

# NEW HORIZONS

RAPPORT ANNUEL 2017

LUXEMBOURG  
INSTITUTE OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

LIST











## TABLE DES MATIÈRES

---

<b>Éditorial</b>	<b>2</b>
<b>Événements</b>	<b>4</b>
<b>Chiffres clés</b>	<b>10</b>
<b>Reportages</b>	<b>16</b>
Améliorer la qualité de vie dans une société en rapide mutation	18
Créer un impact économique grâce aux nouvelles technologies	22
Bénéficier d'un système de recherche attractif	26
Former la prochaine génération de chercheurs de renommée mondiale	30
<b>Faits marquants</b>	<b>34</b>
Rétrospective	36
Recherche technologique	38
Développement industriel	40
Excellence scientifique	42
<b>Gouvernance</b>	<b>44</b>
<b>Comptes et bilans</b>	<b>48</b>

---

## LE MOT DU PRÉSIDENT DU CONSEIL D'ADMINISTRATION ET DU DIRECTEUR GÉNÉRAL

### VERS DE NOUVEAUX HORIZONS

2017 a été sans nul doute une année de consolidation décisive pour le LIST. Notre institut de recherche peut enfin entrevoir avec sérénité les défis, chantiers et changements qui l'attendent. Depuis sa fondation il y a maintenant plus de trois ans, le LIST s'est ainsi doté d'une assise forte, lui conférant un atout non négligeable, celui de pouvoir avancer sans vaciller.

Cette assise se matérialise notamment par un solide contrat de performance signé en janvier 2018 et préparé pendant une bonne partie de l'année précédente avec le gouvernement. Il représente une belle réussite à plus d'un titre. D'abord au niveau des chiffres, puisqu'il prévoit sur quatre ans une augmentation de 18% du financement alloué par notre ministère. Ensuite en termes de contenu, les indicateurs ont été repensés afin de mieux correspondre à ceux d'un RTO (Research and Technology Organisation). Enfin, son succès réside également dans la collaboration qui a été mise en place avec les directeurs, les chefs d'unité ou de groupe, mais aussi avec le conseil de concertation afin de définir ou d'affiner la stratégie qui mènera le LIST jusqu'en 2021, avec comme objectif de devenir un véritable RTO pour 2025.

Déjà en 2017, l'unique RTO luxembourgeois a su maintenir le cap qu'il s'était initialement donné et qui a été reconfirmé par le nouveau contrat de performance. Notre Institut a une nouvelle fois su se démarquer sur la scène de la recherche nationale et européenne. En 2017, le LIST a ainsi déployé de nombreuses innovations et technologies bénéficiant à la fois à l'industrie et à la société luxembourgeoises, mais pas seulement. Le LIST s'est engagé dans d'importantes collaborations nationales et internationales, témoignant sans conteste de la performance et de la qualité de ses travaux.

L'année 2017 a tout d'abord vu la concrétisation d'engagements pris l'année précédente. Dans le cadre de sa collaboration phare avec l'industriel Goodyear portant sur la mobilité durable et les matériaux du futur, le LIST a ainsi recruté de nombreux PhD et Post-Doc internationaux et lancé plus d'une dizaine de projets. La collaboration engagée avec PM-International AG sur les biosuppléments innovants pour les lignes de produits de santé, de remise en forme, de bien-être et de beauté a également pris forme. Le LIST a en effet mis en place, au sein de ses locaux, des laboratoires partagés facilitant les opérations et les investissements pour l'extraction et la transformation de molécules d'origine végétale. Le LIST et PM-International AG ont par ailleurs lancé le premier LIST International Award en Bioinnovation (LIAB Award 2017) récompensant les résultats de recherche et les technologies particulièrement susceptibles d'être transférés sur le marché.

2017 est également marquée par de nombreux partenariats industriels. Avec CERATIZIT, le LIST s'est engagé à développer de nouveaux revêtements performants à haute température, supérieure à 850 degrés Celsius, pour la technique d'usinage à grande vitesse. Il s'est également engagé, respectivement avec Circuit Foil et Carlex, pour le développement d'une nouvelle génération de cuivre et d'une nouvelle génération de pare-brise pour automobiles. Enfin, le LIST s'est engagé au côté de SES pour, notamment, développer des produits et services commerciaux en matière de communications par satellite (SATCOM) innovants. Au total, 20 projets collaboratifs ont été signés avec l'industrie luxembourgeoise et européenne au courant de l'année.



D'autre part, le LIST s'est associé à l'Université Catholique de Louvain dans le cadre d'une recherche concertée dans les domaines des sciences et des technologies de la vie et de l'environnement, ainsi que dans le traitement des données, la modélisation et la visualisation. Il a également obtenu le renouvellement de la confiance du Ministère de l'Agriculture dans le cadre de ses activités ayant trait aux domaines de l'agriculture, de la viticulture et de la protection des consommateurs. L'excellence scientifique reste d'ailleurs au cœur des ambitions du LIST comme en témoignent les 42 projets compétitifs acceptés, les 11 publications à facteur d'impact supérieur à 10 réalisées, les 17 thèses soutenues et la nomination de trois de ses chercheurs en tant que « Adjunct Professor » à l'Université du Luxembourg.

Enfin, et conformément à sa mission de transfert de l'innovation et d'accélération de l'impact économique pour l'industrie, le LIST a créé en son sein le Finance Innovation Technology and Systems Centre (FITS), une infrastructure se concentrant sur les technologies financières numériques en tant qu'accélérateurs clés dans la transformation de la place financière du Luxembourg.

Fort de toutes ses réussites, nous envisageons l'avenir de notre Institut avec confiance et sérénité, prêt à relever les défis qui l'attendent de pied ferme.



Georges Bourscheid  
Président du Conseil d'Administration



Dr Fernand Reinig  
Directeur Général a.i.







# | ÉVÉNEMENTS



## ENGAGEMENT CONCRÉTISÉ

La collaboration phare du LIST engagée avec Goodyear en fin d'année 2016 est passée à la vitesse supérieure. Avec un investissement record de près de 50 millions d'euros dans les activités de recherche et développement, le partenariat LIST-Goodyear est le plus important partenariat privé-public qui ait jamais existé au Luxembourg.

Le LIST et Goodyear ont ainsi jeté les bases de travaux communs et mis en place les éléments nécessaires à la bonne marche de leur ambition : celle de développer des pneus plus respectueux de l'environnement en termes de matériaux utilisés, de performance et de processus de fabrication. Sur les 5 programmes de recherche, 4 portant sur les matériaux et 1 sur le Big Data, que comptent ce partenariat, l'année 2017 a vu la concrétisation des premiers éléments fondateurs. En tout, pas moins de 30 doctorants et post-doctorants, représentant 11 nationalités différentes, ont été engagés, 100 collaborateurs ont été impliqués et 14 projets ont été initiés.





## L'INFINIMENT PETIT

Dans le cadre d'un projet d'envergure qui a mobilisé les chercheurs du LIST pendant pas moins de 7 ans, le LIST a développé une technologie de spectrométrie de masse SIMS (Secondary Ion Mass Spectrometry) innovante et unique au monde permettant l'exploration de l'infiniment petit à des échelles jamais atteintes auparavant.

En combinaison avec des microscopes ioniques tel que l'ORION NanoFab commercialisé par l'industriel ZEISS, partenaire du LIST pour ce projet, l'instrument mis au point dans les laboratoires du LIST permet l'analyse de surface avec une résolution record autour de 10 nanomètres, c'est-à-dire jusqu'à 10.000 fois plus petite que le diamètre d'un cheveu humain.

Cette technologie SIMS baptisée VECTOR<sup>500</sup> est désormais commercialisée par la société Luxembourg Ion Optical Nano-Systems sàrl, une spin-off du LIST lancée fin 2017 à cet effet.



## DONNÉES PROTÉGÉES

Dans le cadre de ses activités de recherche et développement avec la Commission nationale pour la protection des données (CNPd), le LIST a mis au point une solution innovante et intuitive permettant de vérifier le niveau de maturité des organisations en matière de protection des données.

Dénommé « GDPR Compliance Support Tool », cet outil est destiné à aider les entreprises à se mettre en conformité avec le nouveau régime de protection des données entrant en vigueur au Luxembourg en mai 2018. Il permet non seulement la gestion d'un registre de traitement, et de tous autres documents nécessaires à démontrer leur responsabilité, mais également la réalisation d'un suivi sur l'évolution du niveau de maturité des organisations.

Conçu et prototypé par une équipe du LIST, grâce à une base de données complète de 350 exigences réglementaires, l'outil a été transféré à l'entreprise eProseedRTC, éditeur de logiciels FinTech / RegTech et fournisseur de services informatiques.



## LABORATOIRES PARTAGÉS

Pour la toute première fois de son histoire, le LIST a ouvert de manière substantielle à l'un de ses partenaires industriels, sa plate-forme de recherche technologique dans le domaine de la bio-innovation.

Le LIST et PM-International AG disposent désormais de laboratoires partagés au sein des locaux du LIST à Belvaux. Focalisée sur les molécules bioactives innovantes, cette infrastructure commune facilite les opérations et les investissements pour l'extraction et la transformation de molécules d'origine végétale, mais pas seulement. Elle pose plus largement un jalon majeur du partenariat portant sur les biosuppléments innovants pour les lignes de produits de santé, de remise en forme, de bien-être et de beauté liant les deux entités depuis 2016.









## | CHIFFRES CLÉS

collaborateurs | **592**

**65 %**  
hommes 

 **35 %**  
femmes



## RESSOURCES HUMAINES

 **40**  
nationalités

**74 %**

chercheurs ou  
spécialistes de  
l'innovation

**114** | personnes  
embauchées

**79** |   
doctorants

## SCIENCE ET TRANSFERT

**26** 

**13**

licences payantes

**200**

articles  
scientifiques  
publiés avec  
un facteur  
d'impact  $\geq 2$

**1**

spin-off



**114** | projets  
compétitifs  
nationaux



**76** | 

projets collaboratifs  
et similaires

**55**

contrats  
d'envergure

**17** | projets Interreg,  
FEDER, Erasmus,  
Cost et Fondations

**Σ 319** | total des  
projets et  
contrats RDI

**32**

projets  
autofinancés

**25** | projets  
compétitifs  
européens



## TPOLOGIE DES CONTRATS DE RECHERCHE

- Les **projets compétitifs** sont des projets de recherche ayant passé avec succès une évaluation scientifique internationale suite à un appel à projets dans le cadre de programmes nationaux ou internationaux.
- Les **projets collaboratifs** sont des projets qui répondent à la définition de projets collaboratifs au sens de l'encadrement communautaire des aides d'Etat. Les projets publics, s'inscrivant dans le cadre des missions d'utilité publique confiées au LIST, ainsi que les projets de l'Agence Spatiale Européenne (ESA) ou cofinancés par des fondations, y sont assimilés.
- Les **projets autofinancés** sont des projets d'intérêt stratégique pour le LIST financés par les fonds propres du LIST.
- Les **contrats d'envergure** sont ceux de plus de 50.000 € ou pour lesquels il est jugé nécessaire d'avoir un suivi plus fin.



