leur intégration dans le réseau public : fluctuations de tension et/ou de fréquence, pollution harmonique, gestion difficile des charges, etc. Les zones urbaines ont un grand potentiel pour le développement intense de ces énergies renouvelables. Afin d'augmenter leur niveau d'intégration et d'obtenir un réseau électrique robuste, le réseau intelligent pourrait résoudre des problèmes de pics de consommations, de gestion optimale d'énergie et de maîtrise de la demande. Ce réseau est conçu principalement pour assurer l'échange d'informations sur les besoins du réseau et sa disponibilité, et aider à l'équilibrage des puissances en évitant une injection indésirable et en réalisant le lissage des charges pendant les heures de pointe. Concernant les services réseau (régulations techniques du réseau public), pour une meilleure décentralisation de la production, les micro-réseaux ont une place importante. Un micro-réseau comporte un système multisources constitué de sources renouvelables, de systèmes de stockage d'énergie et des charges réglables/délestables. Un contrôleur du micro-réseau permet la connexion au réseau électrique intelligent et assure le contrôle de la tension, l'équilibre des puissances, le partage ou le délestage des charges, et prend en compte les contraintes du réseau public transmises par un bus de communication. A l'échelle urbaine, le micro-réseau intégré au bâtiment proposé par le projet PLER devient une solution pour l'auto-alimentation des bâtiments et l'injection contrôlée du surplus d'électricité. L'objectif de cette recherche est de concevoir et développer un système de gestion intelligente d'énergie électrique qui optimise les transferts de puissance au sein d'un micro-réseau, s'adaptant aux conditions imposées par le réseau public grâce au bus de communication du réseau intelligent, et tenant compte des contraintes diverses afin de minimiser la consommation d'énergie en provenance du réseau public. L'application principale est représentée par les bâtiments tertiaires. L'interface entre le réseau électrique intelligent et le micro-réseau proposé traite des stratégies optimisées de contrôle de la production et la gestion de la demande d'énergie et répond aux problèmes du réseau électrique tels que les pics de consommation et les injections indésirables. Le verrou scientifique principal réside dans la difficulté d'optimisation globale liée aux risques de décalage entre prédictions et réalité d'exploitation, d'une part, et la nécessité de prendre en compte des contraintes imposées par le réseau public, d'autre part. Les résultats des tests expérimentaux prouvent la faisabilité technique et valident la conception.

Le réseau intelligent pourrait résoudre des problèmes de pics de consommations, de gestion optimale d'énergie et de maîtrise de la demande.



Biomécanique des solides  
et des fluides

Nanobiotechnologies  
et Microfluidique

Organes bioartificiels

Système  
musculosquelettique

Système cardiovasculaire

# BMBI

UMR UTC-CNRS 7338

## BioMÉCANIQUE ET BioINGÉNERIE

Les études du laboratoire biomécanique et bioingénierie de l'UTC porte sur la mécanique du vivant et l'ingénierie de la santé. Elles ont pour objectifs la compréhension des fonctionnements et des mécanismes des systèmes vivants à l'échelle systémique, organique et tissulaire, dans le but d'améliorer la qualité de la vie de l'homme. Spécificité unique en France, la pluridisciplinarité de l'équipe de recherche permet une approche système des sujets d'étude avec pour leitmotiv "comprendre pour faire".

## OBJECTIFS

Comprendre le **fonctionnement** et les **mécanismes** de systèmes vivants à **différentes échelles** :

- du système (cardiovasculaire, squelettique, musculaire),
- de l'organe (coeur, os, muscle, ...),
- des tissus, des cellules, des molécules associés aux organes, système étudié.



Retrouvez les vidéos  
du laboratoire  
BMBI sur :  
<http://webtv.utc.fr>  
Nos séries >  
Les laboratoires  
de recherche

[bmbi@utc.fr](mailto:bmbi@utc.fr)  
[www.utc.fr](http://www.utc.fr) > Laboratoires  
> BMBI  
(visite hypermédia)

Ces connaissances aboutissent à la **compréhension** des pathologies et au développement d'organes bioartificiels, d'outils de diagnostic et d'évaluation de traitements médicaux des pathologies.

Ces objectifs se combinent dans un souci d'amélioration de la qualité de la vie de l'Homme (de la naissance à la sénescence).

## ÉQUIPES ET THÈMES DE RECHERCHE

Ses activités de recherche sont regroupées autour de **quatre équipes thématiques** recouvrant les différentes échelles : nanoscopiques, micro et macroscopiques et approche système :

- Cellules Biomatériaux Bioréacteurs (C2B)
- Interaction Fluides Structures Biologiques (IFSB)
- Caractérisation Multiéchelle et Modélisation Mécanique (C3M)
- Neuromécanique et Signaux Électrophysiologiques (NSE)

et **trois thèmes transversaux** émergents se reposant sur des **plateformes technologiques associées** :

- Nanosciences Interface Biologie (NanoInBio)
- Microfluidique et Microsystèmes Cellulaire (MMC)
- Système NeuroMusculosquelettique (SyNeMus)

## PROJETS DE RECHERCHE

Le laboratoire BMBI est membre du Labex MS2T et de l'Équipex Figures. Il contribue, en partenariat avec d'autres laboratoires de l'UTC, des partenaires académiques en France et à l'étranger, au développement de l'ingénierie pour la santé, les nanosciences, nanotechnologies, matériaux et nouvelles technologies de production, comme Virtual Physiological Human (VPH), Ambient Assisted Living (AAL), ... pour exemple :

### Projets Région Picardie

SIMOVl vise à **analyser les mouvements faciaux**, c'est à dire la mimique faciale, et à proposer après avoir identifié les mouvements pertinents (représentatifs par leur qualité essentielle dans l'expression et la fonction) une **modélisation biomécanique**. Ce projet est réalisé en collaboration avec le laboratoire Roberval de l'UTC et l'équipe de chirurgie maxilo-faciale du CHU d'Amiens.

TRIM a pour objet la **caractérisation multi-échelles du tissu musculaire chez la souris TIEG1**, en collaboration avec la Mayon Clinic Foundation (Rochester, NY USA).

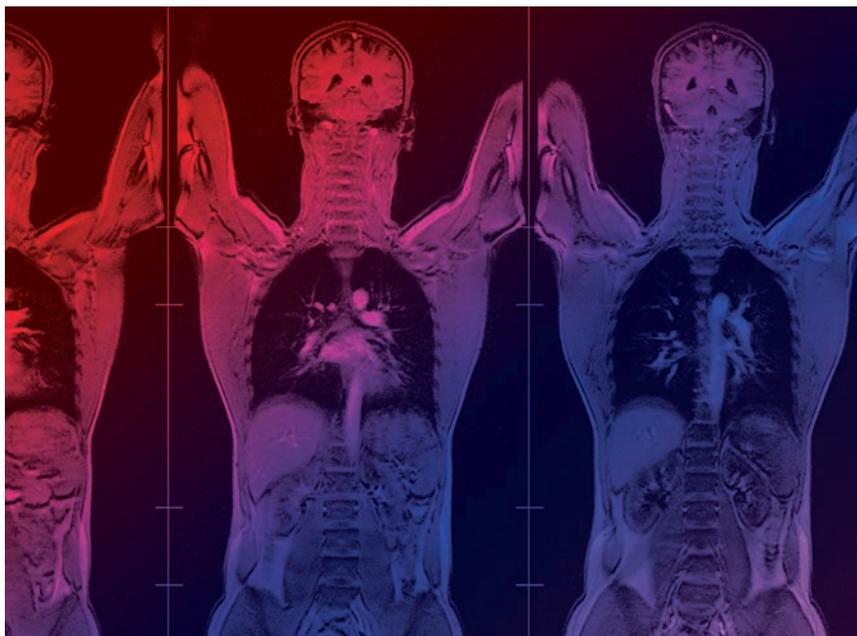
### Projets ANR

FibriDerm développe des **réseaux interpénétrés de fibrine pour la construction d'équivalents de peau humaine chez les grands brûlés**. Ces matériaux sont capables de servir de support de croissance cellulaire, ils constituent donc une base particulièrement intéressante pour la régénération tissulaire.

CCDIM (Cultures Cellulaires Dynamiques Intégrées en Microsystèmes) développe un **boîtier de biopuces microfluidiques parallélisées pour des applications industrielles de criblages**. Ce boîtier nécessite un réseau d'industriels partenaires qui pourraient, d'une part, intervenir dans les développements du boîtier et d'autre part tester sur sites le boîtier mis en place.

### Projet DGA

Nerval consiste en la **réinnervation des tissus cutanés après brûlures**. Ce travail devrait permettre d'envisager de nouvelles voies thérapeutiques destinées à induire une repousse axonale fonctionnelle afin de restaurer une sensibilité cutanée satisfaisante.



### Projet Européen

BIOART développe un **prototype de dispositifs de rein artificiel permettant l'élimination prolongée/continue de toxines urémiques**. Ce prototype de dispositifs de rein bio-artificiel utilise des cellules épithéliales rénales humaines pour l'élimination des toxines urémiques et l'autre prototype des dispositifs de bioréacteurs pour assurer la viabilité et les fonctions des hépatocytes.

Au travers des **investissements d'avenir**, le laboratoire développe :

- la rééducation fonctionnelle, les systèmes biomimétiques, micro-nano biotechnologies comme des organes bioartificiels, pour le **Labex MS2T**.
- la modélisation biomécanique en vue d'une planification chirurgicale et rééducation fonctionnelle, le développement d'implants, l'ingénierie tissulaire pour la reconstruction osseuse, faciale... dans le cadre de l'**Équipex FIGURES**.
- l'assemblage des lipides comme les formulations et nanostructures dans le programme de recherche précompétitif Genesys qui vise à déterminer les bases de la bio-raffinerie oléagineuse du futur au sein de l'**ITE Pivert**.

### Projets ITE Pivert, programme Genesys

AMPHISKIN, développe, en partenariat avec le laboratoire TIMR de l'UTC, une **bioraffinerie à base de plantes oléagineuses qui doit conduire à l'obtention de nouvelles molécules**. Pour leurs applications potentielles, il est nécessaire de caractériser leurs propriétés et l'interaction de ces molécules avec différents matériaux, en particulier des surfaces biologiques, reflétant le contact de ces molécules avec la peau.

CYCLOVECT dont l'objectif est d'**augmenter l'efficacité de vectorisation de médicaments**. Ces travaux contribueront à accroître l'attractivité du programme Genesys vis-à-vis des partenaires industriels intéressés par les propriétés de vectorisation (cosmétique, pharmaceutique, imagerie médicale).

GLYCOBIOCIDE-BICAT a pour objectif la **synthèse de glycodérivés bicaténaires et l'évaluation de leur potentiel biocide et d'autoassemblage**.

### Projet Sorbonne Universités

Le but du projet MecaMusTen est de **synthétiser in vitro un modèle de tendon**, avec de fortes propriétés mécaniques utilisables en thérapie afin de comprendre la réponse cellulaire aux stimuli mécaniques.

## PARTENARIATS

### Partenariats académiques

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), Centre national d'études spatiales (CNES), Chimie ParisTech (ENSCP), École nationale supérieure des ingénieurs en arts chimiques et technologiques (ENSIACET), Institut National de l'Environnement Industriel et des risques (INERIS), Institut national de la recherche agronomique (INRA), Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM), Institut Polytechnique LaSalle Beauvais, Systèmes et applications des technologies de l'information et de l'énergie (SATIE), Centre Européen de Résonance Magnétique Nucléaire, université des sciences et technologies de Lille, Université de Picardie Jules Verne, Université Pierre et Marie Curie...

### Institut Universitaire d'Ingénierie pour la Santé (IUIS)

L'IUIS a pour objectif de favoriser l'interdisciplinarité (notamment les interactions ingénierie/médecine) grâce à une structure fédérative d'équipes implantées dans des services hospitaliers et les laboratoires de recherche de l'UTC et de l'UPMC (UFR de médecine et UFR d'ingénierie). La chaire thématique e-BioMed (développement d'outils biomédicaux connectés pour la télémédecine) entre dans le cadre de l'IUIS, institut de de la COMUE Sorbonne Universités.

### Partenariats internationaux

Europe (Allemagne, Autriche, Belgique, Espagne, Finlande, Hongrie, Islande, Pays Bas, Royaume-Uni, Suisse), Liban, États-Unis, Brésil, Canada, Asie (Chine, Japon, Singapour)...

### Partenaires Hospitaliers

CH Compiègne, Polyclinique Saint Côme, CHU Amiens, CHU Robert Debré, CHU Rennes, CHU Nantes, Mayo Clinic (États-Unis), Royal Free Hospital (Royaume-Uni)...

### Partenariats industriels

BIC, Cornéal, Décathlon, Fresenius, Medtronic, Stryker Tefal, Abiomed, Thor,...

### Partenariats privés

Fondation Motrice, Association Française de Myopathie (AFM), Fédération Française de Rugby (FFR)...

### Pôles Régionaux/Nationaux

Autonomie de la Personne, Handicap, Vieillessement, IFF (Institut Faire Faces).



## ERM : ÉLASTOGRAPHIE PAR RÉSONANCE MAGNÉTIQUE

Démarrée  
avec les rayons X,  
l'exploration non invasive  
du corps humain n'a  
cessé de s'étendre grâce à  
l'échographie, au scanner, à  
l'Imagerie par Résonance  
Magnétique (IRM)

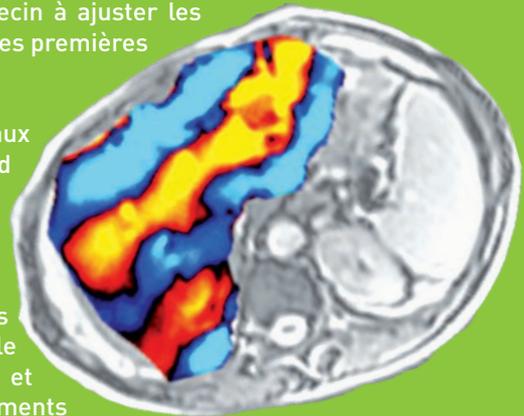
L'homme transparent... C'est peu à peu ce que les physiciens et les médecins vont réussir à atteindre. Démarrée avec les rayons X, l'exploration non invasive du corps humain n'a cessé de s'étendre grâce à l'échographie, au scanner, à l'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM).

Sabine Bensamoun, physicienne au sein du laboratoire de BioMécanique et Bio-Ingénierie (BMBI) de l'UTC, s'est passionnée pour la biomécanique sur les tissus osseux et musculaires. « Je travaille sur des données obtenues en couplant des vibreurs acoustiques à un appareil d'IRM, explique-t-elle. L'IRM, seule, donne une image anatomique de l'organe. L'Élastographie par Résonance Magnétique donne des indications sur ses propriétés mécaniques. »

« Lors d'une ERM, l'appareil d'IRM enregistre la vitesse de transmission des vibrations émises à travers le tissu observé. Plus la vitesse est rapide, plus le tissu est dur. » Sabine Bensamoun a travaillé deux ans aux États Unis, à la célèbre Mayo Clinic, intéressée par cette technique qui permet d'éviter les biopsies, notamment dans les cancers du foie.

