

# FOUNDATIONS FOR CHANGE

RAPPORT ANNUEL 2018

LUXEMBOURG  
INSTITUTE OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

LIST



LUXEMBOURG  
INSTITUTE OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY





## TABLE DES MATIÈRES

---

<b>ÉDITORIAL</b>	<b>2</b>
<b>LES TEMPS FORTS</b>	<b>5</b>
<b>CHIFFRES CLÉS 2018</b>	<b>13</b>
<b>REPORTAGES</b>	<b>19</b>
Contribuer au bien commun	21
Stimuler la compétitivité de l'économie luxembourgeoise	25
Bénéficier d'une infrastructure de pointe	29
Former la prochaine génération de chercheurs de renommée mondiale	33
<b>RÉALISATIONS 2018 PAR DOMAINES D'APPLICATION</b>	<b>37</b>
<b>DÉPARTEMENTS DE RECHERCHE</b>	<b>43</b>
<b>GOUVERNANCE</b>	<b>49</b>
<b>COMPTES ANNUELS</b>	<b>53</b>

---

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

### LES BASES DU CHANGEMENT

Chers lecteurs, chères lectrices,

Le LIST, la plus grande organisation de recherche et de technologie (RTO) du Luxembourg, continue de se démarquer sur la scène de la recherche nationale et européenne. Au cours de l'année 2018, sa mission a été confortée par la signature, avec le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, de son contrat de performance couvrant la période 2018-2021. Cet accord pluriannuel confirme le leadership croissant du LIST dans trois domaines thématiques : la recherche et l'innovation environnementales, le développement de solutions digitales innovantes, ainsi que la recherche de pointe sur les matériaux avancés.

Le LIST a ainsi poursuivi sa collaboration avec Goodyear Tire and Rubber Company sur la mobilité durable ainsi que les matériaux de l'avenir. Ce partenariat a déjà donné naissance à de premières innovations prometteuses. 2018 a aussi été marquée par le renforcement d'un partenariat stratégique signé l'année précédente avec la société d'exploration lunaire ispace Europe visant spécifiquement à la détection et l'analyse des ressources lunaires grâce à une technologie développée par le LIST.

D'autre part, de nouveaux partenariats industriels internationaux ont été conclus au cours de l'année : avec STMicroelectronics sur des technologies de films minces pour des systèmes intelligents, avec Intel sur des matériaux magnétoélectriques à faible consommation, avec XNRGI sur des micro-batteries 3D. Enfin, le LIST apporte son expertise et son savoir-faire à MET-LUX afin de développer de nouveaux emballages souples transparents à très faible perméabilité gazeuse. Au niveau national, des collaborations ont débuté avec Arcelor et Ceratizit dans le domaine des Data Analytics, ainsi qu'avec Paul Wurth et Luxair dans le domaine de la transformation digitale des organisations et Polygone pour résoudre des problématiques de transformation des déchets. En 2018, le LIST a également fourni les premières micro-turbines fonctionnelles pour les vannes de Rotarex.

À un niveau plus institutionnel, de nouveaux savoir-faire au service des organismes publics ont été développés. Avec ses cartes des zones inondées en haute résolution, générées par des algorithmes brevetés, le LIST a aidé les autorités compétentes lors de catastrophes, ainsi que des organisations internationales à travers le monde, à réagir efficacement en temps de crise. De même, le LIST traite l'imagerie satellite afin de mieux contrôler et comprendre les phénomènes affectant la surface de la Terre. Du fait de ces compétences, un accord de coopération a pu être conclu avec la Direction de la défense dans le domaine du traitement de données. Enfin, le « GDPR Compliance Support Tool » créé par le LIST pour la Commission nationale pour la protection des données a obtenu le prix spécial « GDPR Initiative of the Year » lors des Information Security Awards 2018.