# COLLABORATION INTERNATIONALE

## NOMBRE DE CONTRATS PAR PAYS

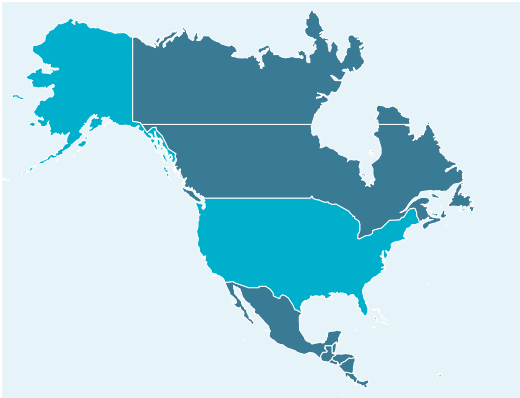
### EUROPE

Allemagne	8
Autriche	2
Belgique	9
Croatie	1
Danemark	1
Espagne	5
Finlande	2
France	16
Grande-Bretagne	6
Grèce	3
Italie	5
Malte	1
Pays-Bas	8
Portugal	2
République Tchèque	1
Roumanie	1
Suède	3
Suisse	5

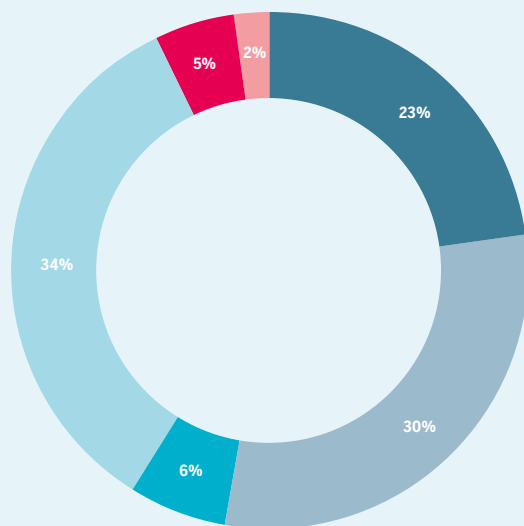
### MONDE

États-Unis	1
Tunisie	1

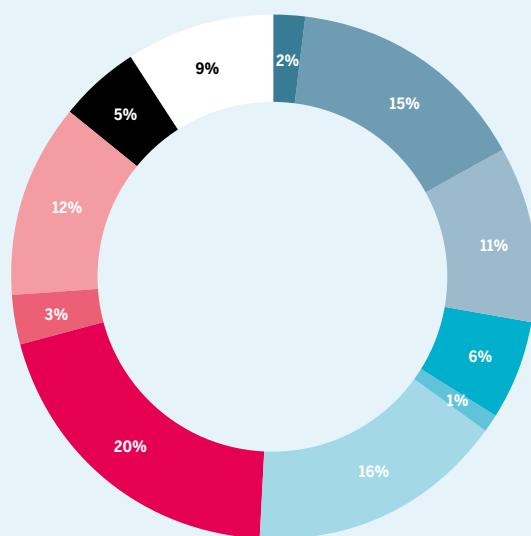
## RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES CONTRATS SIGNÉS EN 2017



## RÉPARTITION DES PARTENARIATS SIGNÉS EN 2017 PAR TYPE DE PARTENAIRE



## COUVERTURE SECTORIELLE DES PARTENARIATS SIGNÉS EN 2017 AVEC DES ENTREPRISES



### Type de partenaire

- Entreprises (30)
- Universités (38)
- Institutions publiques (8)
- Centres de recherche (43)
- Fondations et associations (7)
- Autres (2)

### Secteur d'activité

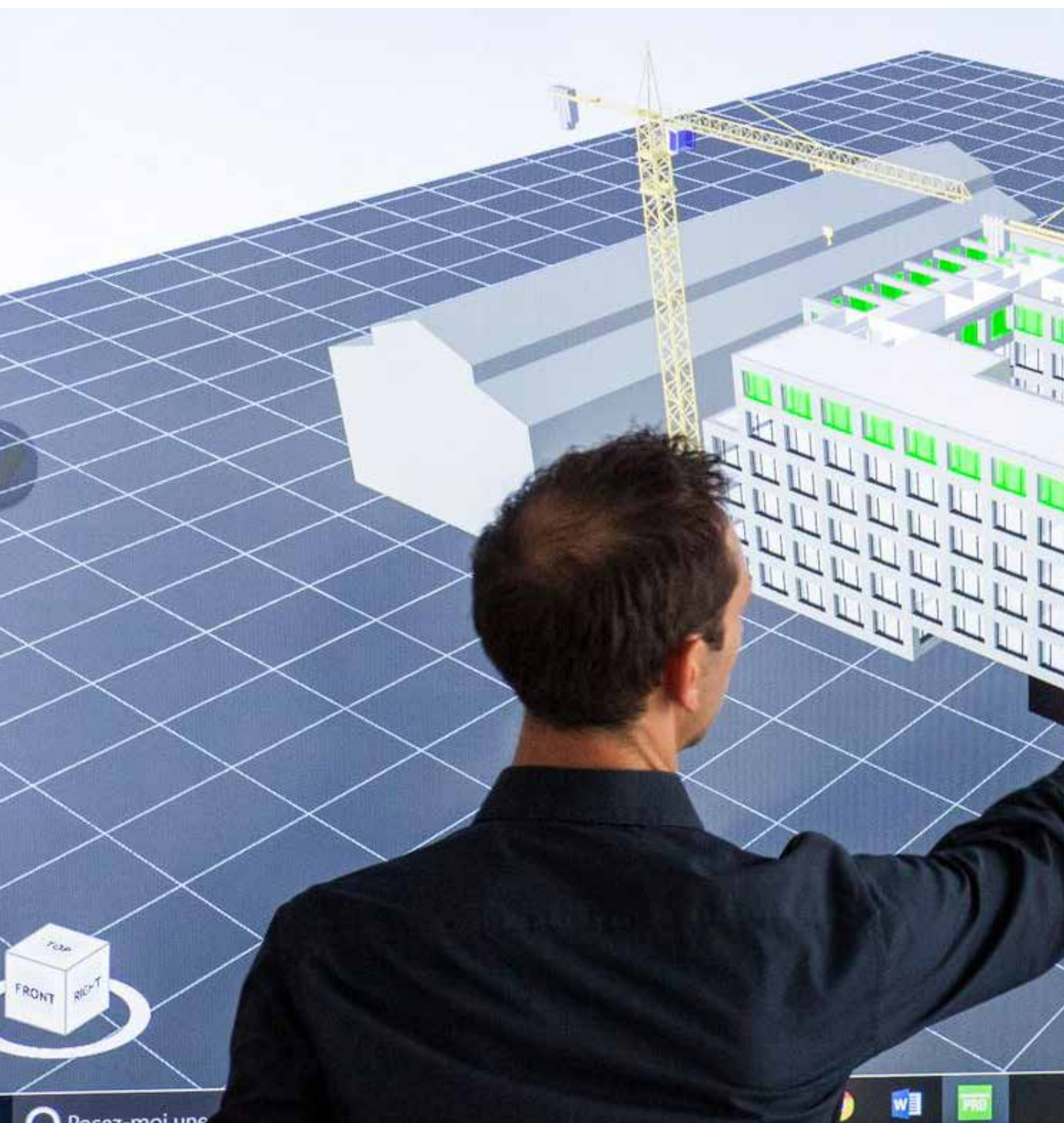
- Automobile (3)
- Biotechnologies (19)
- Technologies de l'information (14)
- Construction (8)
- Cosmétique (1)
- Matériaux (20)
- Énergie et environnement (25)
- Espace (4)
- Mobilité, transport, logistique (17)
- Instrumentation (6)
- Sécurité (11)







# | REPORTAGES





# AMÉLIORER LA QUALITÉ DE VIE DANS UNE SOCIÉTÉ EN RAPIDE MUTATION



Sans que nous en ayons parfois pleinement conscience, la technologie, sous toutes ses formes, fait partie intégrante de notre quotidien. Au delà, elle influence et modifie nos comportements et notre perception du monde. Grâce à notre expertise sur le sujet, nos chercheurs accompagnent, soutiennent et anticipent les changements de notre société moderne, que ceux-ci soient induits par la technologie ou nécessitent l'apport de technologies nouvelles. Nous essayons ainsi de tirer parti des atouts des technologies connectées, des technologies de réalité augmentée et mixte, ou bien encore des technologies intelligentes pour construire le monde de demain, en phase avec les besoins de notre société.



**Nos projets de recherche transforment les technologies en pouvoir décisionnel pour les citoyens de demain.**

## CHANGER DE VIE PAR LES JEUX

Nos travaux de recherche portent, pour certains d'entre eux, sur les dernières technologies, telles que les applications mobiles, le 'cloud', la 'blockchain' ou bien encore les réseaux de stations de surveillance connectés. Nous souhaitons changer la façon dont nous tous, entreprises, administrations ou bien encore citoyens, vivons et voyons notre monde. Pour cela, nous travaillons sur des projets de recherche qui transforment les technologies en pouvoir décisionnel pour les citoyens de demain.

Avec le projet européen **MUV**, nous nous attachons plus précisément à mettre en place une utilisation optimale des technologies pour alimenter la planification locale et les processus décisionnels dans le cadre d'un développement énergétique durable en milieu urbain. Notre ambition est d'**amener les citoyens à changer de comportement lors de leurs déplacements**. Nous souhaitons ainsi inciter les personnes à adopter, grâce à un ensemble de systèmes technologiques performants, des modes de vie plus durables et plus sains.

Dans le cadre du projet européen **CrossCult**, nous croisons de nombreuses informations dans le temps et l'espace, que ce soit entre nations, époques, ou bien encore collections d'une ou plusieurs institutions culturelles et patrimoniales (musées, bâtiments historiques, etc.) afin de confronter et analyser les points de vues des citoyens européens sur leur propre histoire. Avec CrossCult nous souhaitons ainsi stimuler, grâce à l'apport des technologies TIC innovantes, un changement dans la façon dont les citoyens européens appréhendent l'Histoire. Nous avons notamment mis au point une application de ville intelligente visant à **diffuser le patrimoine culturel grâce aux nouvelles technologies** et à aider les gens à mieux comprendre, réfléchir et débattre de la culture et de l'histoire nationales et européennes.