Revenue en France, elle a lancé une étude avec le centre hospitalier de Compiègne pour suivre les malades alcoolo-dépendants. Savoir à quel état de fibrose se trouve le foie aide le médecin à ajuster les traitements. « Nous sommes également une des premières équipes à avoir publié sur le rein. »

L'équipe de l'UTC s'est aussi intéressée aux muscles. « Étudier la dureté du muscle quand il se contracte est un moyen de savoir s'il fonctionne normalement. » Des travaux ont démarré avec le soutien de l'Association Française contre la Myopathie, maladie qui atrophie les muscles. « Nous constituons une base de données qui regroupera le comportement musculaire d'enfants sains et d'enfants malades. Le jour où des traitements arriveront, cette base de données permettra de caractériser l'état de la maladie pour chaque patient et d'adapter au mieux la thérapie. Nous allons travailler aussi auprès d'enfant IMC (Infirmes Motrices Cérébrales) qui souffrent de rétractations des muscles. »



De l'enfant, les études se sont tout naturellement élargies aux adultes, puis aux seniors et au quatrième âge, toujours pour constituer des bases de données. À terme, ce sera un moyen de savoir si les personnes âgées risquent de chuter en raison d'un affaiblissement musculaire non détectable à l'examen clinique.

## TOXICOLOGIE PRÉDICTIVE

Il ne se passe pas de semaines sans que l'on s'inquiète des effets toxiques sur la santé de telle ou telle molécule. Pour encadrer la mise sur le marché de toute nouvelle substance et rassurer les populations, l'Union Européenne a imposé, en 2006, aux entreprises, via la directive européenne REACH, d'évaluer les risques des substances chimiques qu'elles produisent ou importent. C'est la toxicologie prédictive.

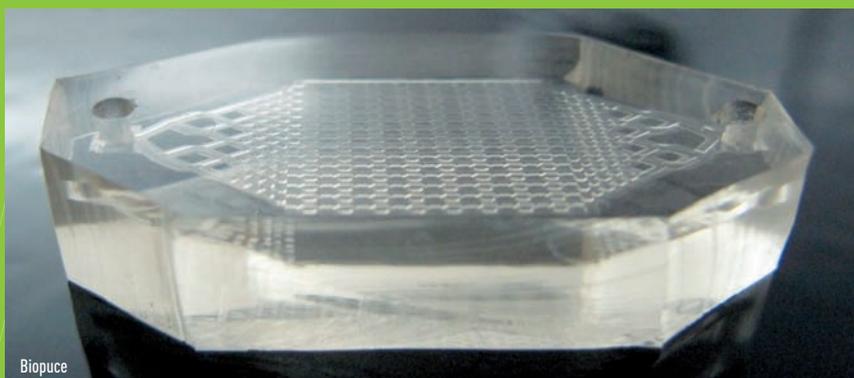
Comment faire ces contrôles ? « On peut tester la molécule sur l'animal : c'est coûteux et cela pose un problème éthique », explique Éric Leclerc, du laboratoire de BioMécanique et Bio-Ingénierie (BMBI) de l'UTC. On peut aussi réaliser des tests in vitro dans des boîtes de Pétri ou utiliser des modèles mathématiques qui prédisent, à partir d'équations, l'apparition et la disparition de la molécule dans l'organisme.

Pour dépasser les limites de ces techniques, l'équipe d'Éric Leclerc a eu l'idée d'utiliser des bioréacteurs qui se présentent sous la forme de petits circuits imprimés dans un bloc polymère. Au cœur de ces circuits sont disposées des cellules de foie, de rein, etc. « L'objectif est de reproduire la physiologie des tissus et leurs interactions. » Le dessin du circuit va changer en fonction des liens que l'on étudie. Une fois le bioréacteur prêt, on y perfuse la molécule étudiée et l'on étudie sa transformation après passage dans les micro-organes, comme un micro-foie, un micro-rein.

Ces bioréacteurs, également appelés biopuces, ont l'avantage d'être proches de la réalité. « Contrairement à leur situation dans les boîtes de Pétri, les cellules enfermées dans les bio réacteurs sont contraintes : elles poussent dans les trois dimensions, souligne Éric Leclerc. Et l'on peut créer des interactions multi-organes. »

Le bioréacteur permet d'alimenter des modèles mathématiques poussés qui limitent d'autant les essais sur les animaux « indispensables pour la validation finale. » On peut aussi jouer sur l'âge des cellules intégrées dans le bioréacteur et y mettre des cellules de fœtus, de jeunes, d'adultes ou de personnes âgées. « Nous travaillons également avec l'Ineris (Institut national de l'environnement industriel et des risques) pour établir des modèles mathématiques utilisés dans des analyses de pesticides, de perturbateurs endocriniens, de polluants industriels contenus dans des fumées ou dans des solvants.

L'objectif est de reproduire la physiologie des tissus et leurs interactions



Biopuce



Dispositifs numériques  
Sémiotique des interfaces  
Capitalisme cognitif  
Dispositifs tactiles  
Suppléance perceptive  
Innovation ascendante  
Cartographie du web

# COSTECH

EA 2223  
CONNAISSANCE, ORGANISATION ET SYSTÈMES TECHNIQUES

L'unité de recherche Costech est une équipe d'accueil pluridisciplinaire regroupant des chercheurs travaillant sur les relations Homme / Technique / Société, dont l'objectif est la description, l'analyse, la modélisation et la conception des interactions outillées dans les systèmes complexes, sociaux et techniques. Au croisement des sciences pour l'ingénieur, de la philosophie et des sciences humaines et sociales (sciences cognitives, sciences économiques et de gestion, sciences de l'information et de la communication), elle interroge le phénomène technique dans sa dimension constituante des expériences humaines et des pratiques sociales.

## OBJECTIFS

Costech combine une recherche conceptuelle ambitieuse et non conventionnelle avec le souci de mise à l'épreuve dans des réalisations techniques, organisationnelles et sociétales. Y sont abordés notamment :

- les dispositifs numériques, leurs usages et les nouvelles pratiques sociales interactives,



Retrouvez les vidéos  
du laboratoire  
Costech sur :  
<http://webtv.utc.fr>  
Nos séries >  
Les laboratoires  
de recherche

[costech@utc.fr](mailto:costech@utc.fr)  
[www.utc.fr](http://www.utc.fr) > Laboratoires  
> Costech

- les conditions corporelles, sociales et techniques des théories sur l'expérience de la consommation, genèses expérientielles situées et instrumentées, individuelles et/ou collectives,
- les nouvelles formes de coordination économique et sociale à l'ère des réseaux numériques et du capitalisme de régime cognitif.

Au sein de Costech, les technologies sont à la fois les objets et moyens de nos recherches. Nous participons à la réalisation de dispositifs concrets : design d'interfaces et de dispositifs de couplage, participation aux processus d'innovation, mise en place de dispositifs pédagogiques ou participatifs, développement de stratégies de valorisation.

## ÉQUIPES ET THÈMES DE RECHERCHE

Le laboratoire Costech est constitué de **trois groupes de recherche interdisciplinaires** :

- Recherche Cognitive et Design de l'Énaction (Cognitive Research and Enaction Design : CRED),
- Coopération, Risque, Innovation (CRI),
- Étude des Pratiques Interactives du Numérique (EPIN).

Costech participe particulièrement à trois axes transversaux :

Les « **Care Technologies** » sont toutes les technologies qui participent à l'attention et au soin porté à autrui. Elles concernent les supports techniques des liens sociaux (démocratie électronique, littératie numérique, genre et technologie, responsabilité écologique, serious games...) et les technologies qui supportent le soin à autrui dans la santé (e-santé et télésurveillance, suppléance perceptive de systèmes d'aide pour les personnes handicapées, cartographie dynamique des systèmes de soins, ...).

### Intelligence des données

Depuis les masses de données elles-mêmes (le big data et son satellite l'open data), en passant par le data analytics et le data intelligence (processus de traitement de l'information) jusqu'à la figure montante du data scientist qui annonce peut-être une nouvelle "science" hybride gouvernée par des hypothèses et des expérimentations mais aussi par une méthodologie inductive (data driven) de découverte de patterns statistiques - voire de "connaissances" (knowledge discovery) - exploitables sous forme de nouveaux services par les géants de l'information.

### Synergies numériques

La généralisation des usages de l'informatique dans les pratiques et interactions sociales autant que la multiplication des nouveaux dispositifs socio-techniques dits "numériques", dont l'usage social fait appel à des compétences partiellement informatiques, hybridées à celles des arts, lettres, sciences humaines et sociales, entraînent des transformations profondes dans plusieurs domaines : la définition et l'identification des catégories professionnelles (métiers, statuts, formations...).

## PROJETS DE RECHERCHE

Costech est engagé dans de **nombreux projets de recherche** - à financements publics ou privés - et dans des projets de développement technologiques :

### Projets Région Picardie

Le **développement de systèmes de suppléance perceptive pour aveugles** avec ITOIP (Interactions Tactiles pour l'OrientatIon, l'InformatIon et la Présence) Portintertact (Portail internet tactile) et Spacei (suppléance perceptive pour l'attention conjointe dans les espaces d'interaction numériques).



Le développement de dispositifs tactiles pour la conception préliminaire collaborative avec la **table tactile multi-utilisateur** (Tatin) ou la **Table de Travail Interactive** - Plateforme Intelligente de Conception (Tatin-Pic, en collaboration avec le laboratoire Heudiasyc de l'UTC).

PRECIP, en collaboration avec des enseignants du secondaire sur **l'écriture numérique comme objet d'enseignement** qui peut être multimédia, interactive ou encore collaborative.

### Projet ANR

**L'écriture numérique et la création numérique** avec le ENEID, (Éternités numériques). Les identités numériques post mortem et les usages mémoriaux innovants du web au prisme du genre.

Costech contribue aux **programmes d'investissements d'avenir** avec :

### Projet Bpifrance

L'empreinte numérique avec le projet Dynamicité, en partenariat avec l'université de Shanghai pour **comprendre les spécificités de Paris et Shanghai au travers des données numériques** et mettre en évidence les meilleures opportunités de valorisation de ces données en recoupant des informations issues des réseaux sociaux, entre autres. Ce projet est en collaboration avec Linkfluence qui assure la captation des données et Xerox, leur analyse.

Costech travaille avec la **pépinière** qui accueille les projets en voie d'autonomisation élaborés en partenariat avec la recherche. Ces projets sont ensuite pris en charge par le centre d'innovation de l'UTC (projet Feeltact).

Ses activités de recherche se coordonnent autour d'**ateliers interdisciplinaires** dits "de traduction", de **séminaires de doctorants**, de **séminaires annuels Phiteco** (Philosophie, Technologie et Cognition), OI2 (Organisation, Innovation, International), DD-Reset (Développement Durable et Technologie), CCT (Communication des Connaissances Technologiques) et de la **plate-forme philosophie des techniques**.

## PARTENARIATS ET VALORISATION

Le **Groupe d'intérêt scientifique (GIS) "Unité des Technologies et des Sciences de l'Homme"** regroupe quatre établissements d'enseignement supérieur et recherche en technologie : l'Institut Polytechnique LaSalle Beauvais et le groupe des universités de technologie (UTBM, UTC et UTT). Le GIS vise à promouvoir une recherche et un enseignement de sciences humaines et sociales en technologie.

Costech a un partenariat étroit avec des **spin-offs du laboratoire** : Linkfluence, Intellitech, Cooprex, Novitact... ainsi qu'avec des partenaires tels que : Oxylane, EDF, IRCAM, Ineris, Orange Lab., Cité des Sciences et de l'Industrie, CNES, Association Décider Ensemble, Commission Nationale du Débat Public...

## SUPLÉANCE COGNITIVE

Dans un monde d'ingénieurs, Charles Lenay et l'équipe Costech (Connaissance, organisation et Systèmes Techniques) apportent les sciences humaines et sociales. Savoir ce que les techniques font de nous, comment elles rendent possibles notre pensée, nos perceptions, notre histoire,... sans cesse, le laboratoire Costech renvoie ces questions aux autres chercheurs de l'UTC.

« Nous nous sommes penchés sur les questions de suppléance cognitive à partir des travaux de l'américain Bach-y-Rita. » Le Tactile Vision Substitution System (TVSS) transforme les images captées par des caméras en sensations tactiles que le cerveau de la personne aveugle appareillée va apprendre à interpréter pour "voir" ce qui est devant elle. « Pourquoi ce système n'a-t-il pas eu un grand succès ? » s'interroge Charles Lenay. « On a notamment constaté que la perception qu'il procurait n'avait pas de valeur émotionnelle contrairement à ce que procurent les sens. » La technique ne vient donc pas en substitution d'un sens mais plutôt en suppléance.

L'équipe de Charles Lenay a créé le système Tactos qui permet aux aveugles de voir les écrans d'ordinateurs et d'y reconnaître des formes (icônes, fenêtres, colonnes). Un curseur balaie l'écran et déclenche une sensation tactile via un petit boîtier placé sous l'index. Grâce à Tactos, un non voyant peut spatialiser l'information qu'il reçoit.

Un programme de recherche a été lancé avec la Région Picardie pour développer une Interface Tactile pour l'Orientatation, l'Interaction et la Présence (Itoip). « Grâce à un outil portable style GPS, le non voyant peut recevoir en toute discrétion, grâce à des sensations tactiles, des informations sur ce qui l'entoure. » L'application a ouvert aussi d'autres possibilités pour tous en permettant une rencontre tactile dans un espace virtuel.

Mais l'internet tactile pourra-t-il véhiculer des émotions ? « Déjà, le fait de rencontrer le curseur de l'autre nous touche car nous savons qu'il nous perçoit. » Les chercheurs du laboratoire Costech sont en train de mettre en place un vocabulaire émotionnel tactile à l'image des émoticônes graphiques utilisés dans les mails. « Très souvent, la recherche de techniques pour aider les personnes handicapées sert à toute la population », insiste Charles Lenay en citant l'exemple des boîtiers de télécommande.

La  
recherche de  
techniques pour  
aider les personnes  
handicapées  
sert à toute la  
population



Biocatalyse supra  
moléculaire et anisotrope

Biocatalyse et alternatives  
métaboliques



# GEC

FRE UTC-CNRS 3580  
GÉNIE ENZYMATIQUE ET CELLULAIRE

Occupant une place de choix dans le paysage de la recherche française, le laboratoire GEC joue un rôle fédérateur des recherches en biologie au niveau de la Région Picardie Picardie, en faisant collaborer l'UTC et l'Université de Picardie Jules Verne (UPJV). À mi-chemin entre la biologie et la chimie, l'unité se trouve rattachée aux instituts des sciences biologiques et de la chimie du CNRS.

## OBJECTIFS

Les recherches menées au sein du GEC sont centrées sur l'étude et la mise en œuvre des biocatalyseurs. La démarche scientifique commune à l'ensemble des sujets allie à la fois la compréhension du comportement des biocatalyseurs naturels dans leur environnement complexe, et la création de nouvelles fonctions pour expliquer la réalité du vivant et produire des outils biotechnologiques.

Le GEC occupe un rôle prépondérant dans le pôle de compétitivité Industries et AgroRessources (IAR).



