

- [SITE UTC](#)
- [Newsletter](#)
- [Twitter](#)
- [Facebook](#)
- [Web TV](#)
- [FR](#)
 - [EN](#)
- [Recherche interactions.utc.fr](#)

Nom du site

Menu

Menu complémentaire

[Donnons un sens à](#)

[l'innovation](#)

- [Thématiques](#)
 - [Bio-mécanique, bio-ingénierie, ingénierie de la santé](#)
 - [Biotechnologies, biocatalyseurs, biomimétisme](#)
 - [Génie des procédés, chimie, développement durable, agroressources](#)
 - [Mécanique, acoustique, matériaux, électromécanique](#)
 - [Automatique, robotique, décision, informatique, réalité virtuelle](#)
 - [Technologie et sciences de l'homme](#)
 - [Modélisation urbaine, ville durable, urbanisme](#)
 - [Mathématiques appliquées](#)
 - [Design industriel](#)
 - [Pluridisciplinarité](#)
 - [Doctorat](#)
 - [Entrepreneuriat, startups](#)
 - [Prix et concours](#)
 - [International](#)
 - [Vie de l'université](#)
 - [Regards sur le monde](#)
- [Magazine](#)
 1. [Interactions, le Magazine des Technologies Emergentes](#)
 2. [Thématiques](#)
 3. [Pluridisciplinarité](#)
 4. [46 : Labex MS2T, une dynamique d'excellence à pérenniser](#)
 5. Un programme scientifique de plus en plus ambitieux

[Pluridisciplinarité](#)

Dossier

46 : Labex MS2T, une dynamique d'excellence à pérenniser

L'UTC porte l'un des 171 Labex issus du programme d'investissements d'avenir lancé en 2010. Têtes de pont de l'excellence scientifique française et de son rayonnement international, ces structures jouent un rôle croissant en matière de recherche, formation et valorisation. Zoom sur leurs enjeux et leurs principales retombées.