## SE FORMER GRÂCE À LA RÉALITÉ AUGMENTÉE

Les technologies de réalité augmentée et mixte, qui permettent une fusion simultanée des mondes réel et virtuel, sont au centre de certains de nos travaux de recherche. Nous en sommes convaincus, elles offrent de multiples avantages sous-exploités à l'heure actuelle. Aussi, nous travaillons plus particulièrement à dévoiler leur potentiel pour pouvoir répondre aux difficultés rencontrées par notre société.

Avec le projet européen **TARGET**, nous nous attachons à intégrer ces technologies dans le cadre de la formation de professionnels dont le métier est en constante évolution et nécessite des environnements de formations hautement réalistes. Les technologies offrent en effet une alternative plus flexible et plus rentable dans l'élaboration de scénarios de formations. **Forces de polices, unités anti-terroristes, ou bien encore urgentistes**, confrontés à des changements permanents dans leur environnement de travail, pourront pleinement bénéficier d'une telle innovation. Notre ambition est que demain, les organismes de formation soient en mesure de créer leurs propres scénarii personnalisés, non seulement de manière beaucoup plus rapide, mais également à moindre coût. Nous travaillons ainsi sur le développement d'environnements de réalité mixte alliant différentes réalités, en permettant de relier objets du monde réel et casques de réalité augmentée et virtuelle avec des systèmes géospaciaux.







## RENDRE POSSIBLE LES TECHNOLOGIES PROPRES

Avec l'apport des technologies intelligentes, tels que les technologies de stockage et de transmission d'informations, les capteurs et compteurs intelligents, les infrastructures réseau et de modèles 3D d'aide à la prise de décisions, la voie est grande ouverte vers un avenir plus respectueux de l'environnement.

Ces technologies se révèlent d'une grande utilité dans la conception et la création de futurs produits et services ayant un impact environnemental contrôlé et préalablement estimé. Au LIST, nous travaillons sur cette approche dite d'**analyse du cycle de vie (ACV)**. Nous utilisons également des approches intégrées de simulation et d'optimisation qui permettent de définir et de mettre au point le meilleur des produits. Nous avons d'ores et déjà mis au point de nombreux outils d'évaluation environnementale utilisés par des entreprises luxembourgeoises. Avec notre application Web **ECOPACT**, les petites et moyennes entreprises de tous secteurs peuvent réaliser des ACV simplifiées pour le développement de leurs futurs produits. Avec notre outil de simulation **OASIS**, les professionnels de la gestion de l'eau, tels que les gestionnaires des bassins d'eau potables et les administrations, peuvent désormais concevoir des stations de production d'eau potable plus respectueuses de l'environnement.

Convaincus par le succès de nos précédentes réalisations et de nos expériences sur le sujet, nous travaillons à l'heure actuelle sur l'application de telles technologies dans d'autres secteurs impactés par les technologies environnementales innovantes. Nous travaillons ainsi sur plusieurs projets permettant d'enrichir la méthodologie d'ACV existante. Avec le projet **VALUES**, nous travaillons à y intégrer au mieux l'évaluation de la biodiversité et des services écosystémiques qu'elle engendre. Avec **CONNECTING**, nous élaborons une nouvelle approche propre à des scénarios multimodaux de mobilité électrique. Les résultats de nos travaux de recherche se retrouveront sans nul doute adoptés par les entreprises et scientifiques dans leurs futures réflexions pour le lancement de produits plus respectueux de l'environnement.



**Nous utilisons des approches intégrées de simulation et d'optimisation qui permettent de définir et de mettre au point le meilleur des produits.**







# CRÉER UN IMPACT ÉCONOMIQUE GRÂCE AUX NOUVELLES TECHNOLOGIES



**L**es nouvelles technologies jouent un rôle considérable dans notre environnement économique. Sources d'innovations, de valeur ajoutée, de perspectives d'évolution, ou bien encore de nouvelles connaissances, elles sont incontournables au bon développement économique de nos sociétés modernes. Nous avons plus particulièrement fait le pari de soutenir les recherches sur les revêtements intelligents, les technologies tournées vers l'espace, la télédétection et les technologies d'analyses de données.



## UNE VISION DÉGAGÉE DE LA ROUTE

Les revêtements intelligents apportent sans conteste une valeur ajoutée aux objets classiques du quotidien. Avec eux, l'ordinaire devient extraordinaire. Ces toutes dernières technologies de revêtements - consistant en un dépôt de couche à la surface d'un matériau ou d'une pièce, pour lui conférer des propriétés particulières - apportent de nouvelles fonctionnalités aux objets et aux choses qui nous entourent. En appliquant un revêtement dit intelligent sur un objet standard, ce dernier peut réagir, comme par enchantement, à certaines interactions données. Ces revêtements font d'ailleurs l'objet de nombreuses attentions par les industriels car ils laissent entrevoir d'énormes potentiels de développement pour les objets et matériaux de demain.

Au LIST, nous travaillons en étroite collaboration avec **Carlex**, un fabricant américain de verre automobile haut de gamme installé au Luxembourg. Ensemble, nous souhaitons mettre au point, grâce à ces revêtements intelligents, une toute nouvelle génération de pare-brise pour automobiles permettant d'éviter la surchauffe de l'habitacle et la brumatisation des vitres pendant l'hiver. Notre ambition est simple. Nous souhaitons réduire l'impact écologique des systèmes de chauffage et de refroidissement des voitures. Le pare-brise est en effet une véritable faiblesse en termes d'absorption et de déperdition de chaleur et, par là-même, est source de surconsommation énergétique. En améliorant ses capacités d'isolation thermique, nous permettons aux voitures de demain de répondre plus efficacement aux futures réglementations européennes sur les émissions des véhicules. Mais pas seulement. Avec une consommation d'énergie diminuée, l'attractivité et la performance des véhicules électriques s'en trouveront augmentées.

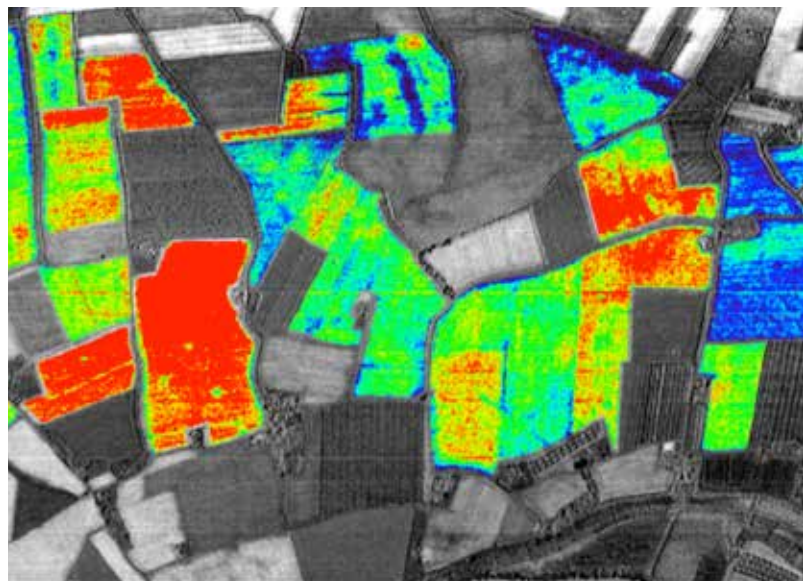
## LES YEUX TOURNÉS VERS L'ESPACE

Technique physique d'analyse permettant de détecter et d'identifier des molécules, la spectrométrie de masse est un véritable atout dans la résolution, l'anticipation et l'analyse de notre environnement. Grâce à cet incroyable outil, il est possible de réaliser de nombreuses analyses à très petite échelle. Avec lui, nous sommes capables de nous pencher sur des cellules de la masse d'un nanogramme, soit des cellules dont la masse est 1 milliard de fois plus légère qu'un objet d'1 gramme. Autant dire que le spectromètre de masse permet de voir et d'analyser non seulement ce qui est totalement invisible à l'œil nu mais aussi ce qui dépasse parfois même notre entendement.

Au LIST, nous avons mis au point **un spectromètre de masse portable**. Cet outil, nous l'avons au départ conçu pour répondre à des questions inhérentes à l'hydrologie, puis nous l'avons adapté au gré des besoins et des partenariats. Sa taille compacte et sa résolution de masse élevée font de cette technologie un véritable atout. Avec le projet **MS-SPACE**, nous travaillons de concert avec la **NASA** pour l'adapter à des fins d'applications spatiales. Notre ambition est que demain notre technologie puisse rejoindre de prochaines missions spatiales et apporter des réponses concrètes aux mystères encore nombreux de l'exploration planétaire. Notre innovation va encore plus loin que nos espérances initiales : notre spectromètre de masse novateur a été choisi par la société japonaise d'exploration lunaire **ispace** pour être amené à la surface de la lune. Là haut, à des milliers de kilomètres de notre Terre, notre technologie sera utilisée pour exploiter les compositions élémentaires de la glace lunaire et du régolithe, une fine poussière recouvrant le sol de la Lune. Au delà d'une véritable reconnaissance de notre expertise, c'est pour nous une incroyable fierté de faire partie d'une telle révolution.



À des milliers de kilomètres de notre Terre, notre technologie sera utilisée pour exploiter les compositions élémentaires de la glace lunaire et du régolithe.







## VUE D'EN HAUT

Les dernières technologies de télédétection, qui permettent d'acquérir des informations sur un objet précis sans même entrer en contact avec lui, sont en plein essor. Elles offrent des perspectives d'analyse et de compréhension des phénomènes naturels encore jamais atteintes. Les images aériennes, obtenues par drones ou avions, ou encore bien plus loin de nous, celles acquises par les satellites ou les caméras hyper-spectrales, offrent un potentiel énorme pour surveiller et gérer environnement, agriculture et risques naturels.

Dans le cadre du projet **MOSQUITO**, nous exploitons les nouvelles technologies d'observation satellite pour améliorer la gestion des crues dans les zones urbaines. Fortes précipitations, fonte des neiges, débordement de cours d'eau ou bien encore rupture de barrages ou de digues sont autant de causes potentielles d'inondations, qui, associées à une urbanisation croissante, fragilisent les zones urbaines, leurs habitants et leurs structures. Nous nous attachons ainsi à mettre au point de nouvelles méthodes permettant **un suivi précis, systématique et automatisé des inondations dans les zones urbaines**. Nous souhaitons que demain, les pouvoirs publics disposent des données nécessaires pour mieux identifier les zones vulnérables, mieux anticiper la survenue d'une inondation ou encore mieux préparer recherche, secours, assistance médicale, évacuation et gestion du déplacement de la population.