L'excellence scientifique est également au cœur des ambitions du LIST. En témoignent les 133 projets compétitifs (dont 110 nationaux et 23 européens), les 223 publications scientifiques dans le 1er quartile de leurs catégories respectives à l'échelle internationale et les 17 thèses de doctorat soutenues avec succès. 21 chercheurs du LIST ont obtenu l'« Autorisation à Diriger des Recherches » à l'Université du Luxembourg et 4 d'entre eux ont obtenu l'« Habilitation à Diriger des Recherches » auprès d'universités françaises.

Enfin, dans le cadre de son rôle de transfert de l'innovation au bénéfice de l'industrie locale, le LIST a œuvré jusqu'en février 2018 au développement de sa dernière spin-off, Luxembourg Ion Optical Nano-Systems sàrl (LION). Celle-ci commercialise le VECTOR<sup>500</sup> SIMS, un outil unique pour la microscopie corrélative haute résolution et haute sensibilité, développé dans les laboratoires du LIST. L'équipe de recherche à l'origine de cette technologie a reçu un « Outstanding Research-Driven Innovation Award » lors des FNR Awards 2018.

Le LIST produit des résultats remarquables et de plus en plus reconnus, au niveau national, mais aussi européen et même mondial. Ces résultats, nous les devons d'abord à la culture de performance et à l'esprit d'équipe du LIST.

Nous sommes fiers de participer à la passionnante aventure du LIST.



Georges BOURSCHIED  
Président du Conseil d'Administration



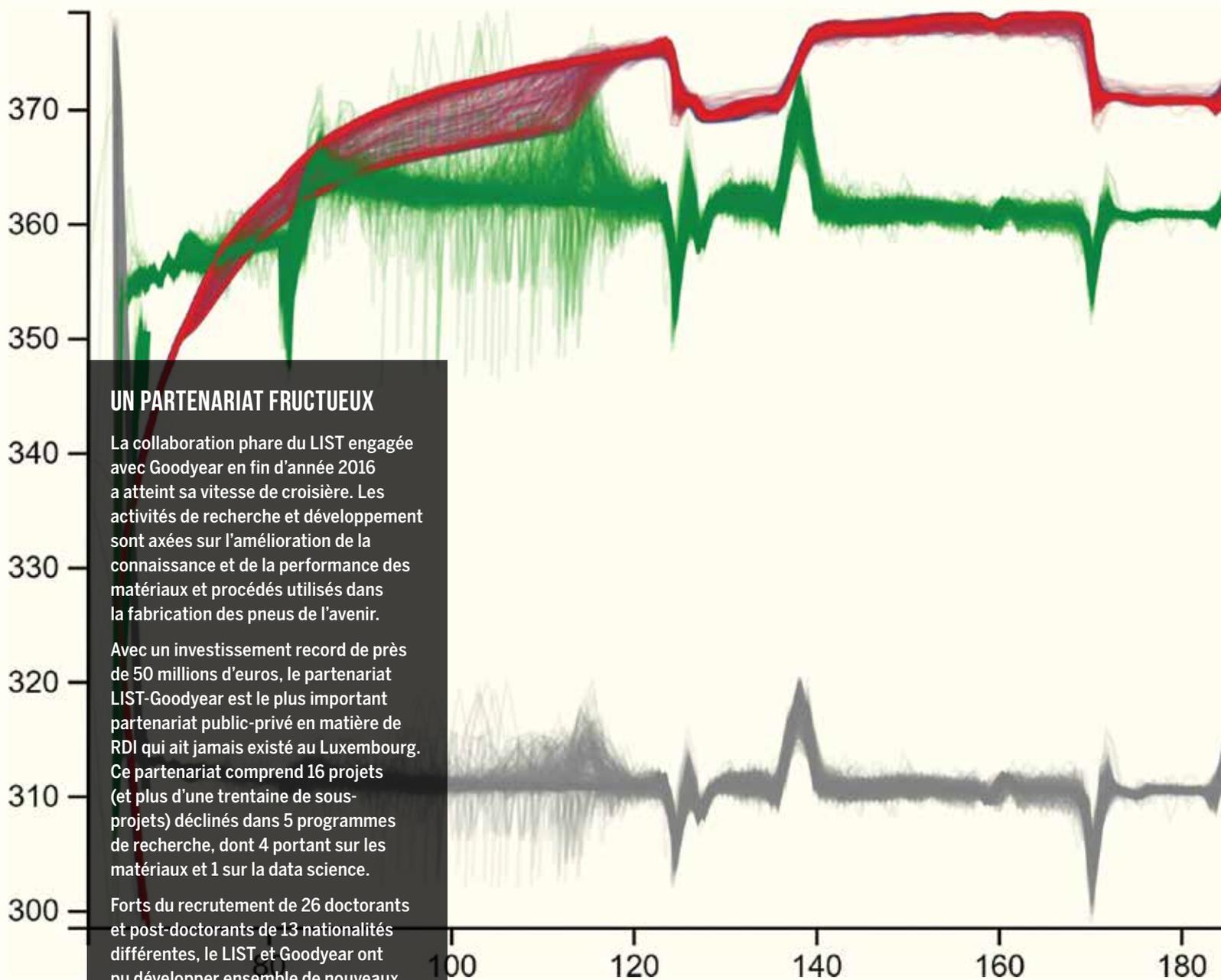
Dr Thomas KALLSTENIUS  
Directeur Général