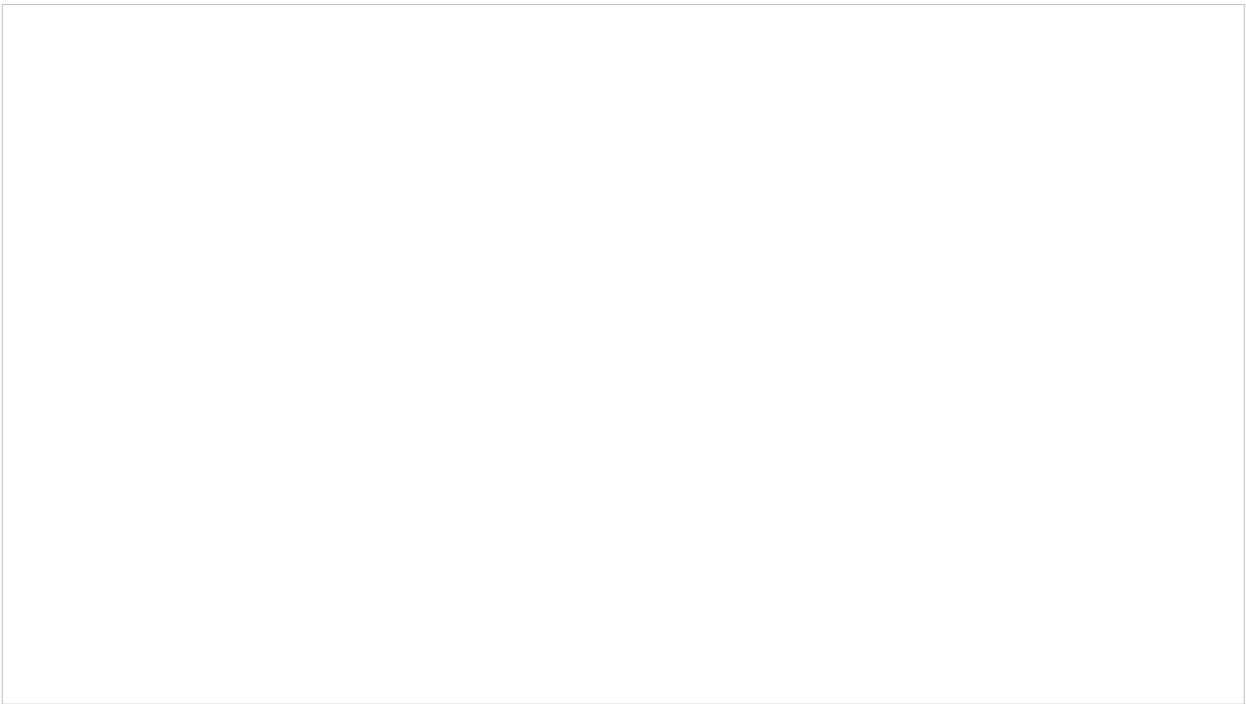
20 mars 2018

Au sommaire de ce dossier

- [Labex MS2T, une dynamique d'excellence à pérenniser](#)
- [bilan d'étape très positif pour le Labex de l'UTC](#)
- [Un projet de start-up porté par MS2T](#)
- [Deux professeurs invités... deux Best Paper Awards !](#)
- [Du Labex à une bourse ERC](#)
- [Un programme scientifique de plus en plus ambitieux](#)
- [Former à et par la recherche : l'autre grand enjeu de MS2T](#)
- [Un master commun avec l'université de Gênes](#)

Un programme scientifique de plus en plus ambitieux

C'est l'atout majeur d'un Labex : disposer des moyens financiers nécessaires pour prendre le risque d'engager des recherches amont réellement novatrices, susceptibles de déboucher sur des concepts scientifiques et des technologies de rupture. Illustration avec quelques projets de MS2T.



En lançant le projet MS2T, l'UTC s'était fixé trois axes d'investigation – interactions et coopérations entre systèmes, management des incertitudes dans le fonctionnement d'un métasystème, conception optimisée des systèmes de systèmes –, et quatre domaines socio-économiques : la mobilité (véhicules autonomes coopératifs, transport guidé...), l'ingénierie de la santé (systèmes de télésurveillance médicale, dispositifs thérapeutiques...), la sécurité (cybersécurité, surveillance par une flotte de drones...) et l'environnement (réseaux électriques intelligents, gestion des risques naturels...). Partant de là, sous la coordination scientifique de Thierry Denoeux, professeur à Heudiasyc, les chercheurs avaient identifié un ensemble de verrous technologiques et scientifiques à quatre et dix ans.

Dans un premier temps, ils ont conçu des briques pour lever les verrous à moyen terme. Depuis 2015, ils sont passés à la vitesse supérieure. Désormais, le Labex décline sa feuille de route en concentrant l'essentiel de ses ressources sur quelques projets interdisciplinaires très ambitieux, et en particulier trois grands défis : Dapad, Divina et Interfaces.

La conduite autonome coopérative

Dapad* porte sur la coopération entre véhicules autonomes. Une des clés pour que ces véhicules automatisés puissent un jour circuler de façon sûre sur des routes ouvertes à d'autres usagers. Et un sujet stratégique pour Heudiasyc, qui travaille de longue date sur les transports intelligents. « Avec ses capteurs embarqués (caméras, radars, lidars, GPS...), un véhicule autonome ne peut pas se localiser seul de façon très précise et, surtout, n'a qu'un champ de vision limité, explique Franck Davoine, l'un des deux porteurs du projet.