Nous exploitons également **l'imagerie aérienne et satellitaire** afin d'apporter aux acteurs du secteur agricole des données cruciales sur l'état de leurs cultures. Avec **PLANTSSENS**, nous souhaitons qu'agriculteurs et horticulteurs soient en mesure de prendre les dispositions nécessaires pour garantir un apport en eau constant dans leurs cultures et plantations, et leur éviter sécheresse et déshydratation. Avec **BIOSCOPE**, nous souhaitons que les agriculteurs puissent identifier précisément les problèmes dans leurs cultures et répandre des produits phyto sanitaires uniquement où cela est nécessaire, non sur l'ensemble de leurs cultures, comme cela est actuellement le cas. Notre ambition est que demain, la croissance, le rendement, la qualité des plantes et cultures, tout comme les frais de fonctionnement agricoles soient optimisés, et par là même que les consommateurs trouvent sur leurs étales des produits de haute qualité à impact réduit sur l'environnement.



Les technologies d'analyse de données jouent un rôle crucial pour le développement économique national.

## APPRENDRE À VOIR

Dans notre monde connecté, nous laissons tous derrière nous des quantités considérables de données. Ces données recèlent de nombreuses informations pertinentes qui, analysées et exploitées correctement, permettent aux entreprises de demeurer compétitives voire de gagner des parts de marché. Les **technologies d'analyse de données**, combinant plusieurs outils d'analyse provenant de la recherche opérationnelle, de l'intelligence artificielle, de la veille commerciale, pour ne citer qu'eux, jouent un rôle crucial pour le développement économique. A ce titre, il nous est primordial d'accompagner les entreprises luxembourgeoises dans cet enjeu de premier ordre et ainsi de garantir la compétitivité nationale.

Dans le cadre du projet **FEDER-DAP**, nous mettons au point une plate-forme d'analyse de données performante. A la pointe de la technologie, cette installation unique au Luxembourg intégrera un **système de calcul de haute performance** et des capacités d'analyse de données de haut vol. Notre ambition est que, dans un avenir proche, les entreprises et industries puissent bénéficier des dernières technologies d'analyses existantes en ligne avec leurs besoins, pour exploiter, améliorer et prédire les opérations et, éventuellement, élaborer de nouvelles offres commerciales associées.







# BÉNÉFICIER D'UN SYSTÈME DE RECHERCHE ATTRACTIF



L'environnement innovant, encourageant le développement économique et tourné vers le futur dans lequel notre institut de recherche évolue est une véritable chance. Nous ne pouvons que nous satisfaire des efforts engagés par le gouvernement luxembourgeois pour faire de notre pays un véritable challenger sur la scène internationale. Plus que cela, nous nous engageons dans chacune de ces politiques et initiatives, car nous sommes convaincus de leur bien-fondé et de leur potentialité pour notre avenir.

Laureate

**Paul SPAGNUOLO**

Associate Professor, University of Guelph  
Canada

For his researches on the Anti-Cancer  
potential of the Avocado



## UNE NATION INTELLIGENTE

Au LIST, nous accompagnons l'effort national visant à transformer le Luxembourg en une « Smart Nation », autrement dit, en une nation intelligente. Le Luxembourg tend en effet à développer de nouvelles infrastructures de recherche de renommée internationale. De tels installations, ressources et services, utilisés tant par nos chercheurs que nos confrères des autres centres de recherche et d'innovation luxembourgeois, permettront de mener des recherches dans les meilleures conditions possibles et ainsi de favoriser l'innovation. Mais pas seulement, elles pourront servir de référence pour la recherche européenne. Certaines de ces infrastructures d'envergure seront opérées au cœur même de notre institut de recherche. Dans nos laboratoires, nous hébergeons ainsi le **National Composite Centre - Luxembourg** (NCC-L) qui permettra de dynamiser davantage au Luxembourg le développement et le traitement de matériaux innovants. Internet, smartphones, objets connectés, sont autant d'outils numériques qui ont révolutionné notre quotidien en très peu de temps. Mais cette révolution n'est pas sans conséquence sur les entreprises qui font ainsi face à une transformation digitale sans précédent. Intégrer les technologies digitales au cœur de leurs activités leur est devenu plus qu'indispensable, tout simplement inévitable. Les entreprises, pour rester compé-



**En évoluant du linéaire au circulaire, l'idée est de prendre un véritable virage garantissant une pérennité de l'économie.**



tives, n'ont d'autres choix que de devoir se repenser, se transformer, s'adapter, et ce, dans l'ensemble de leurs structures. Ce phénomène est un enjeu crucial auquel toutes ne sont pas préparées, aussi est-il important de les accompagner au mieux. Au LIST, nous soutenons plus particulièrement le secteur des services financiers, non seulement l'un des secteurs les plus concernés par la transformation digitale, mais également l'un des piliers de l'économie nationale actuelle. Nous travaillons sur des **innovations permettant d'accélérer le processus de transformation digitale** de ce secteur afin de positionner l'écosystème financier luxembourgeois parmi les meilleurs au monde.

Le Luxembourg peut par ailleurs se prévaloir d'une excellente **connectivité** de ses réseaux. Le pays entend couvrir la totalité de sa population en haut débit d'ici 2020 et prévoit d'équiper en très haut débit l'ensemble des zones d'activités économiques du pays. Milieux urbain et rural disposent d'une connectivité exceptionnelle faisant du Luxembourg un des leaders européens en ultra-haut débit et nos activités bénéficient pleinement de cette connectivité.

Le futur du Luxembourg se construit autour de l'innovation, indispensable pour une diversification réussie de son économie et une croissance durable. Le Luxembourg est ainsi le premier pays à implémenter, au niveau national, la troisième révolution industrielle. Cette révolution, définie en 2011 par le théoricien politique et économique américain **Jérémy Rifkin**, démontre que l'énergie, la mobilité et la digitalisation permettront de changer le futur. S'inspirant de cette philosophie, le pays définit actuellement un nouveau modèle économique à long terme, s'appuyant sur les avancées technologiques dans les domaines des technologies de l'information et de la communication, de l'énergie et des transports, le tout intégré au sein d'un réseau intelligent. Au LIST, nous soutenons pleinement cette initiative. Nous avons d'ailleurs aligné nos activités de recherche et notre organisation aux axes stratégiques suivis par le gouvernement.

## UN AVENIR PROMETTEUR

Au LIST, nous envisageons notre futur avec sérénité. Nos activités et notre ambition bénéficient directement du très bon état de santé de l'économie luxembourgeoise, dont la croissance est supérieure à la moyenne de la zone euro, mais également parmi les plus solides du monde. D'ailleurs, le Luxembourg s'est vu attribué, et renouvelé depuis de très nombreuses années par plusieurs agences de notation financière, le fameux **triple A** ou AAA. Cet indicateur internationalement reconnu correspond à la note maximale qu'un pays puisse obtenir dans le cadre de l'estimation de sa solvabilité sur le marché. Le Luxembourg fait ainsi partie du club très fermé des pays disposant d'une telle notation, une reconnaissance pure et simple de la solidité de sa situation budgétaire et, plus largement, de l'attractivité de son territoire.

Nous accompagnons également le Luxembourg dans l'application et l'intégration par ses entreprises des principes de **l'économie circulaire**. Contrairement à l'économie dite « linéaire » sur laquelle est fondée, dans les grandes lignes, la société actuelle, l'économie circulaire referme le cycle de vie d'un produit en prévoyant dès sa conception son recyclage et la réabsorption des matières premières par la technosphère et/ou la biosphère. En évoluant du linéaire au circulaire, l'idée n'est pas seulement de gérer efficacement les ressources naturelles du pays et de protéger plus efficacement l'environnement et le climat, mais de prendre un véritable virage garantissant une pérennité de l'économie. D'ailleurs son tissu industriel diversifié, ses nombreuses PME industrielles, mais aussi les grands groupes internationaux installés sur son sol, ainsi que sa dépendance aux importations de matières premières et d'énergie, font du Luxembourg une excellente terre d'expérimentation pour les



**En l'espace de quelques mètres, l'Université du Luxembourg, les centres de recherche luxembourgeois, des laboratoires communs, les start-ups et la pépinière d'entreprises nationale sont facilement accessibles.**

stratégies et modèles économiques à développer pour l'économie circulaire. Avec l'appui des nouvelles technologies et des technologies de l'information, nous travaillons dans différents projets pour aider à faire du Luxembourg un pionnier en la matière. Avec le projet **PERSEPHONE**, nous entendons, par exemple, faire jouer à la biométhanisation un rôle de régulateur de production d'électricité renouvelable dans le bouquet énergétique.

Le Luxembourg regarde vers les étoiles depuis une trentaine d'années. Depuis, il n'a eu de cesse de mettre sur pied une politique spatiale ambitieuse et efficace. Le Luxembourg est en effet le premier pays européen à offrir un cadre légal garantissant aux opérateurs privés des droits relatifs aux ressources qu'ils extraient dans l'espace. Très récemment, il a lancé l'initiative **SpaceResources.lu** avec pour objectif de soutenir les projets innovants utilisant des technologies spatiales de pointe. Le **Fonds National de la Recherche (FNR)**, principal bailleur de fonds pour la recherche publique au Luxembourg, s'est parallèlement joint à cette initiative en soutenant financièrement des projets d'exploration spatiale. C'est donc tout un écosystème qui s'est adapté aux besoins et désirs d'investir et de devenir un acteur incontournable de la recherche spatiale. Au LIST, nous bénéficions pleinement de cette initiative dans le cadre d'une coopération avec **ispace**, entreprise d'exploration lunaire pour laquelle nous nous sommes engagés, dans les prochaines années, à développer son spectromètre de masse. Cet instrument, ispace l'utilisera pour caractériser l'eau lunaire prélevée et envisager son utilisation future. Au niveau national, nous travaillons également en étroite collaboration avec **Kleos Space** dans le cadre de la fabrication dans l'espace de poutres composites équipées d'antennes permettant ainsi à l'entreprise de mettre en orbite des nanosatellites de dernière génération.

## UNE RECHERCHE INTENSIVE

Nous sommes situés au «Belval Innovation Campus», au cœur d'un quartier exceptionnel imaginé au début des années 2000. Cet endroit, riche de par son passé, est unique en son genre. Il est le fruit de la reconversion d'une friche industrielle qui a cessé une grande partie de ses activités il y a une vingtaine d'années. Bâti sur le passé pour façonner l'avenir, ce **nouveau campus de recherche et d'innovation** abrite l'ensemble des acteurs de la chaîne de l'innovation, de la formation universitaire à l'innovation, en passant par la recherche. En l'espace de quelques mètres, l'**Université du Luxembourg**, les centres de recherche luxembourgeois, des laboratoires communs, les start-ups et la pépinière d'entreprises nationale sont facilement accessibles. Nul doute qu'une telle organisation facilite les échanges, les prises de décisions et les partenariats. Nos activités bénéficient d'ailleurs au jour le jour de

ce fort potentiel d'innovation et de ce regroupement de l'excellence scientifique nationale.