Retrouvez les vidéos  
du laboratoire  
GEC sur :  
<http://webtv.utc.fr>  
Nos séries >  
Les laboratoires  
de recherche

[gec@utc.fr](mailto:gec@utc.fr)  
[www.utc.fr](http://www.utc.fr) > Laboratoires  
> GEC  
(visite hypermédia)



Séparateur liquide-liquide

## ÉQUIPES ET THÈMES DE RECHERCHE

Le GEC développe ses activités autour de deux équipes :

- L'équipe intitulée **Biocatalyse et Approche Intégrée des Fonctions** aborde l'étude de la biocatalyse dans le contexte dynamique du métabolisme. L'objectif est d'avoir une approche intégrée permettant d'aborder la biocatalyse aux différents niveaux de complexité (moléculaire, supramoléculaire et cellulaire). Les travaux portent sur différents modèles biologiques, animal, végétal ou procaryote.

Cette équipe regroupe les études portant sur la modification de voies métaboliques (modulation des voies métaboliques de biosynthèse des acides gras chez les végétaux par exemple), sur l'interaction du système immunitaire avec le métabolisme (anticorps catalytiques par exemple), ou sur l'exploitation des techniques de présentation en surface de bactériophages pour étudier la diversité biocatalytique.

- L'équipe intitulée **Biomimétisme et Structures Bioinspirées** développe et étudie des structures catalytiques biomimétiques. Les travaux utilisent la construction de structures artificielles biomimétiques pour étudier in vitro des machineries biologiques membranaires complexes, ou aborder la création de sites biomimétiques artificiels par la méthode des empreintes moléculaires.

Cette équipe regroupe des compétences en enzymologie hétérogène, auto-assemblage moléculaire, chimie macromoléculaire, physico-chimie des amphiphiles. Il utilise de nombreuses méthodes de caractérisation liées aux nanotechnologies : résonance de Plasmon de surface, AFM, électrochimie, RMN du solide, microbalance à quartz, microscopie de fluorescence, FRAP.

## PROJETS DE RECHERCHE

Le laboratoire développe des projets en collaboration avec d'autres partenaires académiques en France et à l'étranger, en particulier sur l'ITE Pivert, pour exemple :

### Projet Région Picardie

Les matériaux biodégradables d'origine naturelle ou synthétique ont un rôle de plus en plus important dans notre société, dans l'emballage, l'agriculture ou la médecine. Ainsi, l'équipe travaille sur les systèmes de vectorisation qui s'orientent actuellement vers des matériaux biodégradables, capables d'interagir spécifiquement avec des cibles, et d'activités modulables ou contrôlables. Dans le projet BIOMIP, l'équipe propose une nouvelle approche pour **développer des matériaux polymériques biodégradables par voie enzymatique**. Ce projet vise à concevoir et développer de nouveaux matériaux multifonctionnels à des fins biomédicales ou environnementales.

### Projets ITE Pivert, programme Genesys

ANOI a pour objectif de **déterminer l'identification et la classification des plantes oléagineuses d'intérêt** puis d'améliorer la productivité de culture oléagineuse de quatre plantes modèles.

MetaLipPro-PL1 constitue une phase d'acquisition de connaissances qui permet de compléter nos connaissances du métabolisme lipidique à la fois chez les plantes et chez les levures. Il s'agit aussi d'établir les bases en vue de **développer une plateforme pilote pour la production de lipides et leur extraction**.

Le travail proposé et qui sera développé dans le Projet 5 VARIA-PRO permettra **d'établir des bases sur les associations variétés/environnement pédoclimatique**, de **suivre l'évolution des caractères d'intérêt** sélectionnés au cours du temps et de trouver, à terme, des **solutions de protections efficaces des cultures**.

COPIBIOM, sur une durée de 3 ans et en coopération avec le laboratoire TIMR, l'UPJV et le Centre de Valorisation de Glucides (CVG, Amiens), vise la **caractérisation et l'étude des nouveaux prétraitements de la biomasse lignocellulosique** humide et sèche.

### Projet Européen

SAMOSS permet d'**améliorer le développement de biocapteurs en combinaison avec les techniques de détection optochimique dans les domaines d'application et par une plus large diffusion de la connaissance**. SAMOSS va créer un centre européen d'excellence pour la formation de jeunes chercheurs dans la recherche et le développement de biocapteurs adaptés aux applications dans la médecine, les technologies de l'alimentation et boissons ainsi que les questions environnementales.

### Projets ANR

Le projet HOLOSENSE vise à **développer des biocapteurs holographiques basés sur des polymères biomimétiques à empreintes moléculaires (MIP) comme éléments de reconnaissance**. Les MIP sont des récepteurs synthétiques avec des affinités et sélectivités qui sont comparables à ceux des anticorps ou enzymes, mais avec une stabilité nettement plus grande. Ils sont obtenus en polymérisant des monomères en présence d'une molécule « Template » (équivalent au gabarit d'un moule). Ce type de capteur économique et stable basé sur un MIP comme élément de reconnaissance et sur un hologramme comme transducteur a beaucoup de potentiel pour des analyses dans les domaines du biomédical, de l'agro-alimentaire et l'environnement, dans l'industrie et même dans la vie courante.

Le projet AcCatPat porte sur **l'étude des anticorps dotés de propriétés catalytiques**. Il comprend l'analyse de la pertinence physiopathologique des anticorps catalytiques chez l'humain, l'identification des gènes V qui codent des anticorps ayant une activité catalytique, et le développement d'outils

de recherche dédiés à déchiffrer la structure moléculaire des anticorps catalytiques, l'ontogenèse et les processus de sélection de la lymphocytes B qui les produisent.

Le projet PT-Flax fournit de **nouvelles informations génomiques détaillées sur les fibre et graines de lin** et une importante ressource biologique (base de données phénotypiques et plate-forme de TILLinG) qui se révélera extrêmement utile dans les futurs projets de lin génomiques.

#### Projet Sorbonne Universités

Les microcystines (MC) sont des métabolites secondaires sécrétés par des cyanobactéries, organismes pouvant proliférer dans les milieux aquatiques. Les MC sont toxiques pour les organismes aquatiques, les animaux terrestres et les humains, dès lors qu'elles sont en concentration élevée dans les eaux de consommation. Ce constat a conduit l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) à établir des valeurs seuils de contamination. Pour respecter ces seuils, des techniques de détection doivent être mises en place. Les approches actuelles présentent des limites que les immunotechnologies pourraient dépasser. Ainsi, le projet SelAcMC vise à **sélectionner des fragments d'anticorps dirigés contre les microcystines, pour la mise au point de tests d'immunodétection dans les écosystèmes**. L'approche principale de ce projet repose sur l'exploitation de la technologie du Phage Display afin d'identifier une ou plusieurs séquences d'anticorps susceptibles de reconnaître spécifiquement l'un des variants les plus répandus de la MC. Une approche parallèle de rationalisation par modélisation moléculaire et bioinformatique est également envisagée.

## PARTENARIATS

#### Partenariats académiques

- Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM),
- Institut National de la Recherche Agronomique (INRA),
- Lund University (Suède),
- Queen Mary University (London),
- Université de Picardie Jules Verne (Amiens)...



# POLYMÈRE À EMPREINTE MOLÉCULAIRE

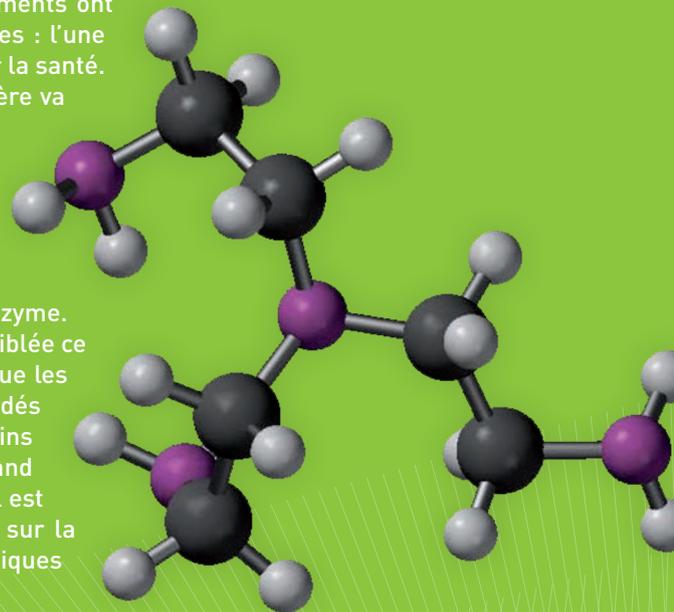
Ce sont les rois du moulage. Mais à l'échelle des molécules. L'équipe de Karsten Haupt du laboratoire Génie Enzymatique et Cellulaire (GEC) s'est spécialisée dans la fabrication de polymères par impression moléculaire. « Nous moulons de la résine autour d'une molécule cible, une molécule que l'on souhaite bloquer ou inhiber par exemple. La forme obtenue va fonctionner ensuite comme un anticorps, molécule naturelle qui assure la défense immunitaire de notre organisme et qui vient se fixer sur une cible pour la neutraliser. »

Les  
polymères  
sont plus stables  
que les anticorps  
à température  
ambiante

Ces polymères synthétiques peuvent ensuite remplacer les anticorps dans leur usage habituel avec certains avantages : « les polymères sont plus stables que les anticorps à température ambiante, souligne Karsten Haupt. Et parfois il est très difficile de fabriquer des anticorps lorsque les molécules cibles sont trop petites. » L'équipe du GEC réussit même à fabriquer des particules de polymères réticulés de très petites tailles, de quelques nanomètres : « nous travaillons à l'échelle des nanoparticules, ce qui les rend solubles et nous permet d'obtenir des propriétés nouvelles. »

En 2004, une start-up, PolyIntell, est née dans le sillage de ces travaux. Elle fournit des kits pour l'analyse biomédicale et agro-alimentaire. « Les polymères peuvent, par exemple, mettre en évidence des mycotoxines dans les produits alimentaires. Les polymères à empreintes sont également très précieux pour séparer deux molécules proches par la structure. « Dans le domaine pharmaceutique, beaucoup de médicaments ont deux formes très proches appelées énantiomères : l'une thérapeutique et l'autre parfois dangereuse pour la santé. » Grâce à son empreinte ultra précise, le polymère va réussir à faire la différence entre les deux.

Enfin, l'équipe de Karsten Haupt étudie l'usage du polymère directement comme médicament. « On moule la résine sur une enzyme. Ce polymère deviendra un inhibiteur qui agira comme un anticorps dirigé contre l'enzyme. » Avec l'avantage de pouvoir agir de façon ultra ciblée ce qui évite les effets secondaires. De plus, alors que les anticorps injectés peuvent être rapidement dégradés par d'autres enzymes, le polymère est moins attaqué et reste plus longtemps et en plus grand nombre dans le corps. Reste à savoir comment il est éliminé de l'environnement. « Nous travaillons sur la fabrication de résine à base de molécules biologiques d'origine végétale, qui sont biodégradables. »



## ANTICORPS CATALYTIQUE

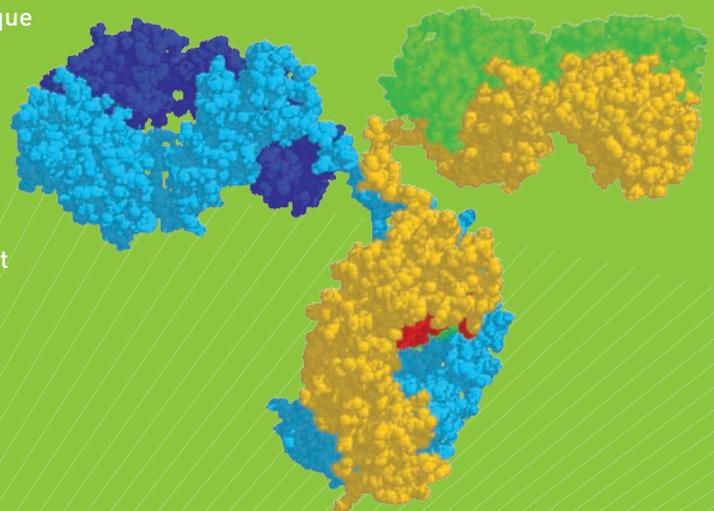
D'un côté, il existe les anticorps, ces protéines produites par le système immunitaire en réponse à une attaque extérieure. « Chaque individu peut produire plus de mille milliards d'anticorps différents », confirme Alain Friboulet, directeur du laboratoire de Génie Enzymatique et Cellulaire (GEC) de l'UTC. La structure de ces anticorps forme un beau Y. Et de l'autre côté, les enzymes, des molécules beaucoup moins nombreuses que les anticorps, ont la capacité d'accélérer les réactions chimiques au cœur de la cellule. « Notre objectif a été de faire acquérir aux anticorps la capacité de biocatalyse des enzymes afin de profiter de leur très grande diversité. »

Chaque individu peut produire plus de mille milliards d'anticorps différents

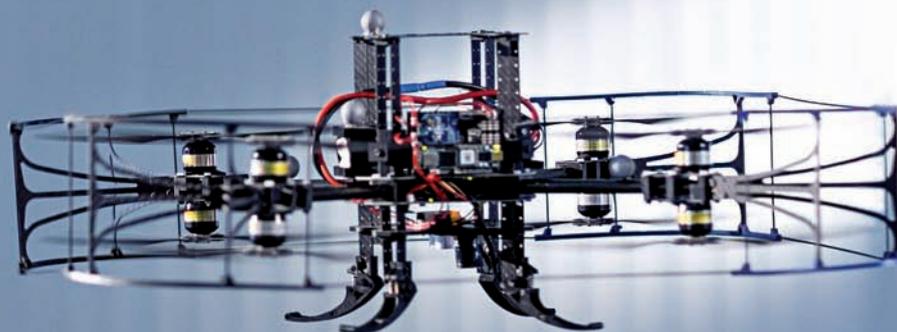
Pourquoi une telle recherche ? Les enzymes sont en nombre limité. Or, pour certaines tâches comme par exemple le "nettoyage" de certains sols contaminés par des pesticides, on n'a pas les enzymes capables de dégrader ces molécules. Autre intérêt majeur, les anticorps sont propres aux systèmes immunitaires des mammifères. Leur donner de nouvelles possibilités d'action via les enzymes c'est ouvrir la voie à de nouveaux traitements.

« À l'UTC, nous avons imaginé une méthode réellement biologique pour aboutir. » Schématiquement, les biologistes de l'UTC avancent par système d'empreintes successives en faisant produire le tout par des souris. « Il s'agit de transférer la machinerie de l'enzyme dans le site de fixation de l'anticorps. » Une fois le gène de l'anticorps catalytique récupéré, on peut le reproduire en quantité d'où l'avantage du système biologique.

En avançant dans ses recherches, l'équipe de l'UTC a vu que la nature les avait devancé. « Dans le cas de maladies auto-immunes comme la sclérose en plaque, certains anticorps qui s'attaquent à la myéline du système nerveux sont catalytiques », remarque Alain Friboulet. Cette découverte ouvre de nombreuses pistes pour agir en protection dans les maladies en recherchant des anticorps de protection. Un nombre constant de greffés du rein font un rejet après deux ans en raison d'une nécrose des vaisseaux autour du greffon. « On a détecté chez ceux qui ne faisaient pas de rejet la présence d'anticorps catalytiques. » Il y a donc un moyen d'avoir une méthode diagnostique sur la présence ou non d'anticorps catalytiques et d'agir en amont sur la coagulation du sang. Sur la sclérose en plaque, les chercheurs de l'UTC collaborent avec des organismes de recherche russes. Des études sur l'hémophilie acquise sont également en cours avec une équipe Inserm de l'Institut des Cordeliers.