Échanger des données avec d'autres véhicules et l'infrastructure routière, lui permettrait d'affiner son positionnement, mais aussi de voir plus loin, et donc de mieux anticiper les décisions à prendre : par exemple, de détecter la voiture masquée par le bus derrière lequel il roule, d'être informé qu'une voiture arrivant en sens inverse a mis son clignotant et risque de lui couper la route en tournant, ou encore qu'un ralentissement s'est formé au rond-point vers lequel il se dirige. »

Mais avant d'en arriver là, il reste quantité de questions à résoudre : quelles données échanger ? Comment fusionner des informations provenant des différents capteurs de multiples véhicules ? Comment garantir la robustesse des décisions prises par le pilote automatique des véhicules lorsque les données échangées sont erronées ou partielles, par exemple en cas de défaillance d'un capteur ou de problèmes de

communication ? Et donc quels algorithmes concevoir pour analyser des scènes routières éminemment complexes et dynamiques en intégrant ces paramètres ? Pour lever ces verrous, l'équipe Dapad réunit différentes disciplines d'Heudiasyc (robotique et automatique, contrôle, vision par ordinateur, télécommunications) et mène des expérimentations sur les véhicules autonomes de l'Equipex Robotex **.

Cap sur la robotique en essaim

Le défi Divina *** , quant à lui, vise à faire coopérer de petits drones pour explorer et cartographier en 3D une zone où aucun système GPS n'est disponible : par exemple, un site dévasté par une catastrophe où il faut envoyer des secours. Sans possibilité de se localiser et limité par une autonomie et des capacités de calcul restreintes, un minidrone ne peut pas remplir cette mission seul. D'où l'idée d'associer plusieurs drones équipés de caméras et de moyens de communication pour se localiser les uns par rapport aux autres, naviguer, cartographier chacun une partie de l'espace survolé et échanger des données.

Dans ce projet, les questions concernent à la fois la représentation que les drones construisent de leur environnement à partir des caméras, leurs échanges d'informations pour améliorer l'exploration de la zone et le contrôle distribué de la flotte : comment positionner les robots pour élargir au maximum leur champ de vision, tout en faisant en sorte qu'ils restent assez proches pour pouvoir communiquer ? Pour y répondre, les chercheurs explorent notamment une voie nouvelle, la robotique en essaim.

« En interagissant, les constituants d'un système de systèmes génèrent des comportements émergents qui ne sont pas forcément prévus ni souhaitables, explique Vincent Frémont, coordinateur de Divina. Les drones peuvent par exemple rester groupés pour communiquer plus facilement, mais dans ce cas l'exploration est lente, ou partir dans tous les sens et dans ce cas l'exploration est partielle. L'objectif est donc d'amener la flotte à s'auto-organiser pour être efficace. Pour cela, nous cherchons à exploiter les principes de la robotique en essaim, qui s'inspire du comportement des insectes sociaux : les fourmis, par exemple, s'auto-organisent en secrétant des phéromones pour communiquer.

Mais, en même temps, nous détournons ce concept, car dans un essaim de robots, tous les agents sont identiques et très simples : l'intelligence du système vient de leur multiplicité. Or notre flotte se limite à quelques drones, dotés chacun d'une certaine intelligence et hétérogènes (plus ou moins gros, équipés d'une ou deux caméras selon les cas...). »

L'équipe Divina mobilise également plusieurs disciplines d'Heudiasyc. Elle participe à un projet FUI (Fonds unique interministériel) sur la surveillance d'infrastructures par une flotte de drones hétérogènes, avec plusieurs industriels (Eurogiciel, SNCF, EDF, Aero Surveillance).

Un système de systèmes bioartificiel

Le troisième grand défi, Interfaces **** , porte sur l'ingénierie tissulaire, qui vise à développer des substituts biohybrides pour régénérer ou remplacer des tissus lésés du corps humain. En pointe dans ce domaine, le laboratoire BMBI a par exemple travaillé sur la reconstruction de tissus osseux en cultivant des cellules sur une matrice en biomatériau qui simule leur environnement in vivo et leur sert de support pour pousser jusqu'à ce que le tissu se reconstitue.