L'incubateur d'entreprises nationales, le **Technoport®**, installé au pied de notre siège social, prend d'ailleurs sous son aile les spin-off issues de nos activités de recherche. Notre dernière spin-off à avoir intégré ses locaux est le **Luxembourg Ion Optical Nano-Systems** sàrl qui commercialise le VECTOR<sup>500</sup> SIMS, une technologie innovante et unique au monde permettant l'**exploration de l'infiniment petit à des échelles jamais atteintes auparavant**, et développée au cœur de nos laboratoires de recherche. Mais, cet incubateur national n'est pas le seul à accompagner les jeunes entrepreneurs dans la concrétisation de leurs projets. De nombreux incubateurs privés parsèment le pays, représentant ainsi une véritable force créatrice et novatrice pour le Luxembourg.

Cet arsenal complet pour entrepreneurs en herbe est par ailleurs renforcé par une large présence d'accélérateurs d'entreprises innovantes sur le territoire luxembourgeois.





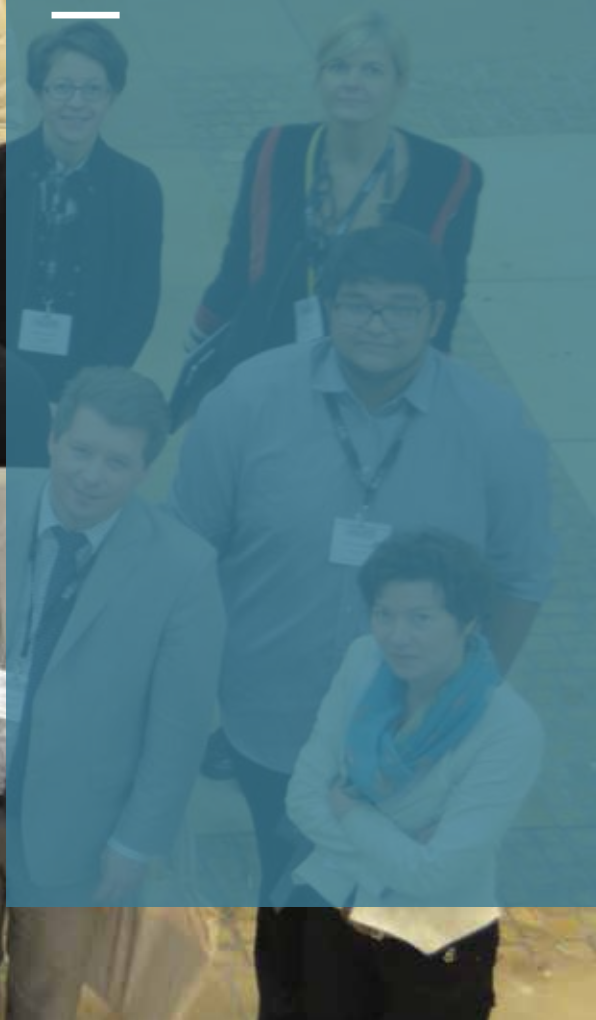




# FORMER LA PROCHAINE GÉNÉRATION DE CHERCHEURS DE RENOMMÉE MONDIALE



Avec plus de 70 doctorants accueillis chaque année dans nos locaux, nous offrons un véritable réservoir de talents pour les futurs chercheurs, développeurs et spécialistes de l'industrie, dans un certain nombre de créneaux recherchés au niveau mondial. Utilisation durable des ressources en eau, matériaux pour les capteurs autonomes et les sources d'énergie et prochaine génération de pneumatique, sont autant de domaines où nous sommes à la pointe des connaissances et pour lesquels nous offrons aux chercheurs en devenir une large panoplie d'opportunités. Mais pas seulement. Nous leur offrons la possibilité de travailler dans un environnement international tout en leur faisant bénéficier de nos équipements de très haute qualité.





**Les capteurs sur lesquels les jeunes chercheurs sont amenés à travailler se retrouveront demain dans nos smartphones, dans nos voitures et nos ordinateurs.**

## CONSTRUIRE L'UN DES MEILLEURS OBSERVATOIRES HYDRO-CLIMATOLOGIQUES DU MONDE

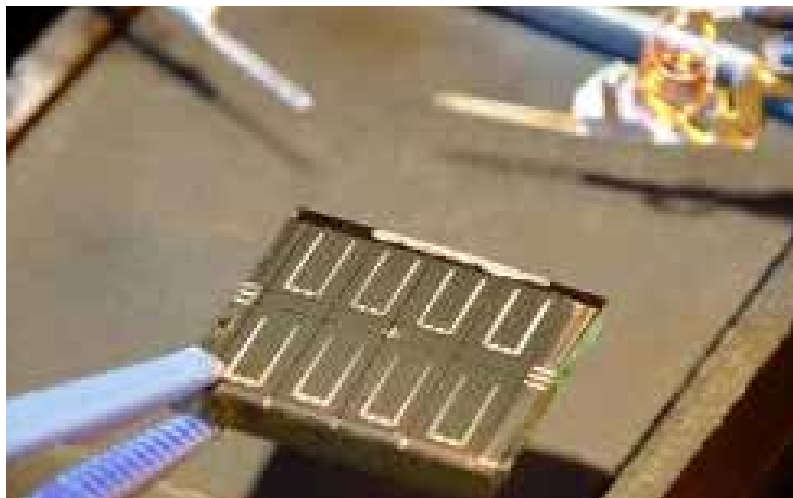
C'est évident, nous ne pouvons le nier, le changement climatique a des impacts durables sur nos ressources en eau. Il n'y a qu'à regarder tout autour de nous pour nous en rendre compte : inondations, précipitations extrêmes ou bien encore modifications du niveau des cours d'eau. A défaut de pouvoir maîtriser ces impacts, au LIST, nous entendons comprendre, prévenir voire anticiper la formation de catastrophes naturelles. Pour parvenir à un tel résultat, nous avons mis en place une unité de formation doctorale en sciences hydrologiques qui accueille d'ores et déjà une **quinzaine de doctorants spécialisés en hydrologie, télédétection, érosion des sols, modélisation hydrologique**, etc. Pour mettre toutes les chances de notre côté, nous nous sommes d'ailleurs associés avec la TU Wien en Autriche, l'Institut de technologie de Karlsruhe en Allemagne, l'Université de Wageningen aux Pays-Bas et enfin l'Université du Luxembourg, des universités européennes de renom dans le domaine. Ensemble, nous avons monté **Hydro-CSI**, un projet de recherche dédié, afin non seulement d'encourager les études dans le domaine des ressources en eau mais également de mieux comprendre les fonctions hydrologiques fondamentales des bassins versants, ces portions de territoire dans lesquelles les eaux qui y circulent alimentent un même cours d'eau. La nouvelle génération d'experts hautement qualifiés, formée au sein de notre unité doctorale, participe ainsi à la conception, à l'élaboration, au test et à la mise sur le marché de solutions technologiques innovantes permettant de faire des prévisions plus fiables. En partenariat avec ce vivier de jeunes talents, nous entendons ainsi réaliser non seulement des prévisions portant sur quelques heures mais également des projections sur plusieurs décennies ayant trait à la montée et au parcours de l'eau.

Au delà du projet en lui-même, les compétences et expertises apportées par les jeunes chercheurs que nous accueillons, associées aux outils qu'ils auront développés, constitueront un des jalons majeurs vers la construction d'un observatoire hydro-climatologique national à la pointe. Cet observatoire, unique au Luxembourg, mais surtout l'un des **sites de recherche les mieux équipés au monde**, nous l'avons d'ores et déjà installé dans la zone hydrographique de l'Alzette, une des principales rivières du pays traversant le pays du Sud au Nord et source de nombreuses crues. Grâce à lui, nos chercheurs surveillent en continu, depuis de très nombreuses années, plus de 80 sites en s'appuyant sur un réseau très dense de différents capteurs leur permettant une observation spatiale et temporelle de haute qualité. Les recherches développées par les doctorants permettront ainsi de maintenir notre observatoire à la pointe des dernières technologies et méthodologies.

## DÉVELOPPER DES MATÉRIAUX POUR LES CAPTEURS AUTONOMES ET LA RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE

Dans notre vie quotidienne, de plus en plus de dispositifs autonomes connectés surveillent les paramètres liés aux objets qui nous entourent. Température, pression, humidité, consommation d'énergie, tension artérielle ou bien encore niveau de glycémie en sont autant d'exemples. Or, la plupart de ces capteurs sont alimentés par des piles que nous devons fréquemment remplacer. Au LIST, nous souhaitons répondre à ce problème en mettant au point des capteurs efficaces associés à des dispositifs de récupération d'énergie renouvelable.

Afin de **développer de nouveaux matériaux pour les capteurs autonomes et la récupération de leur énergie**, nous avons recours à l'expertise de jeunes chercheurs. Nous avons ainsi développé une seconde unité doctorale portant sur les domaines de recherche en physique et science des matériaux. Menée en partenariat avec l'Université du Luxembourg, cette activité, mise au point dans le cadre du projet **MASSENA**, a pour ambition d'améliorer la compréhension et les performances des matériaux utilisés dans la détection et la récupération d'énergie afin de développer, sur le long terme, de nouvelles applications et d'obtenir de meilleures performances. Les capteurs sur lesquels les jeunes chercheurs sont amenés à travailler se retrouveront demain dans nos smartphones, dans nos voitures et nos ordinateurs. Plus d'une vingtaine de chercheurs doctorants spécialisés en physique, en chimie ou bien encore en science des matériaux travaillent sur ce challenge, et d'autres recrutements, tant au niveau national qu'international, sont encore nécessaires pour pouvoir mener à terme l'ambition de ce projet.







## CONCEVOIR ET AMÉLIORER LES COMPOSANTS DU PNEU EN CAOUTCHOUC DE DEMAIN

Au LIST, nous sommes engagés dans un partenariat sur le long terme avec l'industriel **Goodyear**. Ensemble, nous souhaitons mettre au point la prochaine génération de pneumatiques, plaçant matériaux respectueux de l'environnement, performance et fabrication au cœur du processus. Dans le cadre de cet accord, nous accueillons dans nos locaux et ceux de l'industriel une trentaine de chercheurs doctorants et post-doctorants. Grâce à leurs activités portant sur les nouvelles connaissances mécanistiques, les nouveaux concepts de matériaux, ainsi que l'évolutivité des concepts et de nouveaux processus dédiés dans la fabrication, ces jeunes chercheurs participent pleinement à l'objectif du projet visant à **fixer de nouvelles normes internationales en optimisant les matériaux utilisés dans les pneus**.