Apprentissage automatique  
Vision par ordinateur  
Fusion de données  
Systèmes de commande  
Robotique  
Réseaux  
Optimisation combinatoire  
Ingénierie des connaissances  
Interaction informée  
Sécurité



# HEUDIASYC

UMR UTC-CNRS 7253

## HEURISTIQUE ET DIAGNOSTIC DES SYSTÈMES COMPLEXES

Créée en 1981 et associée au CNRS depuis sa création, l'unité a pour vocation de mener des recherches en automatique, robotique, décision, image et informatique en y incluant la prise en compte de facteurs humains.

## OBJECTIFS

Le projet scientifique développé au sein d'Heudiasyc est fondé sur la **synergie entre recherche amont et recherche finalisée**, pour répondre aux grands enjeux sociétaux : **sécurité, mobilité et transports, environnement, santé** en étroite collaboration avec des partenaires métiers, notamment industriels. Plusieurs plateformes et démonstrateurs, développés au sein du laboratoire, illustrent cette volonté de confronter la recherche fondamentale à la complexité des applications.

L'objectif est de fournir des moyens de représentation, d'analyse et de contrôle de systèmes techniques soumis à des critères et contraintes s'exprimant en termes scientifiques, technologiques, économiques mais aussi au plan des impacts social et humain.



Retrouvez les vidéos  
du laboratoire  
Heudiasyc sur :  
<http://webtv.utc.fr>  
Nos séries >  
Les laboratoires  
de recherche

[heudiasyc@hds.utc.fr](mailto:heudiasyc@hds.utc.fr)  
[www.utc.fr](http://www.utc.fr) > Laboratoires  
> Heudiasyc  
(visite hypermédia)

## ÉQUIPES ET THÈMES

Heudiasyc développe ses activités autour de quatre équipes :

- ASER : Automatique, Systèmes embarqués, Robotique
- DI : Décision, Image
- ICI : Information, Connaissance, Interaction
- RO : Réseaux, Optimisation

## PROJETS DE RECHERCHE

Dans le cadre de projets régionaux, Heudiasyc participe à deux spécialisations de la stratégie régionale de l'innovation en Picardie :

- **mobilité et urbanité**
- et **véhicules intelligents et systémique de la mobilité des voyageurs et marchandises**

ainsi qu'à deux axes transversaux :

- **santé, vivant,**
- **éducation, apprentissage, technologies.**

Au niveau national, le laboratoire a relevé le challenge des investissements d'avenir, il est :

- porteur du **laboratoire d'excellence Maîtrise des Systèmes de Systèmes Technologiques (Labex MS2T)**,
- coordinateur du volet robotique mobile de l'**équipement d'excellence Robotex**.

Heudiasyc participe activement à deux pôles de compétitivité à vocation mondiale :

- **i-Trans**, qui aborde les transports terrestres innovants (Nord-Pas-de-Calais, Picardie),
- **Systematic Paris-Région**, pôle sur le logiciel et les systèmes complexes.

Il participe à plusieurs **groupements et réseaux de recherche nationaux et européens** et collabore avec nombre de laboratoires en France et à l'étranger dans de **nombreux projets de recherche**, tels que :

### Projets ANR

RéCIF, Réseaux de Croyance pour l'évaluation quantitative des paramètres de Sûreté de Fonctionnement des Infrastructures Ferroviaires. Il s'agit d'**étudier et de proposer des solutions pour le problème de la modélisation des infrastructures ferroviaires par des réseaux de croyance** en vue de l'évaluation quantitative de leurs paramètres de Sûreté de Fonctionnement.

L'objectif du projet DIADEM 5DIagnostic Dynamique et Maintenance Prévisionnelle de Systèmes Embarqués sur Train) est de **développer des outils de diagnostic et de pronostic de trois organes sensibles du matériel roulant ferroviaire** (la climatisation, le système de freinage et les portes) qui permettront de donner en temps réel leur potentiel réel d'utilisation avant défaillance, introduisant de fait une amélioration des conditions de réalisation de la maintenance et de la régularité des circulations.

Ecopack qui s'intéresse aux nouvelles formes de travail collaboratif permises par un environnement socio-technique informatique incluant différents dispositifs (table, tableau, tablette tactiles, smartphone, pc). Un des objectifs est d'**offrir une application partagée accessible à chaque collaborateur via ces différents dispositifs**.

VEGAS vise à **concevoir, développer et évaluer un laboratoire virtuel basé sur la co-simulation** impliquant deux types de simulateurs. Le premier est un simulateur ERTMS qui modélise le comportement fonctionnel du système. Le second est un simulateur de télécommunication qui permet la modélisation de n'importe quelle technologie de télécommunications de la couche physique à la couche application.

### Projet FUI

Avec le développement des systèmes d'aides à la conduite, de nouvelles opportunités s'ouvrent pour la réalité augmentée (superposition d'images à la réalité) dans la voiture au service de la sécurité et du confort. Le projet SERA vise à la **réalisation d'un véhicule prototype intégrant un système d'acquisition par caméra et d'un équipement de projection sur le pare-brise** qui affichera en réalité augmentée des informations d'aide à la conduite et préfigurera le cockpit du véhicule autonome.

### Projets européens

CoMoSeF (Cooperative Mobility Service for the Future) vise la **création de services et d'équipements nécessaires au large déploiement d'applications coopératives pour les transports**, en conformité avec le ITS Action Plan ainsi que les stratégies nationales des différents partenaires.

MASH (MAssive Sets of Heuristics) vise à créer des outils informatiques favorisant le **développement collaboratif de nouveaux systèmes d'apprentissage automatique pour la résolution de tâches complexes**.

VERVE est une action conjointe de recherche internationale entre Heudiasyc et l'université TU Ilmenau de Thuringe. L'objectif scientifique du projet est le **développement d'un nouveau concept de véhicule électrique intelligent (VEI)** contribuant au développement de nouveaux systèmes de transports intelligents et écologiquement sûrs dans les régions de Thuringe et la Picardie.

### Projets Région Picardie

CIME (Contextual Interactions for Mobility in Education) a pour objectif de **concevoir des environnements informatiques d'apprentissage sensibles au contexte**, sur des dispositifs mobiles tels que des tablettes numériques ou des smartphones dans le cadre de la visite de musées ou de sites patrimoniaux.

SEDVAC (Système embarqué d'évaluation de la dynamique du véhicule et d'aide à la conduite) propose de **développer un système qui tient compte des informations de l'environnement entourant le véhicule** (par exemple, des informations cartographiques, les forces de contact pneu/chaussée,...) afin d'évaluer le comportement dynamique du véhicule et son impact sur la conduite et éventuellement alerter le conducteur sur des situations à risques.

ECHOPEDIA développe des **méthodes de restauration et de segmentation d'images d'échocardiographie pédiatrique tridimensionnelles** pour l'exploration des cardiopathies congénitales.

ARAKIS développe un **outil de simulation des situations de travail dangereuses** touchant aux activités de sous-traitance sur des sites à hauts risques (site industriels Seveso notamment).





Flotte de drones et de robots mobiles du laboratoire Heudiasyc

## PARTENARIATS EN COURS

### Partenaires industriels

**Grandes Entreprises** : Alstom, EADS Astrium, BASF, EMI Music, Orange, PSA, Renault, SANOFI-AVENTIS, SFR, SUEZ Environnement, Thales, VEOLIA Environnement... / **PME** : 50A, EMISSIVE, ERSA, KELIS, METROVISION, SBG Systems, Tour Equipement, VIVERIS...

**Partenaires internationaux** : Union Européenne, Algérie, Brésil, Canada, Chine, Corée du Sud, UK, Japon, Liban, Mexique, Tunisie, USA...

**Partenaires académiques et organismes** : Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), Centre technique des industries mécaniques (CETIM), Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales (CETMEF), Direction générale de l'armement (DGA), Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR), Institut national de l'audiovisuel (INA), Institut National de l'Environnement Industriel et des risques (INERIS), Institut national de la recherche agronomique (INRA), Institut national de recherche en informatique et en automatique (INRIA), Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM), CHU Amiens...

**Laboratoires de recherche** : CRAN, GIPSA Lab, IFSTTAR, Institut Pascal, IRCAM, IRCCYN, ISIR, LIMOS, LIP6, LIRMM, MIS...

Le rayonnement international d'Heudiasyc a permis la création du **Laboratoire Franco-Mexicain d'Informatique et d'Automatique** (LAFMIA), première Unité Mixte Internationale (UMI) franco-mexicaine du CNRS, en partenariat avec le laboratoire GIPSA-lab et le centre de recherche mexicain CINVESTAV.

Parmi les nombreuses collaborations, nous citerons particulièrement le projet commun avec le laboratoire franco-chinois d'informatique, d'automatique et de mathématiques appliquées (LIAMA) et Key Laboratory of Machine Perception de l'Université de Pékin (Chine).

## VALORISATION

**2 brevets** en moyenne par an, **9 logiciels** sous licence GNU GPL et CeCILL, **4 start-up créées** : Facing-IT, Mobisense Systems, Reviattech, ClosyCom, **2 logiciels licenciés** : RVPI (Continental) et MEMORAe (Thales).

## PLATEFORMES

La mise en œuvre des méthodes développées se fait sur des plateformes expérimentales au sein même du laboratoire : véhicules instrumentés, flotte de drones et de robots mobiles, réseaux de capteurs, réalité virtuelle, supervision ferroviaire, communication inter-véhicules, tables tactiles, calcul distribué, etc.

# AGROSENS : LA RÉVOLUTION DES CAPTEURS INTELLIGENTS

Les réseaux de capteurs sans fil (RCSF) offrent des moyens nouveaux et performants pour limiter les impacts des pratiques agricoles sur l'environnement. À travers le projet de recherche AgroSens, les professionnels des filières agricoles pourront demain optimiser le recours aux intrants et préserver les ressources naturelles grâce à la technologie RCSF. « Un réseau de capteurs sans fil sera en mesure d'assurer la collecte d'informations et leur acheminement de manière fiable et sécurisée vers une station de supervision et de contrôle » explique Challal Yacine, maître de conférences à l'UTC.

Ces informations viendront alimenter un système d'aide à la décision en agriculture ou un système de veille environnementale. « Un vrai challenge en matière d'économie d'énergie et de sécurité pour le routage de l'information entre les capteurs soumis à des environnements et à des sols aux caractéristiques souvent très différentes » complète Abdelmadjid Bouabdallah, professeur à l'UTC en charge du projet.

L'infrastructure RCSF permettra ainsi le suivi continu de l'état du milieu (température de l'air, hygrométrie de l'air, humidité du sol, rayonnement solaire), l'état des plantes (température des feuilles), contribuant ainsi à optimiser les ressources utilisées en eau, engrais et pesticides, gérer l'irrigation, améliorer la production en termes de quantité et de qualité, ou encore prédire les maladies des plantations.

Les  
professionnels  
des filières agricoles  
pourront demain  
optimiser le recours aux  
intrants et préserver  
les ressources  
naturelles





## VÉHICULE INTELLIGENT

Gagner une demi seconde dans la perception d'un obstacle sur la route et ce sont quelques mètres de freinage supplémentaires gagnés et au final, peut-être, une vie sauvée. L'équipe de recherche "Automatique, Systèmes Embarqués, Robotique" du laboratoire Heudiasyc, dirigée par Philippe Bonnifait, a comme objectif d'améliorer la sécurité et la mobilité dans les transports grâce à des véhicules intelligents.

« Comment transformer le conducteur en superviseur ? » s'interroge Philippe Bonnifait. Il ne s'agit pas de sortir l'être humain du véhicule mais plutôt de profiter des capacités de régulation et de contrôles des machines pour lui libérer l'esprit et faciliter sa prise de décision.

« La conduite nécessite deux grandes opérations : percevoir pour se faire une représentation de l'environnement puis commander la machine. Pour rendre le véhicule plus intelligent, il faut d'abord lui donner la capacité de percevoir le monde.

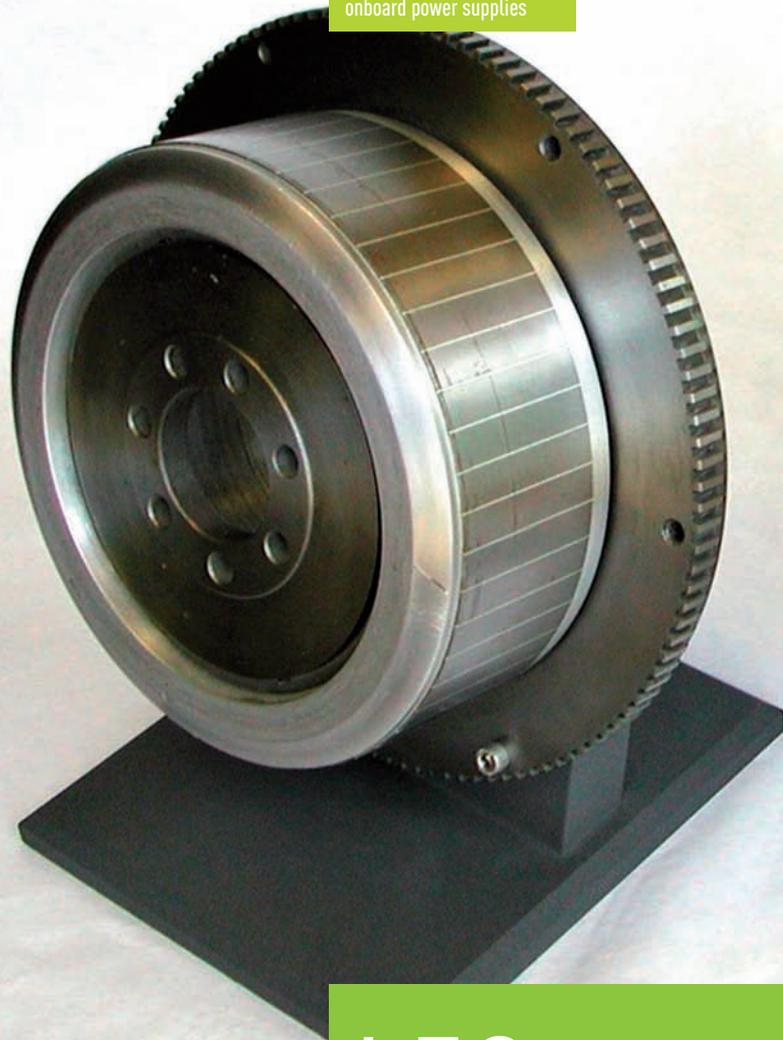
Il ne s'agit pas de sortir l'être humain du véhicule mais plutôt de profiter des capacités de régulation et de contrôles des machines pour lui libérer l'esprit et faciliter sa prise de décision.