Avec Interfaces, son ambition va bien au-delà : reconstituer le continuum os-tendon-muscle et donc les interfaces entre ces trois composants (les jonctions osteo-tendineuses et musculo-tendineuses). « L'idée, à terme, serait de reconstruire l'ensemble de ces tissus simultanément, en cultivant des cellules souches sur différents types de supports, qui selon leur composition, leur structure et les contraintes mécaniques appliquées aux cellules, leur permettrait de se différencier en cellules osseuses, tendineuses et musculaires, explique Cécile Legallais, directrice de BMBI et porteuse du projet. Mais c'est un challenge ! »

Entre autres verrous : la caractérisation des propriétés mécaniques des supports en biomatériau et surtout

du tissu bioartificiel en formation lorsque les cellules poussent sur ces matrices. Car si les lois de comportement des matériaux sont assez bien connues, celles d'un matériau sur lequel se développe un tissu vivant ne le sont pas. Pour les décrypter, les chercheurs en biomécanique et bio-ingénierie de BMBI travaillent avec des experts en mécanique et matériaux du laboratoire Roberval.

Autre obstacle : « Les connaissances sur le comportement de l'ensemble os-tendon-muscle natif sont insuffisantes pour parvenir directement à un dispositif de suppléance implantable chez l'homme, souligne Cécile Legallais. Mais ce projet devrait justement contribuer à les enrichir. Dans un premier temps, c'est d'ailleurs l'objectif : disposer d'un système de systèmes bioartificiel permettant de mieux simuler le vivant pour mieux le comprendre. »

L'imprévisibilité, source d'innovation

Début 2018, le Labex a franchi un pas de plus dans l'interdisciplinarité en intégrant des chercheurs de Costech, le laboratoire de recherche technologique en sciences humaines et sociales de l'UTC. L'enjeu : faire interagir cette discipline avec les sciences de l'ingénieur pour impulser un élan encore plus novateur aux travaux de MS2T. Pour cela, le Labex s'est fixé un quatrième axe de travail intitulé « dynamique des systèmes de systèmes : émergence et agilité », qui vise à étudier une autre manière de penser et concevoir les systèmes de systèmes.

« On sait que ces métasystèmes très complexes ont des comportements imprévisibles, explique Hugues Choplin, directeur adjoint de Costech. Notre pari, c'est d'envisager ces émergences non pas comme des incertitudes sources de risques, mais comme des opportunités à exploiter. Cette approche est le manifeste des méthodes agiles en ingénierie logicielle : il n'est jamais possible de tout prévoir et c'est tant mieux parce que s'adapter à l'imprévu est source d'innovation. Elle nous semble particulièrement pertinente pour les systèmes de systèmes. »

Pour l'expérimenter, le Labex a notamment défini deux terrains d'application. Le premier, en lien direct avec le défi Interfaces, associe Cécile Legallais, de BMBI, et Xavier Guchet, philosophe des techniques. Objectif : explorer une nouvelle vision de la reconstruction d'un organe bioartificiel, susceptible de repousser les frontières de la bio-ingénierie. Une vision qui consiste non pas à assembler des composants obtenus séparément, en essayant de prévoir le comportement global de l'organe à partir de leurs caractéristiques, mais à s'inspirer du vivant. Autrement dit, à favoriser des comportements émergents mimant les transformations successives qui font qu'un organisme vivant se développe spontanément, sans assemblage de composants.

Le second terrain d'application réunit un chercheur de Roberval, Matthieu Bricogne, et une spécialiste en sciences de l'information et de la communication de Costech, Isabelle Cailleau. Il porte sur un sujet de plus en plus stratégique pour l'UTC : la révolution numérique des processus de conception et de production dans l'industrie du futur. « Le ressort de l'industrie 4.0, c'est l'agilité, l'adaptation à l'imprévisibilité, explique Jérôme Favergeon, directeur de Roberval : par exemple, la capacité à personnaliser des produits fabriqués en grande série au gré des commandes de chaque client, qui, pour l'instant, reste un défi. » Là encore, il s'agit donc d'imaginer des mécanismes favorisant l'émergence de solutions inventives face à une dynamique impossible à contrôler.

Des matériaux communicants

Autre évolution à venir, l'ouverture de l'axe de travail sur la conception optimisée des systèmes de systèmes à une nouvelle dimension : penser d'emblée les systèmes physiques interconnectés (par exemple, les véhicules autonomes) comme des objets communicants. « Aujourd'hui, les matériaux d'un système sont choisis en fonction de leur comportement mécanique et, le cas échéant, de propriétés spécifiques (électriques, thermiques, magnétiques...), souligne Jérôme Favergeon.