La portée des travaux menés par nos chercheurs et les jeunes talents participant à ce projet d'envergure dispose d'un rayonnement international non négligeable. Les résultats obtenus impacteront en effet bien au delà des frontières luxembourgeoises et de la filiale luxembourgeoise de Goodyear, Goodyear Dunlop Tires Operations SA basé à Colmar-Berg, qui participe activement au projet. Les résultats obtenus dans les années à venir bénéficieront plus largement au fabricant de pneus américain Goodyear Tire & Rubber Company, dont le siège est situé dans l'Etat de l'Ohio aux Etats-Unis.



**Les résultats obtenus par nos jeunes talents rayonneront bien au delà des frontières luxembourgeoises.**









# **FAITS MARQUANTS**

# RÉTROSPECTIVE

## JANVIER

- Publication dans *Scientific Reports* d'une étude sur l'additif alimentaire E171 menée par l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), dans laquelle le LIST a identifié les effets indésirables de l'additif sur le système immunitaire <sup>1</sup>
- Accueil de l'hydrologue Jeff McDonnell, lauréat du prix UNESCO, pour de nouvelles pistes de recherche dans le domaine de l'éco-hydrologie <sup>2</sup>
- Collaboration avec l'Agence Spatiale Européenne (ESA) pour apporter une nouvelle dimension aux phases de lancement des engins spatiaux <sup>3</sup>

## FÉVRIER

- Engagement avec SES pour développer des solutions commerciales par satellite innovantes
- Attribution du prix FoodTechAward pour le logiciel WikiFood® en reconnaissance de son expertise technologique et de son caractère innovant



## MARS

- Partenariat avec Carlex pour le développement de pare-brise intelligents pouvant aider à respecter les futures réglementations européennes sur les émissions des véhicules
- Partenariat avec ispace pour apporter, à la surface de la Lune, le spectromètre de masse innovant développé dans les laboratoires du LIST
- Collaboration avec l'Université Catholique de Louvain stimulant publications conjointes et échange de personnels



## AVRIL

- Partenariat avec Circuit Foil pour améliorer la résistance du cuivre à la foudre
- Election d'Aziz Zenasni, Directeur des Programmes, au Conseil d'Administration de l'Association européenne des organismes de recherche et de technologie (EARTO)
- Mise à l'honneur du rôle du LIST dans l'écosystème RDI luxembourgeois dans un numéro spécial du magazine *Scientific American*



## MAI

- Création d'un nouveau centre dédié à l'innovation financière, le Finance Innovation Technology and Systems Centre (FITS)
- Accord conclu avec l'Institut fir Biologesch Landwirtschaft an Agrarkultur Luxemburg a.s.b.l. (IBLA) dans le cadre d'une recherche collaborative portant sur l'agriculture biologique

## JUIN

- Inauguration de laboratoires conjoints avec PM-International AG


## JUILLET

- Visite de Son Altesse Royale le Grand-Duc Henri, de la Ministre de l'Environnement, Carole Dieschbourg, du Ministre de l'Agriculture, de la Viticulture et de la Protection des consommateurs, Fernand Etgen, et du Ministre délégué à l'Enseignement supérieur et à la Recherche, Marc Hansen, au stand LIST lors de la foire agricole à Ettelbrück
- Participation confirmée de l'aventurier suisse Bertrand Piccard lors de la conférence internationale Life Cycle Management (LCM) organisée en septembre 2017






## AOÛT

- Collaboration avec Kleos pour construire des antennes robotiques dans l'espace  <sup>10</sup>
- Obtention de la Scientist Medal 2017 de l'association internationale des matériaux avancés (IAAM) par Bianca Rita Pistillo
- Accueil du chercheur allemand Stan Schymanski dans le cadre du programme ATTRACT du Fonds National de la Recherche (FNR) <sup>10</sup>

## SEPTEMBRE

- Organisation, en collaboration avec l'Université du Luxembourg et ArcelorMittal de la conférence internationale Life Cycle Management (LCM) à laquelle ont participé plus de 730 experts internationaux <sup>11</sup>
- Utilisation par les autorités américaines de cartes d'inondations extraites grâce à un algorithme développé par le LIST pour la gestion des ouragans Harvey et Irma <sup>12</sup>
- Rencontre avec Goodyear S.A. pour présenter l'avancement des différents travaux de collaboration dans le domaine des sciences et de la technologie des matériaux  <sup>12</sup>

## OCTOBRE

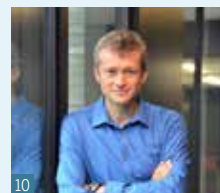
- Présentation d'études de cas de projets dédiés à l'analyse de données et menés avec le LIST par Tetrapak, Goodyear, ArcelorMittal et Paul Wurth lors d'un workshop portant sur l'industrie 4.0 <sup>13</sup>
- Remise du prix « Outstanding Promotion of Science to the Public Award » (Promotion remarquable de la science auprès du public) à Christian Penny lors de la cérémonie des FNR Awards 2017

## NOVEMBRE

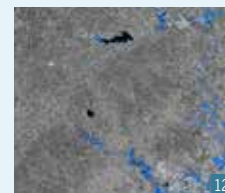
- Organisation de la soirée de célébration de la recherche à l'occasion du premier LIST International Award en Bioinnovation (LIAB Award 2017) remporté par Paul Spagnuolo, dirigeant un laboratoire à l'Université de Guelph au Canada <sup>14</sup>
- Collaboration consolidée avec le Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et de la Protection des consommateurs <sup>15</sup>
- Participation au Sommet sur l'Avenir des Matériaux (The Future of Materials Summit) organisé par The Economist Events à Luxembourg et rassemblant plus de 700 pairs

## DÉCEMBRE

- Collaboration avec CERATIZIT pour améliorer la technique d'usinage à grande vitesse  <sup>16</sup>
- Mise en vente du microcontrôleur Kniwellino, un dispositif d'apprentissage des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) dédié aux enfants, sur electronic-shop.lu <sup>16</sup>
- Organisation du PhD Day annuel rassemblant les étudiants en doctorat du LIST et explorant le lien entre recherche, innovation et entreprise <sup>17</sup>



10



12



11



13



14



15



16



17

Le LIST organise ses activités de recherche et développement en trois principaux départements de recherche portant sur les domaines de l'environnement, de l'IT et des matériaux. Ces départements développent expertise, savoir-faire et bases technologiques indispensables pour soutenir les 4 portefeuilles d'activités sectoriels et transdisciplinaires dédiés aux villes, à l'espace, à la finance et à l'industrie parallèlement mis en place.



1



2



3

## RECHERCHE TECHNOLOGIQUE

### INNOVATION DES MATÉRIAUX

Le département « Materials Research and Technology » (MRT) contribue à l'émergence de technologies génériques accompagnant les processus d'innovation de l'industrie locale et internationale. Ses activités s'articulent autour de trois piliers thématiques : les nanomatériaux et la nanotechnologie, les matériaux composites durables ainsi que les technologies de fabrication et de procédés, y compris l'instrumentation scientifique.

#### Faits marquants 2017

- Soutien à la recherche industrielle luxembourgeoise dans le cadre de projets Partenariats-Public-Privé (PPP) menés avec Ceratizit, Circuit Foil, ArcelorMittal, etc.
- Implémentation du National Composite Centre-Luxembourg (NCC-L) avec la mise en place d'importantes infrastructures
- Activité renforcée dans le domaine des technologies de l'espace via plusieurs projets de l'Agence Spatiale Européenne et de l'initiative nationale SpaceResources.lu
- Préparation de la spin-off Luxembourg Ion Optical Nano-Systems visant à commercialiser une technologie de spectrométrie de masse développée dans les laboratoires
- Dépôt de 15 brevets dont 12 en nanomatériaux-nanotechnologies auprès de l'Office Européen des Brevets
- Publications majeures dans des journaux de prestige international : Nature Materials ou Nature Communications
- Récompenses obtenues par Bianca Rita Pistillo <sup>1</sup> pour ses recherches sur le dépôt d'un polymère conducteur transparent (« Scientist Medal 2017 » - International Association of Advanced Materials) et par Mads Christof Weber <sup>2</sup> pour sa thèse de doctorat en physique des matériaux (« Prix Rolf Tarrach » - Université du Luxembourg)

### INNOVATION DIGITALE

Le département « IT for Innovative Services » (ITIS) se focalise sur les opérations de transformation digitale survenant dans des organisations au sein d'environnements traditionnels et d'écosystèmes digitaux dans le but d'améliorer leur performance et leur capacité d'innovation. Le fil rouge d'ITIS est de développer une utilisation plus efficace des « big data » afin d'assurer le processus décisionnel le plus approprié.

#### Faits marquants 2017

- Création du Finance Innovation Technology and Systems Centre (FITS), un centre dédié à l'innovation financière
- Transfert du logiciel de gestion des cabinets médicaux Gecamed, du logiciel d'aide à la conformité au Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD), de la plate-forme électronique Kniwwelino à des entreprises luxembourgeoises, respectivement, Abacus, eProseed et Electronic Shop et transfert du logiciel de gestion de la réhabilitation de bâtiments à l'entreprise française GTM-Vinci

- Prix nationaux reçus pour le logiciel WikiFood® («FoodTech Award» - Food Summit Luxembourg) <sup>3</sup> et le logiciel d'aide à la conformité au RGPD en partenariat avec la société eProseed («RegTech Innovation of the Year» - Luxembourg Finance Innovation Summit et «IT Development Company of the Year» - Gala IT One) <sup>4</sup>
- Dépôt de 6 nouvelles demandes de brevet au Luxembourg et concession de 9 licences d'exploitation commerciale à des entreprises locales et internationales
- Lancement et coordination du projet MUV – «Mobility Urban Values», financé par le programme Horizon 2020, visant l'expérimentation d'une plate-forme innovante de mobilité dans six environnements urbains européens différents

## INNOVATION ÉCOLOGIQUE

Le département «Environmental Research and Innovation» (ERIN) apporte connaissances, expertise et technologies interdisciplinaires pour relever les défis environnementaux majeurs rencontrés par la société tels que l'atténuation du changement climatique, la résilience des écosystèmes, les systèmes énergétiques durables, le bon usage des énergies renouvelables, ainsi que la prévention et le contrôle de la pollution environnementale.