» Les équipes de Philippe Bonnifait embarquent des capteurs : radars à hyperfréquence ou à ultra son (par exemple dans les systèmes d'assistance au créneau), la télémétrie optique (lasers, caméras), des dispositifs de localisation (GPS). Tout l'enjeu ensuite est de traiter ces mesures en temps réel. « À l'UTC, nous travaillons sur la fusion de ces données et sur la création de modèles physiques selon un principe général dit de séparation. On traite d'abord la question de la perception puis celle de la commande. »

Mais mesurer le monde n'est pas un long fleuve tranquille : « il faut connaître le degré de fiabilité des informations fournies par les capteurs afin de ne pas prendre une décision fondée sur des données erronées. » Premier souci, les conditions physiques : les capteurs ont une portée limitée ; les caméras fonctionnent mal la nuit ; le laser est perturbé par la pluie. Ces incertitudes forment ce que les scientifiques ont baptisé "du bruit" c'est-à-dire une déformation des données qui occupe plus particulièrement l'UTC. « Nous travaillons à créer des cadres qui modélisent ces incertitudes. Nous établissons des taux de confiance à accorder à chaque résultat. »

Ces véhicules intelligents ne concernent pas que les conducteurs traditionnels. Ils pourraient aussi rendre de grands services à des personnes handicapées ou trop âgées pour conduire. Se déplacer en toute sécurité même quand on n'arrive plus à tourner la tête ou que l'on voit mal, cela sert aussi à ça un véhicule intelligent !

Electric actuators and  
motor systems using  
onboard power supplies



# LEC

EA 1006  
ÉLECTROMÉCANIQUE

Le Laboratoire d'Électromécanique de Compiègne est centré sur un axe de recherche unique : Actionneurs électriques et système de motricité à énergie embarquée.

## OBJECTIFS

Pôle de compétence dans le domaine de la conception globale des actionneurs à pilotage électronique, le LEC aborde des aspects aussi variés que la modélisation des phénomènes électromagnétiques, l'électronique de puissance, la commande, mais aussi les contraintes liées à la thermique et à l'acoustique.

## ÉQUIPES ET THÈMES DE RECHERCHE

Ses activités sont déployées sous deux équipes complémentaires :



Retrouvez les vidéos  
du laboratoire  
LEC sur :  
<http://webtv.utc.fr>  
Nos séries >  
Les laboratoires  
de recherche

[lec@utc.fr](mailto:lec@utc.fr)  
[www.utc.fr](http://www.utc.fr) > Laboratoires  
> LEC

### Conception, modélisation des machines électriques et de leur commande

Cette équipe a pour objectif la modélisation et l'optimisation d'actionneurs électriques présentant un caractère novateur tant au niveau de la structure (machine, électronique de puissance et commande), que des conditions d'utilisation de structures plus classiques.

### Alimentation des systèmes embarqués

La recherche constante d'une augmentation d'autonomie des systèmes à énergie embarquée impose un dimensionnement et un contrôle optimal des actionneurs ainsi que leur système d'alimentation. Un accent particulier est donné à l'étude de stratégies de modulations optimales, à la modélisation et à la surveillance des sources électrochimiques (batteries) de puissance.

## PROJETS DE RECHERCHE

Un domaine d'application privilégié par le LEC concerne le "véhicule propre et économe". Le LEC a en outre été sélectionné à prendre part à cinq projets nationaux dans le cadre d'appels d'offres de l'agence nationale de la recherche (ANR) et du fonds unique interministériel (FUI), dont :

### Projets ANR

Le projet SIMSTOCK (modélisation du comportement des systèmes de stockage d'énergie embarqués pour véhicules routiers) concerne l'**étude du vieillissement en cyclage de systèmes de stockage d'énergie électrique**.

AREMA (Amélioration Rendement Moteur Alternateur) étudie les possibilités d'**amélioration du rendement de l'alternateur ou de l'alternateur-démarrateur** afin d'économiser du carburant et de diminuer les émissions de CO<sub>2</sub>.

M2EI (Machine Électrique et Électronique Intégrée) définit les outils et le savoir faire en vue de la réalisation de **machines électriques innovantes et compatibles avec les coûts du domaine automobile pour des propulsions hybrides**.

### Projet FUI

Pour les véhicules à motorisation thermique, les constructeurs automobiles ont su intégrer les contraintes acoustiques et vibratoires au sein du processus de conception. Le challenge d'AVELEC (Acoustique de Véhicules ELEctriques) est de construire un savoir-faire équivalent pour les véhicules électriques. Le projet vise à **développer les méthodes et outils qui permettront de prendre en compte les contraintes dès les premières phases de conception des véhicules électriques**. Les paramètres à étudier sont la commande moteur, la réponse dynamique du Groupe Motopropulseur Électrique (GMPE) et le transfert à la caisse et/ou dans l'environnement.

Le LEC contribue aux **programmes d'investissements d'avenir** sur la motorisation des véhicules propres dans le cadre du pôle MOVEO et de l'ITE VEDECOM :

### Projet ITE VEDECOM - PIA ADEME "Véhicules du futur"

ESSENCYELE (Moteur ESSENCe injection directe hYbride Électrique abordabLE) vise à développer un **nouveau système d'hybridation pour véhicules à essence** de type intermédiaire susceptible d'offrir un compromis entre les solutions existantes d'hybridation micro (fonction Stop & Start, aux gains de CO<sub>2</sub> limités mais à coût réduit) et full (fonction roulage électrique, aux gains de CO<sub>2</sub> importants mais à coût élevé).

La volonté du LEC est d'allier une recherche universitaire de qualité à une forte volonté de recherches partenariales. Ses actions de recherche s'intègrent dans les politiques de recherche de la Région Picardie, pour exemple :

### Projet Région Picardie

GEOMED a pour objectif de **définir, concevoir, piloter et surveiller des génératrices électriques de nouvelle génération à haut rendement énergétique** appliquées à la production électrique d'origine éolienne ou hydraulique.



## PARTENARIATS

### Partenaires académiques

- Laboratoire de Réactivité et de Chimie des Solides d'Amiens (LRCS),
- Centre de robotique, d'électronique et d'automatique d'Amiens (CREA),
- SATIE (Laboratoire de l'École Normale Supérieure de Cachan)
- IFSTTAR (Institut français des sciences et technologies, des transports, de l'aménagement et des réseaux)
- IFP Énergies nouvelles

**Partenaires industriels :** ALSTOM, Renault, VALEO...

## PLATEFORMES

Le LEC, dans sa volonté de validation expérimentale et de valorisation de ses actions de recherches, s'est doté d'équipements importants dont certains ont été conçus spécifiquement et sont uniques par leurs caractéristiques techniques. Citons de manière non exhaustive les trois principales plateformes :

### Caractérisation "machine électriques"

Plateforme CAMEL: CARActérisation des Machines ÉLectriques à grande vitesse: Cette plateforme permet de caractériser de manière fine les performances énergétiques des moteurs-générateurs développés au laboratoire dans une gamme de puissance de 40kW et dans une gamme de vitesse allant jusqu'à 40 000tr/mn.

### Caractérisation "éléments de stockage d'énergie"

Plateforme MOCABAT: MODélisation et CARactérisation des BATteries: Cette plateforme permet de solliciter différents types de batteries de puissance pour des courants allant jusqu'à 500 Ampères, d'étudier leur vieillissement et de les caractériser par des méthodes impédancemétrie dans un environnement thermique contrôlé.

### Batterie et système

SIRTEX (SIMulator for Real Time EXperiment), propose un dispositif constituant l'étape ultime avant un passage à la réalisation d'un véhicule et à sa validation dans son environnement. Cette plateforme HIL (Hardware In the Loop) peut émuler un véhicule (électrique ou hybride) mais aussi tout autre type de véhicule, voire système d'énergie renouvelable pour lequel l'accumulateur électrochimique reste un élément essentiel (véhicules électriques ou hybrides, avion plus électrique, solaire, éolien...). Cette plateforme permet d'intégrer le "système batteries" dans un environnement complexe modélisé numériquement en temps réel. Par exemple, cet ensemble permet d'évaluer un système d'alimentation réel associé à un véhicule hybride virtuel afin de tester différentes stratégies de contrôle d'énergie. La gamme de puissance utilisable est de 32 kW.

# ACTIONNEUR ÉLECTRIQUE ET VÉHICULE PROPRE

Pour le grand public, les enjeux du véhicule électrique résident dans la batterie, sa puissance, son autonomie. Mais, sans un actionneur électrique, la batterie ne serait rien. « L'actionneur électrique est un système qui transforme l'énergie électrique en énergie mécanique et rend ainsi

"opérationnelle" une batterie. Un actionneur électrique est constitué de trois briques principales : une batterie et son électronique de contrôle, une électronique de traitement d'énergie et d'une machine électrique », explique Guy Friedrich, du Laboratoire d'Électromécanique de Compiègne (LEC). L'équipe de l'UTC a choisi de concentrer ses efforts sur les systèmes à énergie embarquée (donc avec batterie) qu'il s'agisse d'une voiture, d'un avion ou de tout autre mobile énergétiquement autonome.

Les travaux de son équipe sur l'alternateur ont abouti, par exemple, à une technique qui est en train de s'imposer dans les véhicules grand public : le système du "stop and go"

Les enjeux des actionneurs électriques sont multiples : « une batterie doit être efficace. Elle ne doit pas exploser. Elle doit durer longtemps. 30% du coût d'une batterie est lié à son électronique de surveillance », insiste-t-il. Démarrés il y a une quinzaine d'années, les travaux de son équipe sur l'alternateur ont abouti, par exemple, à une technique qui est en train de s'imposer dans les véhicules grand public : le système du "stop and go".

L'équipe de Guy Friedrich travaille à la conception et à la modélisation des différents éléments constitutifs de l'actionneur électrique. « En développant des modèles numériques de ce qui se passe à l'intérieur même du système, les industriels peuvent travailler sur des prototypes virtuels et connaître l'impact de leur choix sur le silence, la puissance ou le rendement. »

Ces modèles numériques permettent ainsi de pousser les différents éléments de l'actionneur électrique dans leurs retranchements et ce, dans les meilleures conditions énergétiques et de sécurité possibles.

La longévité de la batterie dépend en grande partie de la façon dont on l'utilise. « Sur une flotte captive comme une administration, si l'usage des batteries est bien contrôlé (recharge au bon moment, pas d'utilisation par grand froid, etc.), une batterie peut durer cinq ans. » Un particulier risque d'être moins délicat.

Le LEC contribue aux programmes SimStock et SimCal initiés par l'État sur le véhicule propre. « L'enjeu est d'améliorer les batteries, notamment leur durée de vie. »





Problèmes inverses  
Analyse numérique  
Simulation numérique  
Optimisation de forme  
Processus stochastiques  
Approximation faible  
Statistique mathématique  
Estimation non paramétrique  
Tests non (semi-) paramétriques  
Fiabilité  
Réseaux aléatoires

# LMAC

EA 2222

## MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES

Le Laboratoire de Mathématiques Appliquées de Compiègne (LMAC) est au cœur des sciences pour l'ingénieur à l'UTC. Cette unité de recherche transdisciplinaire fait des problèmes inverses sa spécialité, des processus stochastiques, de l'analyse numérique, des statistiques et de la fiabilité, comme autant de problématiques relevant d'enjeux sociétaux au contact de partenaires industriels et socioéconomiques

## OBJECTIFS

Le laboratoire développe une recherche de haut niveau en mathématiques appliquées, déterministes et stochastiques.

Il participe à des actions de recherche à caractère applicatif et au développement d'outils performants de calcul scientifique. Ces deux types d'activités sont menés dans un souci de complémentarité et de cohérence dans le cadre de partenariats divers, impliquant des laboratoires internes de l'UTC, ainsi que des équipes de recherche externes.



Retrouvez les vidéos  
du laboratoire  
LMAC sur :  
<http://webtv.utc.fr>  
Nos séries >  
Les laboratoires  
de recherche

[lmac@utc.fr](mailto:lmac@utc.fr)  
[www.utc.fr](http://www.utc.fr) > Laboratoires  
> LMAC

## ÉQUIPES ET THÈMES DE RECHERCHE

Les activités de recherche du LMAC s'inscrivent autour de **deux grands axes** :

- les **problèmes inverses**,
- et les **systèmes stochastiques**.

Les problèmes traités, tant sur le plan théorique que sur le plan applicatif, sont issus des questions posées à l'ingénieur et dans les sciences appliquées.

Les thèmes et applications de recherche de deux équipes sont :

### Problèmes inverses et problèmes mal posés (PI)

Identification de paramètres, complétion des données, interaction fluide-structure, contrôlabilité des problèmes de diffusion, optimisation de forme et topologique.

### Systèmes stochastiques (S2)

Approximations faibles de processus stochastiques, processus semi-markoviens, stabilité et stationnarité, estimation non paramétriques, tests non paramétriques et semi-paramétriques.

### Applications (récentes ou en cours)

Électro-Encéphalo-Graphie (EEG), tomographie optique (NIRS inverse), propagation des fissures, dislocations, intrusion saline, pollution atmosphérique, identification des flux métaboliques de plantes, modèle de combustion de moteurs, fiabilité, performances et stabilité des systèmes complexes, réseaux aléatoires et télécommunications, épidémiologie, modélisation bayésienne de réseaux géniques en biologie, sismologie, modèles pour l'ADN.

## PROJETS DE RECHERCHE

L'équipe LMAC développe avec d'autres laboratoires de l'UTC, ses partenaires académiques en France et à l'étranger, de nombreux projets. Pour exemples :

### Projet PSPC

VALODIM, valeur optimale des digestats issus de la méthanisation, a pour ambition de **structurer une filière nationale de valorisation des digestats** par la création et l'organisation d'écosystèmes locaux de production de fertilisants organiques.

### Projet ITE Pivert, programme Genesys

Le projet MetaLipPro-PL1 constitue une phase d'acquisition de connaissances qui permettra de **compléter les connaissances du métabolisme lipidique à la fois chez les plantes et chez les levures**. Il s'agira aussi d'établir les bases en vue de **développer une plateforme pilote pour la production de lipides et leur extraction**.

### Projet Européen

Balaton (réseaux de télécommunication) tend à déboucher sur des **estimations fines des performances des certains systèmes temps réel avec ré-essais**, qui modélisent des protocoles d'un intérêt essentiel dans le développement des réseaux de quatrième génération.

### Projet ANR

BANHDITS s'intéresse aux **méthodes bayésiennes non paramétriques** selon 3 axes fortement imbriqués : modèles complexes, étude asymptotique et enjeux computationnels.

### Projet Sorbonne Universités

L'objectif général du projet ROBUST est d'étudier la **stabilité du cycle cellulaire en présence de bruit stochastique**, à partir d'observations relatives à la formation des « soies sensorielles » du thorax chez la drosophile.

## PARTENARIATS

Nous développons des partenariats dans l'industrie (EDF, ONERA, IFP, SNECMA, ALSTOM, RENAULT,...), et de collaborations pluridisciplinaires (médecine, biologie, mécanique,...) qui associent plusieurs unités et équipes de recherche de l'UTC.