Demain, il faudra aussi qu'ils puissent transmettre de l'information pour éviter d'avoir à ajouter systématiquement une couche communicante au système physique. Par exemple, on peut imaginer des vitrages automobiles communicants et capables d'afficher des informations ou bien des éléments de carrosserie intégrant directement des microcapteurs. Ce sont des sujets sur lesquels nous souhaitons également développer des recherches interdisciplinaires. » n

* *Dapad : Distributed and Augmented vehicle Perception to support Autonomous Driving*

** *MS2T s'appuie sur des plateformes technologiques de haut niveau, dont l'Équipement d'excellence (Equipex) Robotex : un réseau national de plateformes expérimentales de robotique porté par le CNRS, dont Heudiasyc coordonne le volet « robotique mobile terrestre et aérienne » (véhicules autonomes et minidrones).*

*** *Divina : Distributed cooperative Visual Navigation for multi-uav systems*

**** *Tissues and cell interfaces in muscle-skeleton system: application to the design of bioartificial sos*

Le label de Labex, gage d'une recherche d'excellence

Plastic Omnium finance une thèse sur l'industrie du futur codirigée par Roberval et Heudiasyc et figure parmi les sponsors de la System of Systems Engineering Conference 2018 portée par le Labex MS2T. Questions à son directeur scientifique, Ronan Stephan, qui fut aussi président de l'UTC de 2005 à 2009.

Quel est l'intérêt des Labex pour un industriel comme Plastic Omnium ?

Il existe une relation de plus en plus « obligée » entre les entreprises qui innovent et la recherche publique. D'une part, même les grands groupes n'ont pas les moyens d'entretenir des forces de recherche amont sur des spectres suffisamment larges pour générer l'ensemble des briques de base de leurs technologies. De l'autre, les industriels ne peuvent pas se contenter d'observer à distance les évolutions de la recherche, puis d'appliquer ensuite les résultats qui leur semblent les plus pertinents : ce serait prendre le risque de se laisser surprendre par une technologie de rupture. D'où l'importance d'entretenir des relations suivies avec les laboratoires publics et de développer, dans certains cas, des recherches réellement collaboratives et stratégiques avec les équipes concernées. L'innovation est aujourd'hui une affaire de partenariats et, plus largement, d'écosystèmes où les complémentarités des acteurs se conjuguent pour atteindre plus vite et mieux des objectifs communs. Et c'est d'autant plus vrai quand l'excellence est une qualité commune aux partenaires. Ainsi, nous avons besoin de nouer des liens avec des équipes de recherche dont la qualité académique est au premier rang dans la compétition internationale.

Ce qui signifie que l'étiquette de Labex joue un rôle de label ?

Oui, c'est une marque de reconnaissance de l'excellence d'une équipe.

Quels travaux de MS2T vous intéressent en particulier ?

Notre intérêt immédiat est focalisé sur l'industrie 4.0 : l'analyse automatisée en temps réel des quantités de données collectées sur nos lignes de fabrication, afin d'anticiper les dérives dans la qualité de la production et d'adapter la planification des séquences de maintenance aux besoins réels des équipements. Ces problématiques de l'industrie 4.0 sont proches, sur un plan algorithmique, de celles du pilotage automatique de drones ou de véhicules autonomes sur lesquelles travaille le Labex.

On peut souligner, par ailleurs, que Plastic Omnium est le leader mondial des éléments de carrosserie en

matières plastiques, qui, si le transport autonome se développe, devront être communicants et intégrer des capteurs, des antennes... Les recherches de l'UTC sur les véhicules du futur nous intéressent aussi pour cette raison.