### Faits marquants 2017

- Participation à 63 projets compétitifs (dont 12 européens) et à 15 projets de collaboration et acquisition de 2 projets collaboratifs et 2 projets issus du programme cadre européen et de l'Agence Spatiale Européenne
- Réalisation d'activités de policy support avec les administrations publiques dans le cadre de ses actions d'appui aux politiques en matière d'environnement, d'agriculture et de santé, telles que «Betriber & Umwelt» ou le «Helpdesk REACH&CLP Luxembourg»
- Dépôt de 5 brevets prioritaires, dont 3 inventions contribuent au développement de nouveaux produits technologiques
- Mise en place de collaborations stratégiques avec le Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et de la Protection des consommateurs, le Ministère de la Défense, l'Institut fir Biologësch Landwirtschaft an Agrarkultur Luxemburg (IBLA), SES et l'Université Catholique de Louvain (UCL)
- Organisation du premier LIST International Award en Bioinnovation (LIAB Award 2017) <sup>5</sup> en partenariat avec PM-International AG
- Récompenses obtenues par le Dr Christian Penny <sup>6</sup> pour ses nombreuses activités en lien avec la «microbiologie pour tous» («Outstanding Promotion of Science to the Public Award» - FNR Awards 2017) et par Barbara Glaser <sup>7</sup> pour son article portant sur une méthodologie sur la manière dont les inondations pourraient être surveillées avec des caméras thermiques (1<sup>er</sup> prix - Science Journalism Contest de science.lu)





Le LIST a mis en place quatre portefeuilles d'activités clefs grâce auxquels il fournit une gamme de solutions qui répondent directement à l'expérience des utilisateurs et s'adaptent parfaitement aux besoins socioéconomiques. En plus des technologies dédiées aux applications, ces portefeuilles d'activités élargissent les possibilités pour le LIST d'offrir des solutions intégrées et multidisciplinaires à ses partenaires et clients, qu'ils soient publics ou privés.

En se reposant sur les synergies et la complémentarité des actifs existants développés par ses trois départements de recherche, le LIST entend planifier, concevoir et exploiter des biens et des services innovants et durables pour relever les défis économiques et sociétaux.



## DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL

### VILLES INTELLIGENTES

Le LIST cible des communautés où les technologies sont un moyen d'assurer des solutions et des services durables, la croissance économique et l'amélioration des standards de vie des citoyens. Ses activités s'orientent sur les technologies énergétiques plus propres, des nouveaux modèles de logistique, des nouveaux types de systèmes d'eau sécurisés, d'innovation en matière de construction, d'agriculture peu polluante et hors sol, automatisée, ainsi que la fabrication à petite échelle (impression 3D).

#### Faits marquants 2017

- Le LIST a organisé la 8<sup>ème</sup> édition de la conférence internationale «Life Cycle Management» (LCM2017) qui a rassemblé pas moins de 730 scientifiques et praticiens internationaux de l'approche de l'analyse du cycle de vie (ACV)
- Le LIST coordonne deux nouveaux projets européens s'articulant autour du processus de travail collaboratif BIM - «Building Information Modeling»: 4D Collab et BIMEET. Alors que le premier vise à définir des pratiques de travail collaboratives innovantes dans le domaine de la construction permettant la prise de décision pluridisciplinaire grâce à des techniques d'interaction novatrices avec des modèles BIM/4D, le second vise à élargir le programme de formation BIM destiné à soutenir le programme sur l'efficacité énergétique des bâtiments de l'Union européenne

### SECTEUR SPATIAL

Le LIST développe des capacités d'analyse de données s'appuyant sur l'exploitation des données d'observation de la Terre (satellites, drones) et d'observation non terrestre (données *in situ*, crowdsourcing, médias sociaux, données socio-économiques) pour permettre une exploitation à grande échelle des données et générer un impact socio-économique. Il développe également des services aux entreprises en terme de risques naturels et industriels, agriculture, foresterie et viticulture, transport et logistique, gestion des ressources naturelles, énergie, ressources spatiales, surveillance et sécurité. Enfin, il met au point des matériaux de haute performance dans un environnement spatial critique et un ensemble unique d'équipements dédiés aux applications spatiales.

#### Faits marquants 2017

- Le LIST s'est engagé au côté de SES pour, notamment, développer des produits et services commerciaux en matière de communications par satellite (SATCOM) innovants <sup>1</sup>
- Le LIST s'est associé à l'Université Catholique de Louvain dans le cadre d'une recherche concertée dans les domaines des sciences et des technologies de la vie et de l'environnement, ainsi que dans le traitement des données, la modélisation et la visualisation <sup>2</sup>
- Le LIST s'est allié à ispace Europe S.A en vue de lancer «Roving Spectrometer», une première mission d'exploration commune dédiée à la prospection des ressources lunaires

## INDUSTRIE 4.0

Le LIST combine des capacités de fabrication avancées avec les opportunités ouvertes par la diffusion et l'adoption de technologies de l'information dans les industries productives, qu'il s'agisse de la fabrication ou de la construction. Il fournit ainsi un panel de solutions s'appuyant non seulement sur le développement, l'utilisation et la coordination d'informations, de calcul, de logiciels, de modélisation mais également sur les matériaux de pointe et les capacités émergentes activées par les sciences physiques et biologiques, telles que la nanotechnologie, la chimie et la biologie.

### Faits marquants 2017

- Avec CERATIZIT, le LIST s'est engagé à développer de nouveaux revêtements par Dépôt Physique en phase Vapeur (Physical Vapor Deposition – PVD) performants à haute température, supérieure à 850 degrés Celsius, pour la technique d'usinage à grande vitesse <sup>3</sup>
- Avec Circuit Foil, le LIST va développer une nouvelle génération de cuivre pour la fabrication d'avions composites résistant à la foudre <sup>4</sup>
- Le LIST s'est associé à Carlex dans le cadre du développement d'une nouvelle génération de pare-brise pour automobiles permettant de réduire l'impact écologique des systèmes de chauffage et de refroidissement dans les voitures <sup>5</sup>
- Le LIST a accueilli l'événement « FEDIL meets LIST », organisé par la Fédération des Industriels luxembourgeois (FEDIL) qui a rassemblé une vingtaine de participants de différentes industries luxembourgeoises autour de la présentation des services, activités et compétences développés au LIST

## FINTECH ET REGTECH

Le LIST entend être un accélérateur de la transformation digitale du secteur financier en concentrant ses recherches sur deux domaines prioritaires. D'une part, il s'attache à créer un environnement réglementaire intelligent basé sur une technologie innovante pouvant s'adapter aux nouveaux risques associés à l'introduction de nouvelles technologies en temps réel, ou quasi-réel. D'autre part, il travaille sur l'amélioration du conseil dans les départements ayant affaire aux entreprises et aux utilisateurs via l'exploitation de données de masse.

### Faits marquants 2017

- Le LIST a créé en son sein le Finance Innovation Technology and Systems Centre (FITS) <sup>6</sup>, une infrastructure se concentrant sur les technologies financières numériques en tant qu'accélérateurs clés dans la transformation de la place financière du Luxembourg
- Le LIST travaille avec des régulateurs, tels que la Commission Nationale pour la Protection des Données (CNPD) et l'Institut Luxembourgeois de Régulation (ILR), afin de développer des outils de reporting réglementaire contribuant à un environnement davantage « Business Friendly »



Le LIST a pour ambition de contribuer à la diversification et au renforcement de l'économie luxembourgeoise. Cette volonté se conjugue avec une exigence constante en matière scientifique. Le rôle de RTO, orienté vers les applications industrielles, est donc pleinement compatible avec le transfert de connaissances scientifiques pointues. Ceci permet le rayonnement international de la recherche basée au Luxembourg.

---

## EXCELLENCE SCIENTIFIQUE

### THÈSES SOUTENUES

En 2017, le LIST a assuré, en collaboration avec l'Université du Luxembourg et des universités étrangères, l'encadrement de 79 doctorants et 17 doctorants ont soutenu avec succès leur thèse.

#### M. WOOD

« Improving hydraulic model parametisation using SAR data », Université de Bristol, 24/01/2017

#### Georgios PLATANIOTIS

« EA Anamnesis - A Conceptual Framework for Enterprise Architecture Rationalization », Radboud University Nijmegen, 04/04/2017

#### Anouk KAULMANN

« Health beneficial effects of carotenoids and polyphenols from locally grown fruits and vegetables as determined by in-vitro assessment of Caco-2 cells following simulated gastro-intestinal digestion », Université Catholique de Louvain, 26/06/2017

#### Alex GANSEN

« Multiscale Modelling of Anisotropic Composite Media for EMC applications », Université de Swansea, 31/07/2017

#### Anna SCAINI

« Velocity and celerity in a forested headwater catchment: a combined experimental and modelling approach », Université de Lancaster, 05/09/2017

#### Sunil Kumar CHANNAM VENKAT

« Synthesis of strongly correlated oxides and investigation of their electrical and optical properties », Université de Toulouse, 14/09/2017

#### Alexandre BERTRAND

« Waste heat valorisation at multiple scales: focus on in-building waste water and regional heat recovery », Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, 15/09/2017

#### Nohora Lizeth CAICEDO PANQUEVA

« Cycled growth and transport modelling of ZnO nanowires network towards room-temperature gas sensing », Université Catholique de Louvain, 19/09/2017

#### Pietro BUONO

« Chemical modification of lignin for the elaboration of novel bio-based aromatic polymers and additives », Université de Strasbourg, 25/09/2017

#### Berit BRÜSTER

« Structure of Polylactide-Based Materials Obtained by Reactive Extrusion: Formation and Thermomechanical Transformations », Université de Lorraine, 02/10/2017

#### Nicolas MEDOC

« A Visual Analytics Approach for Multi-resolution and Multi-model Analysis of Text Corpora. Application to Investigative Journalism », Université Paris Descartes, 16/10/2017

#### Marina Sofia VERRUNO

« Investigation of the enhancement of the performance of the SIMS instruments », Université Paris-Saclay, 06/11/2017



**Rodolphe MEYER**

« Development of time-dependent characterisation factors for life cycle impact assessment of road traffic noise on human health », Université de Cergy-Pontoise, 10/11/2017

**Michael SCHWAB**

« Long-term, high-frequency analysis on the interplay between rainfall-runoff processes, discharge, DOC and nitrate », Université de Fribourg, 20/11/2017

**Paulo DA SILVA CARVALHO**

« Visual platform for the integration of poorly structured and uncertain data », Université François Rabelais de Tours, 19/12/2017

**Gaëlle CORNE**

« Development of novel hybrid and multi layered nanoparticles for the delivery of active ingredients », Université d'Angers, 20/12/2017

**Kahina MEHENNAOUI**

« Understanding the impact of engineered nanoparticles – *Gammarus* sp. as a valuable non-vertebrate model? », Université de Lorraine, 20/12/2017

**VISITEURS SCIENTIFIQUES**

Le LIST a accueilli dans ses différents départements de recherche près d'une dizaine de visiteurs scientifiques, témoignant de la bonne dynamique de son réseau académique.