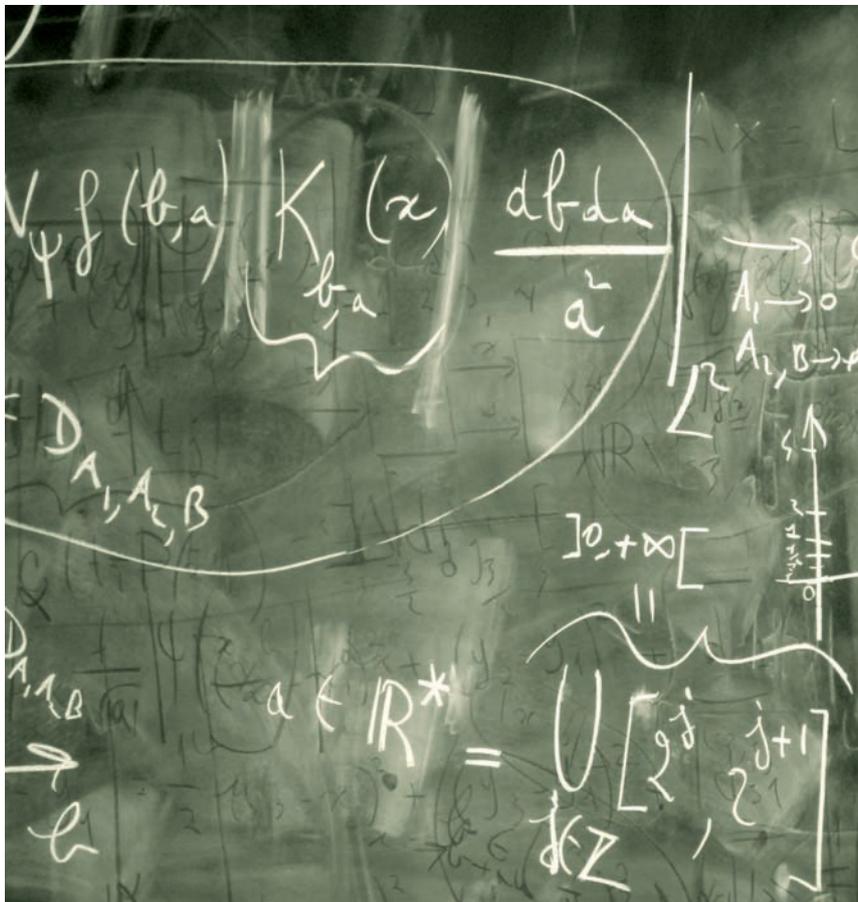
### En France

La Fédération de Recherche ARC Mathématiques FR 3399 a été créée en 2010 et est constituée par les laboratoires de mathématiques des universités d'Amiens, de Compiègne et de Reims.

École Nationale des Ponts et Chaussées, Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA), école nationale de la statistique et de l'administration économique (ENSAE), Télécom ParisTech, Université de Lille 1, Université de Paris 13, École Nationale Supérieure de Chimie, de Biologie et de Physique (ENSCBP, Bordeaux), École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers (ENSAM, Bordeaux), Université de Marne La Vallée, Université de Rouen, Université de Lille 3.

### A l'étranger

Université La Sapienza (Rome, Italie), Saint Petersburg State Electrotechnical University (Russie), Université de McMaster (Canada), Université de Calgary (Canada), Université de Lisbonne (Portugal), Université Aristote de Thessalonique (Grèce), Université de Patras (Grèce), Université de Grenade (Espagne), Institut de Mathématiques de l'Académie des Sciences d'Ukraine, Charles Université (République Tchèque), École Nationale des Arts et Métiers (Meknès, Maroc), École Polytechnique (Tunis, Tunisie), Université "Politehnica" (Bucarest, Roumanie), Université de Debrecen (Hongrie), Université Libanaise (Tripoli, Liban), New York University (États-Unis).



# IMAGERIE MÉDICALE : LES MATHÉMATIQUES POUR LOCALISER DES SOURCES D'ACTIVITÉS CÉRÉBRALES PATHOLOGIQUES



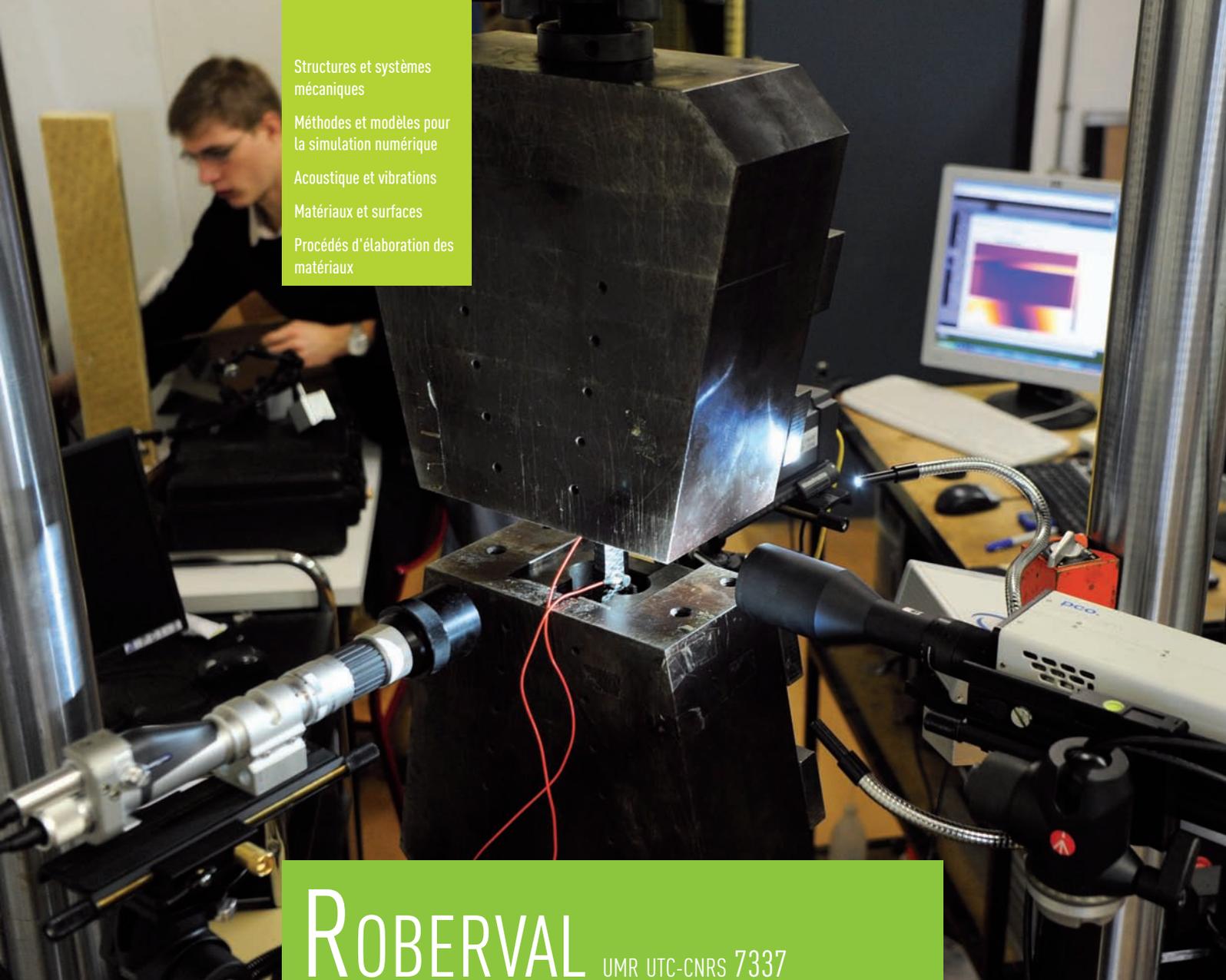
Les dernières décennies ont vu apparaître de nombreuses techniques d'imagerie médicale, le plus souvent complémentaires les unes des autres... Neurophysiologistes, biophysiciens, radiologues, spécialistes du traitement d'images, collaboraient ainsi déjà dans la détection et la localisation de sources de pathologies. Il faudra désormais également compter demain avec les mathématiciens.

Le traitement mathématique pourrait en effet permettre de synthétiser l'ensemble des informations actuelles provenant des différentes techniques utilisées. « Notre laboratoire aborde l'obstacle de la localisation des sources d'activités cérébrales pathologiques comme un problème

inverse ! explique Abdellatif El Badia, ancien directeur du LMAC. Des données expérimentales nous permettent de remonter à leurs causes via un modèle mathématique ». Pour ce faire, les mathématiciens disposent donc de l'électro-encéphalogramme, de l'IRM qui dessine l'anatomie du cerveau, mais aussi de la NIRS (Near InfraRed Spectroscopy), technique utilisant des sources lumineuses émises dans des régions du proche infrarouge. « Lors d'une activité épileptique par exemple, la modification du flux sanguin et les variations de la concentration en hémoglobine oxygénée et désoxygénée vont être mises en évidence par la NIRS, qui va pointer les zones cérébrales où les ondes lumineuses sont les plus absorbées, indiquant ainsi la zone d'activation cérébrale pathologique » détaille Abdellatif El Badia.

Reste alors à tenter de combiner toutes ces données expérimentales à l'aide d'un module numérique, afin de créer un logiciel mathématique, qui permettrait d'aboutir à une localisation précise de la source de la pathologie. Des essais cliniques au CHU d'Amiens devraient très rapidement faire avancer les recherches.

**Le traitement mathématique pourrait en effet permettre de synthétiser l'ensemble des informations actuelles provenant des différentes techniques utilisées.**



Structures et systèmes  
mécaniques

Méthodes et modèles pour  
la simulation numérique

Acoustique et vibrations

Matériaux et surfaces

Procédés d'élaboration des  
matériaux

# ROBERVAL

UMR UTC-CNRS 7337

## MÉCANIQUE ACOUSTIQUE ET MATÉRIAUX

Le laboratoire Roberval a pour vocation le développement de méthodes expérimentales et numériques innovantes pour l'analyse, la modélisation et la conception des structures et des systèmes mécaniques.

## OBJECTIFS

Le Laboratoire maintient l'objectif stratégique d'être un pôle d'excellence dans l'étude, la conception et le contrôle de systèmes mécaniques. Pour atteindre cet objectif, une approche systémique et multidisciplinaire est mise en place en raison des interactions physique, chimique, mécanique, thermique, acoustique et vibratoire des éléments qui constituent les systèmes étudiés.

Ses activités de recherche portent sur le développement de compétences expérimentales, théoriques et numériques multidisciplinaires mises en jeu lors de la conception de matériaux, de structures, ou de systèmes mécaniques. L'unité de recherche vise à développer une expertise sur les méthodologies d'analyse, de conception et de fabrication dans le respect de l'environnement.



Retrouvez les vidéos  
du laboratoire  
Roberval sur :  
<http://webtv.utc.fr>  
Nos séries >  
Les laboratoires  
de recherche

[roberval@utc.fr](mailto:roberval@utc.fr)  
[www.utc.fr](http://www.utc.fr) > Laboratoires  
> Roberval

## ÉQUIPES ET THÈMES DE RECHERCHE

Les recherches du Laboratoire Roberval s'appuient sur les domaines de la science des matériaux, de la mécanique des solides et des fluides, de l'acoustique et des vibrations.

L'unité est organisée en **trois équipes de recherche**:

### Matériaux et surfaces

Mécanique des surfaces et interfaces, multi-matériaux, composites, caractérisation des matériaux et modélisation de leurs comportements à différentes échelles, couplage mécanique-environnement (corrosion, endommagement en surface...).

### Acoustique et vibrations

Aéroacoustique, propagation dans les écoulements, confort acoustique et vibratoire, identification et caractérisation des sources de bruit, matériaux absorbants : caractérisation et optimisation.

### Méthodes numériques en mécanique

Développement d'approches et de modèles originaux pour la simulation de phénomènes multiphysiques couplés, contrôle et robustesse des simulations, optimisation multidisciplinaire, techniques de discrétisation et d'approximation, techniques de corrélation essais-calculs.

## PROJETS DE RECHERCHE

Le laboratoire développe des projets en collaboration avec d'autres laboratoires de l'UTC, des partenaires académiques en France et à l'étranger et sont retenus pour les projets suivants :

### Projets ANR

Le labcom DIMEXP vise à favoriser l'émergence de **référentiels et de standards de conception et d'industrialisation de produits mécaniques** par la gestion collaborative et multi-échelle de maquette numérique innovante et par la prise en considération d'informations hétérogènes au sein de cette dernière. DIMEXP a été retenu lors du premier appel à projets Labcom de l'ANR.

L'objectif de BIOMIST, pour la **gestion sémantique de données d'imagerie biomédicale pour la recherche**, est de fournir aux chercheurs dans le domaine de l'imagerie bio-médicale (BMI) un système d'information efficace afin qu'ils puissent optimiser l'utilisation de ces données dans le cadre d'activités de recherche sur de large groupes de sujets et de permettre la réutilisation de données déjà acquises, traitées et interprétées dans d'autres contextes que celui où elles ont été acquises initialement.

ARAMIS (**analyse de méthodes asymptotiques robustes pour la simulation numérique en mécanique**) met en œuvre une approche asymptotique permettant la prise en compte de défauts (par exemple fissures) de petite taille dans des modèles éléments finis tridimensionnels de structures mécaniques, le maillage devant être celui de la structure sans défaut. La correction à apporter aux champs mécaniques en raison de la présence d'un (ou plusieurs) petit(s) défaut(s) est déterminée par analyse asymptotique, et intégrée aux modèles éléments finis comme un enrichissement de l'espace d'approximation.

Optimum a pour objectif **l'étude expérimentale et numérique des assemblages métalliques réalisés par soudage par friction linéaire**. Une démarche originale et intégrée liant le process d'élaboration, les conséquences sur les évolutions microstructurales et les propriétés d'emplois, notamment vis à vis de la prédiction de la durée de vie des assemblages pour les applications aérospatiales.

Le projet Micromorfining a pour but de **développer une modélisation «avancée» du procédé de formage des matériaux métalliques** par une analyse thermomécaniques par éléments finis intégrant le couplage multi-physique et

prenant en compte les anisotropies induites sous grande déformation. Il s'agit de réaliser les développements nécessaires pour prédire les défauts engendrés pendant la mise en forme des matériaux.

### Projets FUI

SDM4DOE développe une solution de **simulation data management en open source** pour la gestion des plans d'expériences numériques.

CEVAS vise la mise en commun de compétences pour le **développement et la qualification d'un outil d'aide à la conception de systèmes de ventilations d'air silencieux (SVAS)**. Le but final est de permettre aux équipementiers de concevoir à moindre coût et délai des systèmes plus silencieux et de bonne qualité sonore.

Ecobex consiste à concevoir une stratégie de **traitement acoustique des automobiles à moteurs thermiques visant à réduire le bruit** au passage de ces dernières en regard de la nouvelle norme d'essai ISO 362 et des nouvelles réglementations de l'UE.