A lire aussi sur le même sujet

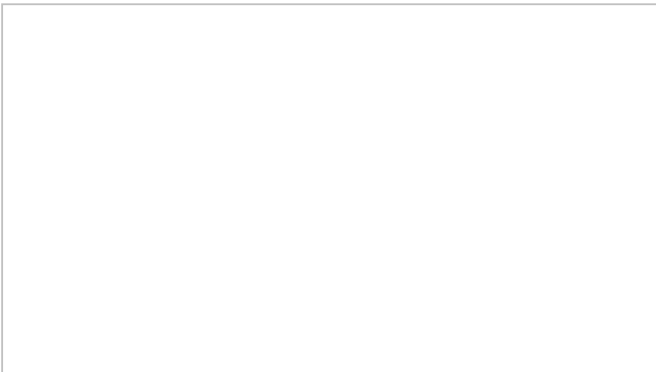
Dossier



Thématique : : Pluridisciplinarité

44 : Industrie du futur : l'UTC aux côtés des entreprises

Articles



Thématique : : Automatique, robotique, décision, informatique, réalité virtuelle

L'interface homme – machine au cœur de l'économie de demain

Web TV



[Conduite autonome collaborative - Véhicules intelligents](#)

[PDF](#)

[Partager](#)

- [Facebook](#)
- [Twitter](#)
- [Linkedin](#)

[Lecture](#)

[ConfortImprimer](#)

Le magazine

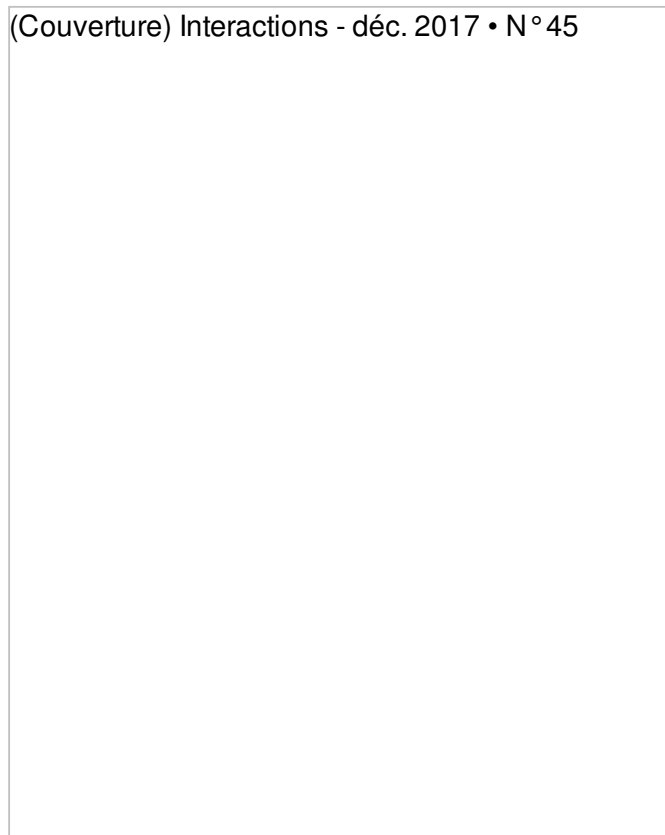
Le magazine est téléchargeable en version française et anglaise

déc. 2017 • N° 45

Innovation pédagogique : l'approche UTC

- [Version interactive](#)
- [Télécharger en français - PDF - 3200 Ko](#)
- [Télécharger en anglais - PDF - 3180 Ko](#)

(Couverture) Interactions - déc. 2017 • N° 45



[Voir tous les magazines](#)

Abonnez-vous aux newsletters d'interactions UTC

Donnons un sens à l'innovation

Construite sur une pédagogie de l'autonomie et une recherche technologique interdisciplinaire orientée vers l'innovation, l'UTC forme des ingénieurs, masters et docteurs aptes à appréhender les interactions de la technologie avec l'homme et la société.

Avec ses 9 laboratoires de recherche et son ouverture internationale, l'UTC se positionne parmi les meilleures écoles d'ingénieurs dans le monde.

- [WEB-TV UTC](#)
- [Diplômés](#)
- [Faire un don](#)
- [Contacter la rédaction](#)
- [Crédits](#)
- [Mentions légales](#)
- [Cookies](#)