- Dr. Ingrid CANERO INFANTE, Ecole Centrale Paris (France)
- Prof. Jeffrey J. MCDONNELL, University of Saskatchewan (Canada)
- Dr. Emilie DIEUDÉ-FAUVEL, Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (France)
- Prof. Eng CHEW, University of Technology Sydney (Australie)
- Prof. Keith SMETTEM, University of Western Australia (Australie)
- Dr. Brahim DKHIL, CentraleSupélec (France)
- Prof. Nicholas HARRIS, University of Southampton (Royaume-Uni)
- Prof. Carmelo RAPISARDA, Università degli Studi (Italie)
- Prof. Alexei GRUVERMANN, University of Nebraska-Lincoln (Etats-Unis)

**« PROFESSEURS AFFILIÉS » À L'UNIVERSITÉ DU LUXEMBOURG**

Le Conseil de gouvernance de l'Université du Luxembourg a nommé « Professeur affilié » trois chercheurs du LIST, leur permettant de donner des cours et de diriger des thèses au sein de l'Université.

- Erik Proper, département ITIS, est nommé « Professeur affilié en informatique »
- Jens Kreisel, département MRT, est nommé « Professeur affilié en sciences des matériaux et physique »
- Laurent Pfister, département ERIN, est nommé « Professeur affilié en sciences de l'environnement »





# | **GOUVERNANCE**



## LE LIST EN UN CLIN D'ŒIL

### CONSEIL D'ADMINISTRATION



Photo de gauche à droite: Diane Wolter, Etienne Jacqué, Gaston Schmit, Georges Bourscheid, Nicolas Gengler, Isabelle Kolber, Eva Kremer. (Absents : Hubert Jacobs Van Merlen, Amal Choury, Marie-Christine Mariani)

#### **Georges Bourscheid**

Président du Conseil d'Administration

#### **Hubert Jacobs Van Merlen**

Vice-président du Conseil d'Administration

#### **Amal Choury**

Membre, Administrateur délégué auprès d'eKenz

#### **Nicolas Gengler**

Membre, Professeur à l'Université de Liège

#### **Etienne Jacqué**

Membre, Corporate R&D Manager à CEBI International S.A.

#### **Isabelle Kolber**

Membre, Chef de Laboratoire auprès du SEBES

#### **Eva Kremer**

Membre, Directrice adjointe de la SNCI

#### **Marie-Christine Mariani**

Membre, Fondatrice et Directrice générale, MCM Steel

#### **Diane Wolter**

Membre, ancienne Conseillère en philanthropie auprès de la Banque de Luxembourg

#### **Gaston Schmit**

Commissaire du Gouvernement, Premier Conseiller de Gouvernement au Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche

## DIRECTION GÉNÉRALE



**Dr Fernand Reinig**  
Directeur Général a.i.

## RESSOURCES HUMAINES



**Isabelle Hernalsteen**  
Directrice des Ressources Humaines

## PROGRAMMES



**Dr Aziz Zenasni**  
Directeur des Programmes

## DÉPARTEMENTS



**Prof. Dr Lucien Hoffmann**  
Directeur, Environmental Research  
and Innovation (ERIN)



**Prof. Dr Eric Dubois**  
Directeur, IT for Innovative Services  
(ITIS)



**Prof. Dr Jens Kreisel**  
Directeur, Materials Research and  
Technology (MRT)







# | **COMPTES ET BILANS**

## APPROBATION DES COMPTES

Les comptes ont été audités par PricewaterhouseCoopers, cabinet de révision agréé, et approuvés par le Conseil d'Administration lors de sa séance du 27 avril 2018.

Le rapport financier complet est disponible sur [www.list.lu](http://www.list.lu)

## BILAN AU 31 DÉCEMBRE 2017

Actif (en euros)	2017	2016
<b>Actif immobilisé</b>		
Immobilisations incorporelles	707.384,91	178.701,21
Concessions, brevets, licences, marques ainsi que droits et valeurs similaires	707.384,91	178.701,21
Immobilisations corporelles	20.154.723,31	14.815.945,11
Terrains et constructions	1.570.931,80	2.021.156,61
Installations techniques et machines	15.243.340,35	10.438.969,89
Autres installations, outillage et mobilier	1.468.103,00	680.299,57
Acomptes versés et immobilisations corporelles en cours	1.872.348,16	1.675.519,04
Immobilisations financières	763.542,81	872.716,17
Parts dans des entreprises liées	404.377,09	513.550,45
Créances sur des entreprises liées	359.165,72	359.165,72
<b>Total de l'actif immobilisé</b>	<b>21.625.651,03</b>	<b>15.867.362,49</b>
<b>Actif circulant</b>		
Stocks	234.410,18	-
Matières premières et consommables	234.410,18	-
Créances	26.499.297,70	25.223.202,11
Créances résultant de ventes et prestations de services	5.443.475,06	4.028.928,35
Autres Créances	21.055.822,64	21.194.273,76
Valeurs mobilières	-	-
Avoirs en banques, avoirs en compte de chèques postaux, chèques et encaisse	58.940.593,09	63.731.616,91
<b>Total de l'actif circulant</b>	<b>85.674.300,97</b>	<b>88.954.819,02</b>
Comptes de régularisation	520.692,52	511.169,10
<b>Total du bilan (actif)</b>	<b>107.820.644,52</b>	<b>105.333.350,61</b>
<b>Capitaux propres et passif (en euros)</b>	<b>2017</b>	<b>2016</b>
Capitaux propres	77.100.175,77	71.647.297,21
Dotations	28.044.521,26	25.196.617,51
Réserves	43.602.775,95	-
Résultats reportés	-	40.554.778,48
Résultat de l'exercice	5.452.878,56	5.895.901,22
Provisions	416.494,60	748.378,25
Provisions pour impôts	299.574,35	523.859,25
Autres provisions	116.920,25	224.519,00
Dettes	29.244.588,68	32.207.344,81
Acomptes reçus sur commandes pour autant qu'ils ne sont pas déduits des stocks de façon distincte	20.504.490,39	23.867.014,77
Dettes sur achats et prestations de services	3.743.677,76	3.883.619,75
Autres dettes	4.996.420,53	4.456.710,29
Comptes de régularisation	1.059.385,47	730.330,34
<b>Total du bilan (capitaux propres et passif)</b>	<b>107.820.644,52</b>	<b>105.333.350,61</b>

# COMPTE DE PROFITS ET PERTES POUR L'EXERCICE 2017

	2017	2016
Chiffre d'affaires net	6.358.589,72	5.752.102,91
Autres produits d'exploitation	59.890.542,58	56.660.075,33
Matières premières et consommables et autres charges externes	-13.046.561,33	-13.774.679,82
Matières premières et consommables	-4.328.031,81	-5.380.390,76
Autres charges externes	-8.718.529,52	-8.394.289,06
Frais de personnel	-42.495.459,07	-38.053.884,43
Salaires et traitements	-37.425.637,94	-33.640.344,66
Charges sociales	-5.024.175,57	-4.400.336,67
couvrant les pensions	-2.923.885,97	-2.558.139,77
autres charges sociales	-2.100.289,60	-1.842.196,90
Autres frais de personnel	-45.645,56	-13.203,10
Corrections de valeur	-4.409.996,78	-3.582.496,62
sur frais d'établissement et sur immobilisations corporelles et incorporelles	-4.250.069,78	-3.589.416,85
sur éléments de l'actif circulant	-159.927,00	6.920,23
Autres charges d'exploitation	-752.394,19	-1.160.432,09
Autres intérêts et autres produits financiers	24.264,23	79.856,11
provenant d'entreprises liées	-	-
autres intérêts et produits financiers	24.264,23	79.856,11
Corrections de valeur sur immobilisations financières et sur valeurs mobilières faisant partie de l'actif circulant	-109.173,36	-
Intérêts et autres charges financières	-6.933,24	-24.640,17
concernant des entreprises liées	-	-
autres intérêts et charges financières	-6.933,24	-24.640,17
Résultat après impôts sur le résultat	5.452.878,56	5.895.901,22
Résultat de l'exercice	5.452.878,56	5.895.901,22



## PROJETS RÉFÉRENCÉS :

- **4DCollab** : « Usage and interaction of synchronous 4D simulation for collaborative decision support in Architecture, Engineering and Construction », projet co-financé par l'Agence Nationale de la Recherche et le Fonds National de la Recherche Luxembourg
- **BIOSCOPE** : « Biodiversity and Agriculture Multiscale Observation Performance Enhancer », projet financé par l'Agence Spatiale Européenne (ESA)
- **BIMEET** : « BIM-based EU-wide Standardized Qualification Framework for achieving Energy Efficiency Training », projet financé par le programme Horizon 2020 de la Commission européenne
- **CONNECTING** : « Consequential Life Cycle Assessment of multi-modal mobility policies - The case of Luxembourg », projet financé par le Fonds National de la Recherche Luxembourg
- **CrossCult** : « Empowering reuse of digital cultural heritage in context-aware cross-cuts of European history », projet financé par le programme Horizon 2020 de la Commission européenne
- **FEDER-DAP** : « Data Analytics Platform », projet financé par le Fonds Européen de Développement Régional
- **HYDRO-CSI** : « Doctoral Education unit in hydrological sciences », projet financé par le Fonds National de la Recherche Luxembourg
- **MASSENA** : « Materials for Sensing and Energy harvesting », projet financé par le Fonds National de la Recherche Luxembourg
- **MOSQUITO** : « MONitoring and predicting urban floods using Sar InTerferometric Observations », projet financé par le Fonds National de la Recherche Luxembourg
- **MS-SPACE** : « Development and benchmarking of a compact mass spectrometer for space applications », projet financé par le Fonds National de la Recherche Luxembourg
- **MUV** : « Mobility Urban Values », projet financé par le programme Horizon 2020 de la Commission européenne
- **OASIS** : « Optimization based integrated process modelling-LCA: application to potable water production », projet financé par le Fonds National de la Recherche Luxembourg
- **PERSEPHONE** : « Integration of Biogas into the new Bioeconomy », projet financé par le programme INTERREG IV A Grande Région
- **PLANTSSENS** : « Detection of plant stress using advanced thermal and spectral remote sensing techniques for improved crop management », projet financé par le Fonds National de la Recherche Luxembourg
- **TARGET** : « Training Augmented Reality Generalised Environment Toolkit », projet financé par le programme Horizon 2020 de la Commission européenne
- **VALUES** : « VALUing Ecosystem Services for environmental assessment », projet financé par le Fonds National de la Recherche Luxembourg

Nous vous invitons à découvrir tous ces projets, et bien d'autres encore, sur notre site Internet [www.list.lu/fr/projets](http://www.list.lu/fr/projets)

## IMPRESSUM

**Editeur**

Luxembourg Institute of Science and Technology

**Layout et mise en page**

Luxembourg Institute of Science and Technology

**Crédits photographiques et iconographiques**

LIST, Claude Piscitelli, inspiringluxembourg.lu, Goodyear, Scientific American, Science.lu, Olivier Minaire, SES, Solar Impulse Foundation

© LIST, Esch-sur-Alzette | Juin 2018