### Projets Européens

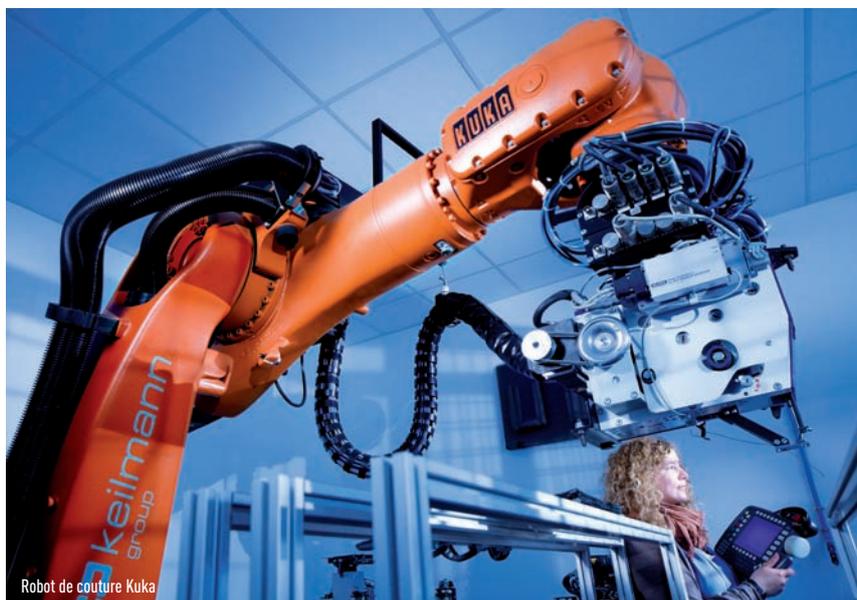
SuPLight porte sur de **nouveaux modèles industriels pour des solutions durables** - avec 75% de recyclage des composants structurels haut de gamme à base d'alliages forgés. Des algorithmes d'optimisation de pointe sont utilisés pour les produits et l'optimisation des processus avec jusqu'à 50% augmentation du rapport poids / performance.

Refresco tend vers un cadre réglementaire pour l'utilisation de **nouveaux matériaux structurels en transport ferroviaire de passagers et de fret des carrosseries de voiture**.

Le projet HEXENOR développe de technologies de **réduction du bruit à l'échappement du moteur d'hélicoptère**

Le laboratoire est investi dans quatre **programmes d'investissements d'avenir** dans lesquels l'UTC est porteuse. Il est fortement impliqué sur les programmes suivants :

- les matériaux et les procédés, le suivi de l'état des infrastructures ferroviaires. Il pilote le programme "méthodes de prototypage virtuel et pré-certification par calcul" au sein de l'IRT RAILENIUM dédié au ferroviaire,
- les systèmes mécatroniques, la prise en compte des incertitudes et l'optimisation multidisciplinaire des systèmes mécaniques dans le cadre du Labex MS2T Maîtrise des systèmes de systèmes,



Robot de couture Kuka

- les aspects mécaniques des matériaux agro-sourcés et modélisation du métabolisme plante/levure dans l'ITE Pivert,
- la caractérisation du comportement des matériaux du vivant avec l'Équipex FIGURES.

Le laboratoire Roberval a également été retenu pour travailler sur le programme d'investissements d'avenir lors des appels pilotés par l'ADEME, avec, par exemple :

Compofast (AMI - Allègement, Aérodynamique, Architecture des véhicules) consiste à **développer des composites thermoplastiques à renfort continu contribuant de manière très significative à l'allègement des véhicules** et respectant les contraintes de coût et de cadence de l'automobile grande série.

CERVIFER (AMI - Transports ferroviaires) se fixe comme objectif principal d'**augmenter la compétitivité de l'industrie ferroviaire française**, grâce à l'utilisation maîtrisée de logiciels de prototypage virtuel et au développement de procédures robustes et validées de pré-certification par le calcul de composantes et systèmes du matériel roulant et de l'infrastructure.

BESTH (AAP-Bruit et nuisances sonores), dans le cadre d'un **bus à transmission hybride hydraulique parallèle**, vise à comprendre les phénomènes physiques mis en jeu dans ce problème et de définir les **évolutions de conception des produits et des systèmes** permettant de fournir des solutions de transmission silencieuses acceptables par ces nouveaux marchés.

#### Projet Sorbonne Universités

Le projet HV-NanoRob a pour ambition de **concevoir et de commander à haute vitesse un système nanorobotique permettant de générer des trajectoires rapides de la sonde d'un Microscope à Sonde Locale (MSL)**. Le système proposé se différencie des systèmes existants par sa capacité à cartographier à haute vitesse et dans un environnement contraint des surfaces étendues.

## PARTENARIATS

### Industriels

**Automobile** : RENAULT, PSA, SAINT-GOBAIN, ARCELOR-MITTAL, VALEO, INERGY

**Ferroviaire** : ALSTOM, ARCELOR-MITTAL, Faiveley Transport

**Aéronautique et spatial** : SNECMA, EADS, AIRBUS, CNES, ONERA

**Énergie** : EDF, CEA

**Défense** : DGA

**Éditeur de logiciels** : ESI Group

**Centres techniques** : Centre Technique pour les Industries Mécaniques (CETIM), centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema).

**Universitaires** : NPU Northwestern Polytechnical University de Xi'an (groupe de recherche commun Virtual Prototyping for Design and Fabrication), École Nationale des Ingénieurs de Sfax, Université de Santiago du Chili, École des Mines de Cracovie, Université de Technologie de Wrocław, Universités du Québec, Université Libre de Bruxelles, Imperial College of London, ISVR Southampton.

## PLATEFORMES

L'Unité développe **quatre plateformes** :

- PILCAM2 : plateforme inter-laboratoire de calcul intensif pour la modélisation multidisciplinaire,
- essais aéro et vibro-acoustiques,
- essais mécaniques et expérimentation multi-échelles des matériaux et des surfaces,
- élaboration de structures composites 3D tissées et cousues, unique université à posséder cette plateforme au niveau national.

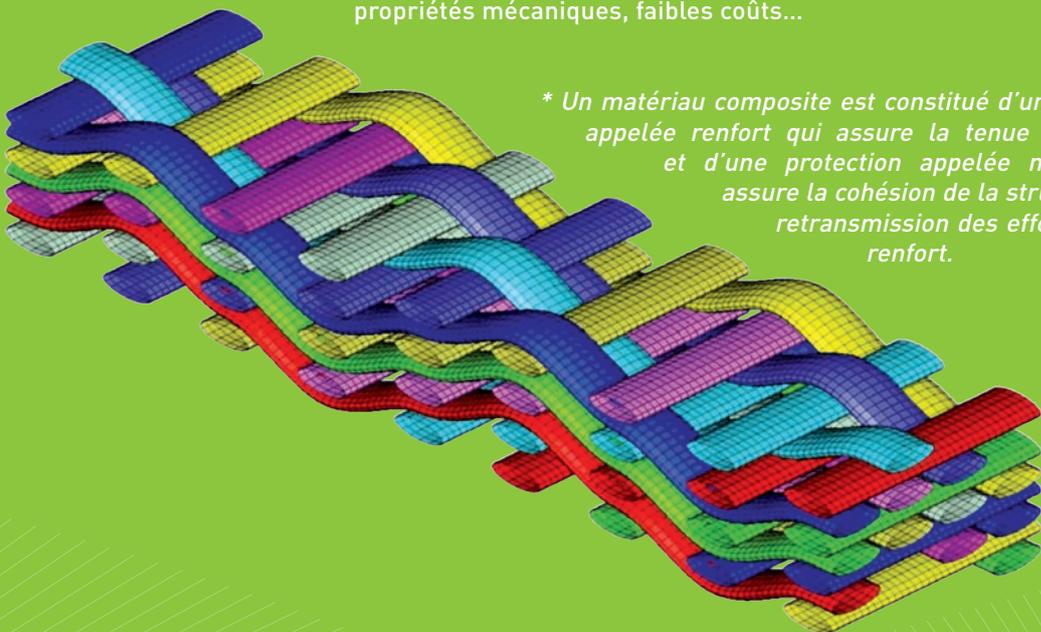
## LES COMPOSITES : DES MATÉRIAUX À RENFORTS 3D ET À RENFORTS VÉGÉTAUX

Les enjeux actuels et futurs en termes de rapport "performance / coût" des secteurs de l'aéronautique, du transport terrestre et naval imposent l'utilisation de matériaux innovants répondant à des exigences structurales et fonctionnelles.

Le développement des matériaux composites\* à renfort 3D, domaine dans lequel l'UTC possède une expérience forte de plus de 15 ans, est une réponse pertinente à ces enjeux. Alors que les précédentes générations (renfort 1D et 2D) souffraient de carences des propriétés mécaniques dans la troisième direction de l'espace, ce renforcement 3D hors plan des tissus dits "techniques" vient ainsi proposer de nouvelles et plus nombreuses configurations architecturales (préformes) des matériaux composites. Les contraintes environnementales poussent également les industriels à développer des matériaux composites à renforts végétaux. Les fibres traditionnellement utilisées dans les renforts des composites (fibres de verre, carbone, ...) se voient substituer par des fibres naturelles d'origine végétale issues des plantes ou de la cellulose (fibres de bois, chanvre, ...), offrant des propriétés adaptées : faibles densités, bonnes propriétés mécaniques, faibles coûts...

Les  
contraintes  
environnementales  
poussent également les  
industriels à développer  
des matériaux  
composites à renforts  
végétaux

*\* Un matériau composite est constitué d'une ossature appelée renfort qui assure la tenue mécanique et d'une protection appelée matrice qui assure la cohésion de la structure et la retransmission des efforts vers le renfort.*



# AMÉLIORER LE CONFORT ACOUSTIQUE ET L'ENVIRONNEMENT SONORE

La réduction des nuisances sonores est un enjeu majeur pour l'industrie mécanique. Le Laboratoire Roberval participe à l'effort de recherche dans ce domaine en développant en relation avec le secteur automobile dans le cadre du pôle de compétitivité à vocation mondiale i-Trans et avec le secteur aéronautique dans le cadre de l'Initiative de recherche pour l'optimisation acoustique aéronautique (IROQUA) des outils numériques et expérimentaux sur les thèmes vibroacoustique et aéroacoustique.

Permettre la réduction et le contrôle du bruit rayonné par les moteurs d'avions ou dans les systèmes de refroidissement automobile

On s'intéresse dans ce contexte au développement de systèmes originaux intégrés dans les nacelles permettant la réduction et le contrôle du bruit rayonné par les moteurs d'avions ou dans les systèmes de refroidissement automobile. Ces recherches, basées sur des expériences réalisées sur des bancs d'essai originaux et des modèles numériques développés au Laboratoire dans le cadre de programmes européens, bénéficient du support constant de Valéo Thermique Habitacle, de SAFRAN (SNECMA, TURBOMECA) et du CNRS. Ces travaux ont conduit au dépôt d'un Brevet Snecma-CNRS-UTC.



Vibromètre laser 3D

Maîtrise des processus réactionnels à haute température

Maîtrise des propriétés des solides divisés

Microbiologie industrielle

Conception et transformation de molécules organiques

Génie des procédés industriels

Technologies émergentes en agro-industrie

Évaluation prédictives des risques des filières émergentes

**TIMR** EA 4297

TRANSFORMATIONS INTÉGRÉES DE LA MATIÈRE RENOUVELABLE

L'Équipe d'Accueil Transformations Intégrées de la Matière Renouvelable (TIMR) se positionne dans une convergence des pratiques et des savoirs du génie des procédés et de la chimie vers un objectif de valorisation des agroressources, dans une stratégie de développement durable. Par ses activités, elle s'insère dans le Pôle de Compétitivité à vocation mondiale Industries et AgroRessources (IAR).

## OBJECTIFS

Cette équipe associe les compétences de l'UTC en **génie des procédés** et celles de l'**École Supérieure de Chimie Organique et Minérale (ESCOM)** dans le domaine de la chimie.

Un rapprochement des deux institutions sur un même site à Compiègne a d'ailleurs donné naissance en 2007 au **premier pôle européen de la chimie verte**.



Retrouvez les vidéos du laboratoire TIMR sur : <http://webtv.utc.fr>  
Nos séries > Les laboratoires de recherche

[timr@utc.fr](mailto:timr@utc.fr)  
[www.utc.fr](http://www.utc.fr) > Laboratoires  
> TIMR

## ÉQUIPES ET THÈMES DE RECHERCHE

Les équipes de recherche abordent au sein du laboratoire la **synthèse de molécules**, la **formulation de produits, matériaux et spécialités**, les **procédés de transformation**, de **conservation** et de **traitement**, de **mise en œuvre** et de **mise en forme**, et les **risques des filières émergentes**.

- Activités microbiennes et bioprocédés
- Interfaces et milieux divisés
- Technologies agro-industrielles
- Transformations chimiques de la matière renouvelable
- Transformations thermiques et catalytiques
- Évaluation prédictive des risques des filières émergentes

## PROJETS DE RECHERCHE

L'équipe TIMR s'insère dans le pôle de compétitivité mondial Industries et AgroRessources et développe avec d'autres laboratoires de l'UTC, ses partenaires académiques en France et à l'étranger, de nombreux projets. Pour exemples :

### Projet ANR

SICMO propose le **développement d'un réacteur continu miniaturisé en carbure de silicium chauffé sous micro-onde** permettant une mise en œuvre sûre de toute chimie rapide à température élevée.

### Projets ITE Pivert, programme Genesys

**Vers une synthèse éco-compatible du divinylglycol biosource** dont l'objectif est de fournir une solution créative et respectueuse de l'environnement à la synthèse d'un pot de divinylglycol de glycérol par l'acroléine, en évitant la manipulation et le stockage de cet intermédiaire hautement toxique.

**Vers une synthèse éco-compatible de quinoléine biosource** a pour but de fournir une solution créative et respectueuse de l'environnement à la synthèse d'un pot de dérivés de quinoléine substitués de glycérol via l'acroléine en utilisant la stratégie Skraup. Cet itinéraire permet d'éviter la manipulation et le stockage de l'acroléine, un intermédiaire hautement toxique.

Les travaux menés dans le cadre du projet EVALBIORAF permettent de **mettre en place des modèles et outils génériques, pour l'optimisation de la bioraffinerie** (en terme de coûts et d'émissions de polluants), son évaluation environnementale et pour l'évaluation des risques industriels.

AMPHIPRED a pour objectif le **développement d'une bioraffinerie à base de plantes oléagineuses** qui doit conduire à la production de nouvelles molécules, lipidiques et amphiphiles (BDLs), conçues pour répondre à des besoins spécifiques.

Le projet MetaLipPro-PL1 constitue une phase d'acquisition de connaissances qui permettra de **compléter les connaissances du métabolisme lipidique à la fois chez les plantes et chez les levures**. Il s'agira aussi d'établir les bases en vue de **développer une plateforme pilote pour la production de lipides et leur extraction**.

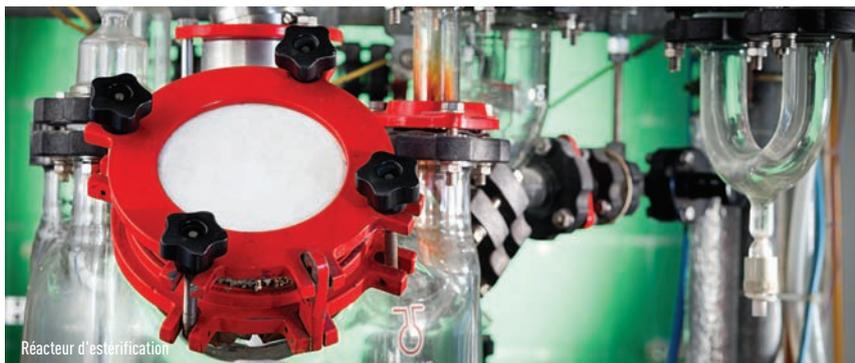
TIMR participe à plusieurs programmes de la DGE :

### Projet PSPC

VALODIM, valeur optimale des digestats issus de la méthanisation, a pour ambition de **structurer une filière nationale de valorisation des digestats** par la création et l'organisation d'écosystèmes locaux de production de fertilisants organiques.

### Projet éco-industrie

La problématique visée dans le cadre du projet PEIGAS est d'**éviter l'utilisation de matières premières toxiques** en partant de glycérine végétale ainsi que l'intensification de leur procédé de préparation en réduisant les volumes d'effluents et de déchets.



### Projet FUI

GreenWax a pour objectif de **développer une solution se substituant à la paraffine minérale sur une base végétale**, présentant un caractère suffisamment générique pour permettre son utilisation dans de multiples applications industrielles (bougie, alimentaire, cire à greffer, ...)

### Projets Région Picardie

MOTAMORPHE s'intéresse à la **problématique fondamentale du mottage des poudres, en particulier celles composées de matériaux amorphes**. En termes généraux, le mottage (caking en anglais) correspond au processus non désiré de la formation spontanée et progressive d'une masse cohérente à partir d'un ensemble de grains individuels. Cette agglomération non désirée des particules d'une poudre est souvent irréversible et difficilement prévisible.

Les enjeux scientifiques relatifs au projet D.E.HT (**étude de l'effet des Décharges Électriques de Hautes Tensions en milieu liquide complexe et transposition du procédé à l'échelle pilote en continue**) visent à comprendre davantage le mode d'action principale des décharges électriques, étudier l'impact des phénomènes physiques secondaires des décharges électriques sur la déstructuration des tissus cellulaires (effet des ondes de chocs, des bulles de cavitation, de la turbulence), comprendre les synergies pouvant se produire entre les phénomènes physiques, chimiques et électriques lors de la décharge électrique et déterminer leur impact sur l'efficacité du traitement.

Les explosions de poussières affectent tout le tissu industriel et constituent un enjeu sociétal. Il a ainsi montré que, pour beaucoup de types de particules, la flamme dans le nuage se propage comme dans les gaz ce qui a contribué à de réels progrès au plan de la prévention. Mais, pour certains types de particules, les explosions n'obéiraient pas aux mêmes lois. Des indices forts suggèrent que c'est la prééminence des transferts de chaleur par rayonnement, relativement ignorés jusqu'alors, qui en serait la cause. L'objectif du projet RADIANT est de préciser le **rôle du rayonnement dans les mécanismes des explosions de poussières**.

## PARTENARIATS

**À l'étranger :** Université Fédérale du Parana, Institut Rudjer Boskovic Zagreb, University of Graz, Max Planck Institute Berlin, Californian Institute of Technology, University of Missouri Kansas, Institut Polytechnique de Bucarest, Université de Kiev, Université de Lleida, Université de Salerno, École de Technologie Supérieure de Montréal, Technische Universität Dresden, Instituto di Chimica Fisica Applicata dei Materiali, CNR, Genova, Università di Firenze, Firenze, Max-Planck-Institut für Kolloid-und Grenzflächenforschung, Potsdam.

**En France :** École Centrale Paris, École Nationale Supérieure des Techniques Avancées, Université de Reims Champagne-Ardenne, Université d'Aix-Marseille, Institut de Recherche sur la catalyse CNRS, École de Chimie de Lille, Collège de France, INRA, École Nationale Supérieure des Industries Chimiques de Nancy, École des Mines d'Albi, École des Mines de Nantes, Université Paris-Sud.

## BIORAFFINERIE

Les plantes vont-elles sauver la chimie ? C'est le pari de la bioraffinerie qui va être construite dans le cadre du projet Pivert (Picardie Innovations Végétales Enseignements et Recherches Technologiques), récemment devenu, dans le cadre des investissements d'avenir, unique ITE (Institut pour la transition énergétique) dédié à la chimie du végétal à l'échelle du territoire. « Il s'agit à la fois de remplacer des molécules issues de la pétrochimie par des molécules végétales, d'imaginer des

nouveaux process moins gourmands en énergie grâce aux plantes et de travailler sur des chaudières alimentées par des résidus végétaux », expliquait Daniel Thomas, ancien vice-président du conseil scientifique et professeur au sein du laboratoire de Génie Enzymatique et Cellulaire (GEC) de l'UTC.

Il s'agit à la fois de remplacer des molécules issues de la pétrochimie par des molécules végétales, d'imaginer des nouveaux process moins gourmands en énergie grâce aux plantes et de travailler sur des chaudières alimentées par des résidus végétaux

À Compiègne, la recherche se focalise sur les oléagineux (colza, tournesol, lin...). Sofiprotéol, qui rassemble la filière oléagineuse, a déjà investi, à Venette, à proximité de Compiègne, là où s'est installée la plateforme Pivert. « Arkema, Rhodia, Solvay ou Chimex, la division chimie de L'Oréal : les grand noms de la chimie sont là », soulignait Daniel Thomas.

« A l'UTC, nous travaillons sur la plante elle-même, en agronomie. Comment la pousser à produire plus de molécules intéressantes à l'image, par exemple, des acides gras ramifiés, voisins des acides gras insaturés qui peuvent être utilisés dans les lubrifiants, les cires ou les plastifiants. » Autre piste, travailler sur des techniques propres (eau subcritique, champs électriques, micro onde) pour séparer les constituants de la plante. « Nous allons également étudier l'utilisation de la catalyse et de la biocatalyse (qui se sert des enzymes) afin de consommer moins d'énergie pour transformer la plante. »

Le professeur Daniel Thomas annonçait que le projet allait également s'appuyer sur les capacités d'auto-assemblage des lipides pour créer des nanostructures biodégradables ou inventer de nouvelles formulations dont l'industrie cosmétique est très friande. Enfin, Pivert aurait un objectif plus global d'écologie industrielle. Une bioraffinerie devra être un lieu d'utilisation rationnelle de la matière première: production à proximité, recyclage de tous les résidus en énergie ou en nouveaux produits.





## MÉTHANISATION

Le fumier, c'est de l'or ou plutôt de l'électricité. Depuis deux ans, l'équipe de Maurice Nonus, du laboratoire Transformations Intégrées de la Matière Renouvelable (TIMR) propose aux agriculteurs français une solution souple de méthanisation à la ferme.

La méthanisation, qui est le processus de transformation de la matière organique en biogaz, n'a rien de révolutionnaire puisqu'elle existe à l'état naturel avec le phénomène dit de gaz de marais.

Nous avons imaginé un concept modulaire et mobile qui se présente sous la forme d'un conteneur traditionnel

La méthanisation à la ferme est très développée en Allemagne. Là bas, plus de 7000 agriculteurs alimentent des méthaniseurs avec le fumier de leurs bêtes et les productions végétales dites énergétiques dans des grosses unités fixes. Le gaz dégagé alimente un moteur qui produit de l'électricité. « Certains ont même abandonné l'élevage et cultivent des plantes qu'ils mettent entière dans le méthaniseur, par exemple du maïs, se transformant ainsi en producteurs d'électricité et de chaleur. » En France, on n'en est encore pas là. Certes, EDF rachète l'électricité mais il n'est pas encore autorisé de cultiver des plantes énergétiques uniquement pour alimenter les méthaniseurs.

« Nous avons imaginé un concept modulaire et mobile », explique Maurice Nonus. Le module de méthanisation se présente sous la forme d'un conteneur traditionnel. L'éleveur le remplit, en une fois, soit une trentaine de tonnes de fumier puis le ferme (la méthanisation se fait en milieu confiné). « Nous avons travaillé pour intégrer dans le conteneur des dispositifs pour arroser et ensemer le fumier, chauffer les jus, mesurer, analyser, et récupérer le biogaz. L'agriculteur n'a plus qu'à programmer son cycle de production. » Le méthane part dans un moteur qui produit de l'énergie électrique et la chaleur est récupérée pour être valorisée, soit deux sources de revenus supplémentaires pour l'exploitation. Les résidus sont ensuite épandus dans les champs.

Les agriculteurs ne sont pas restés insensibles à l'argument financier du dispositif. « Pour avoir une production intéressante, il faut avoir entre 70 et 100 têtes de bétails. » Et l'on peut ajuster ses investissements à l'évolution de la taille de son cheptel, en achetant progressivement des conteneurs supplémentaires. Autre bon point, le fumier est immédiatement utilisé. Ce système, en piégeant le méthane permet aussi de limiter l'effet de serre.

# LES CHIFFRES CLÉS

## DE LA RECHERCHE À L'UTC



### 4 CHAIRES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE

Hydraulique et mécatronique • Numérique pour la médecine légale • Institut universitaire d'ingénierie pour la santé • Mécanique numérique

### 1 ÉCOSYSTÈME LOCAL POUR L'INNOVATION ET LA CRÉATIVITÉ

En cohérence avec ses valeurs d'origine et ses coopérations naturelles, l'UTC est l'élément moteur d'un écosystème local d'innovation et de la créativité, dont tous les acteurs collaboreront bientôt en réseau.

### 450 ENSEIGNANTS-CHERCHEURS

Les 450 enseignants-chercheurs de l'UTC donnent un sens à l'innovation en permettant l'émergence de nouveaux axes d'innovation et en introduisant l'entreprenariat et l'apprentissage au cœur de leurs préoccupations.

---

## 9 UNITÉS DE RECHERCHE

Rassemblant des compétences technico-scientifiques de différents secteurs de la recherche, neuf laboratoires classés A et A+ par l'AERES forment le cœur du potentiel de recherche de l'UTC.

## 3 AXES D'INNOVATION

Trois axes thématiques d'innovation sont abordés à l'UTC selon des approches d'éco-conception et d'interaction homme-systèmes technologiques : 1° Technologies bio-inspirées et bio-économie; 2° Transports intelligents propres et sûrs et intégrés; 3° Ingénierie et santé.

## 1<sup>ER</sup> COLLEGIUM UTC-CNRS

L'UTC et le CNRS se sont associés dans la création du 1<sup>er</sup> Collegium à l'échelle du territoire français: un dispositif unique ancré dans la formation, la recherche et l'innovation favorisant toujours plus l'interdisciplinarité.

## 1 CENTRE D'INNOVATION

Le centre d'innovation de l'UTC, hub totalement lié à l'innovation, accueille des porteurs de projets, enseignants-chercheurs, étudiants, personnels ou membres de la société civile qui peuvent collaborer avec les laboratoires de l'UTC et tirent parti des compétences du territoire : INPI, BPI, réseau entreprendre pour passer de "l'idée au produit". Le centre s'articule autour de la créativité d'une part, accueillant les idées d'où qu'elles viennent, et de la maturation d'autre part, transformant les inventions en innovations pour le marché.

## 2 PÔLES DE COMPÉTITIVITÉ À VOCATION MONDIALE

L'UTC est fortement impliquée dans l'animation des deux pôles de compétitivité à vocation mondiale : i-Trans, qui porte sur les transports terrestres innovants & Industries et AgroRessources (IAR), qui aborde, à travers les biotechnologies, l'exploitation de la plante entière à des fins industrielles et non alimentaires.

## 8 PROJETS D'INVESTISSEMENTS D'AVENIR

Huit projets UTC ont été récompensés par les jurys internationaux des investissements d'avenir, qui consacrent 21,9Mds d'€ à l'enseignement supérieur et la recherche :

- une **Initiative d'excellence (IDEX)** : SUPER avec ses partenaires de la COMUE Sorbonne Universités : Paris II, Paris IV, Paris VI, Musée National d'Histoire Naturelle, INSEAD et UTC,
- un Institut pour la transition énergétique (ITE) : Pivert, sur la **chimie du végétal**,
- un Institut de Recherche Technologique (IRT) : RAILENium, dédié au **ferroviaire**,
- un Laboratoire d'excellence (Labex) : MS2T sur la maîtrise des **systèmes de systèmes**,
- deux équipements d'excellence (Équipex) : Figures, au service de la **reconstruction faciale** et Robotex sur la **robotique**,
- une Société d'accélération du transfert de technologie (SATT) : LUTECH, comme "**filtre aux projets d'innovation**",
- une Initiative d'Excellence en Formations Innovantes (IDEFI) : InnovENT-E, enseignement supérieur et PME, un même objectif : la **formation à l'innovation et à l'export**.



# RETROUVEZ TOUTES LES VIDÉOS DE LA RECHERCHE À L'UTC

[www.utc.fr](http://www.utc.fr)

La visite hypermédia de chacun de nos laboratoires pour naviguer au sein des plateformes avec les enseignants-chercheurs.

[webtv.utc.fr](http://webtv.utc.fr)

Les thèmes de recherche (Bio-ingénierie, Technologie & sciences de l'homme...), les séries comme les doctorants de l'UTC qui parlent de leur thèse ("Les thèses qui changent notre vie"), l'innovation de A à Z ("Abécédaire de l'innovation") et les actualités,...

[interactions.utc.fr](http://interactions.utc.fr)

Toute l'actualité de l'UTC, les dossiers sur la technologie et thèmes de recherche ou l'innovation, autour des interviews de partenaires, des enseignants-chercheurs, des projets en cours, ...

[abc-innovation.utc.fr](http://abc-innovation.utc.fr)

Les enseignants-chercheurs de l'UTC décryptent la pluralité des idées, des concepts, des tendances et des NTIC au travers des 26 lettres de l'alphabet.



|                  |   |
|------------------|---|
| <b>ANR</b>       | Agence nationale de la recherche  |
| <b>Bpifrance</b> | Banque publique d'investissement  |
| <b>COMUE</b>     | Communauté d'universités et d'établissements  |
| <b>DGE</b>       | Direction générale des entreprises  |
| <b>Équipex</b>   | Équipement d'excellence   |
| <b>FUI</b>       | Fonds unique interministériel   |
| <b>GIS</b>       | Groupe d'intérêt scientifique   |
| <b>IAR</b>       | Industries et agroressources  |
| <b>IDEFI</b>     | Initiatives d'excellence en formation innovante                                     |
| <b>IDEX</b>      | Initiatives d'excellence  |
| <b>ITE</b>       | Institut de transition énergétique  |
| <b>IRT</b>       | Institut de recherche technologique   |
| <b>Labcom</b>    | Laboratoire commun. Symbolise le partenariat entre un laboratoire et une entreprise |
| <b>Labex</b>     | Laboratoire d'excellence  |
| <b>PIA</b>       | Programme d'investissements d'avenir  |
| <b>PSPC</b>      | Projets structurants des pôles de compétitivité                                     |
| <b>SATT</b>      | Société d'accélération du transfert de technologie                                  |
| <b>UFR</b>       | Unités de formation et de recherche   |



Crédits photos :

Éric Nocher / Pages 1, 6, 8, 11, 14, 17, 22, 27, 29, 30, 43, 47, 49, 52  
Cabinet d'architectes Ameller, Dubois et Associés / Page 2

[www.utc.fr](http://www.utc.fr)

Université de Technologie de Compiègne  
rue du docteur Schweitzer  
CS 60319  
60203 Compiègne Cedex - France