# | **LES TEMPS FORTS**



L'illustration ci-contre est un exemple de visualisation de données relatives à un pneu en mouvement.

## INNOVATION RECOMPENSÉE

Le VECTOR<sup>500</sup> SIMS est un spectromètre de masse qui, couplé à un microscope, offre une résolution spatiale autour de 10 nanomètres, soit 5 fois plus puissante que les instruments disponibles sur le marché jusque-là. Cette technologie unique au monde est le fruit de la combinaison de la recherche fondamentale sur les interactions particules-matière avec le développement d'instruments et d'applications. Elle est commercialisée depuis 2018 par Luxembourg Ion Optical Nano-Systems sàrl, une spin-off du LIST.

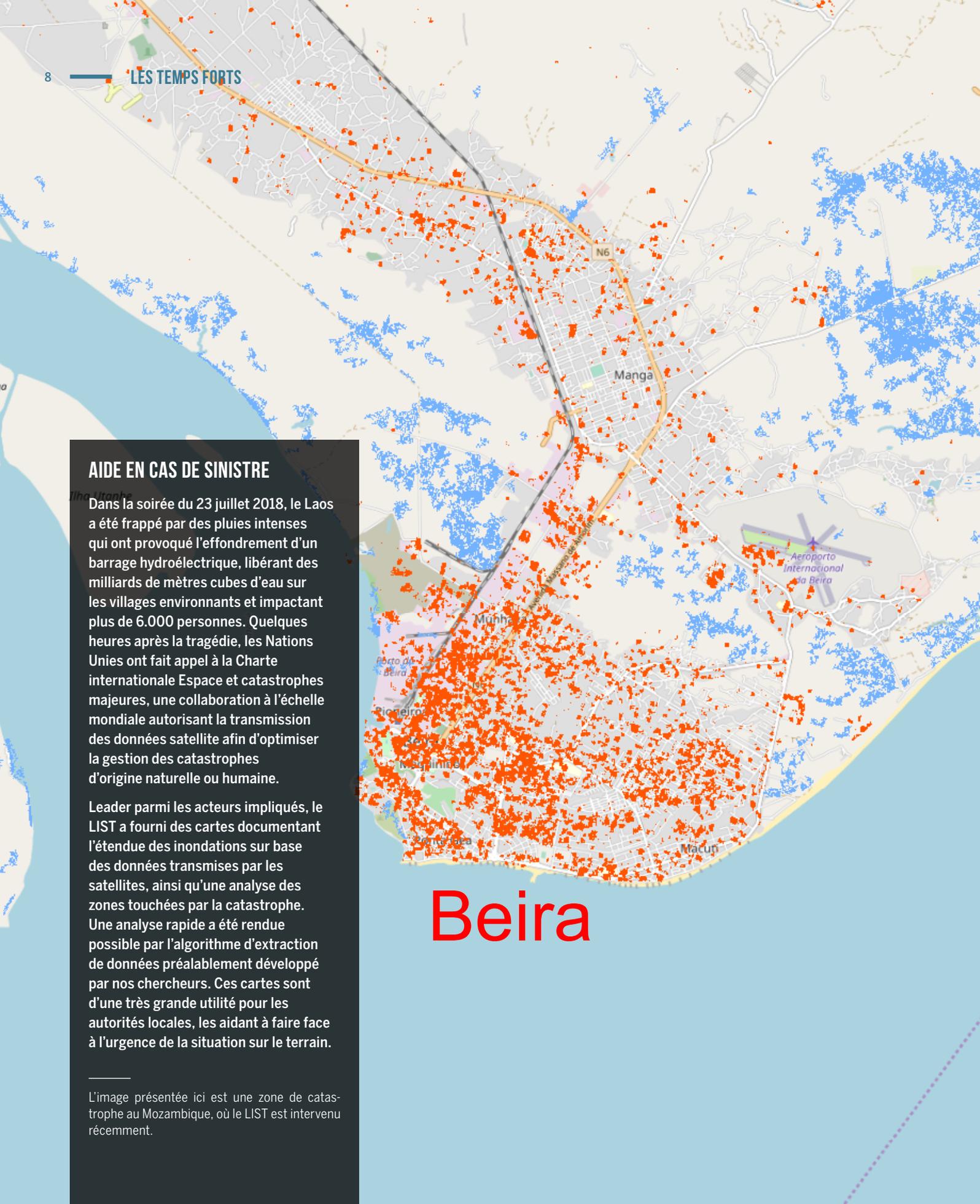
Le cycle d'innovation lié à la maturation du VECTOR<sup>500</sup> SIMS a été entièrement géré par le LIST, de la mise au point du concept instrumental à la mise sur le marché. Ce cycle a été mis à l'honneur lors de la 10<sup>ème</sup> édition des FNR Awards, qui distinguent des projets d'excellence dans le domaine de l'innovation. L'équipe de recherche ayant mis au point cette technologie a reçu l'un des deux « Outstanding Research - Driven Innovation Awards » remis par Marc Hansen, ancien ministre délégué à l'Enseignement supérieur et à la Recherche. Cette récompense est la reconnaissance des efforts en R&D pluridisciplinaire accomplis dans ce domaine depuis sept ans par le LIST.

## AIDE EN CAS DE SINISTRE

Dans la soirée du 23 juillet 2018, le Laos a été frappé par des pluies intenses qui ont provoqué l'effondrement d'un barrage hydroélectrique, libérant des milliards de mètres cubes d'eau sur les villages environnants et impactant plus de 6.000 personnes. Quelques heures après la tragédie, les Nations Unies ont fait appel à la Charte internationale Espace et catastrophes majeures, une collaboration à l'échelle mondiale autorisant la transmission des données satellite afin d'optimiser la gestion des catastrophes d'origine naturelle ou humaine.

Leader parmi les acteurs impliqués, le LIST a fourni des cartes documentant l'étendue des inondations sur base des données transmises par les satellites, ainsi qu'une analyse des zones touchées par la catastrophe. Une analyse rapide a été rendue possible par l'algorithme d'extraction de données préalablement développé par nos chercheurs. Ces cartes sont d'une très grande utilité pour les autorités locales, les aidant à faire face à l'urgence de la situation sur le terrain.

L'image présentée ici est une zone de catastrophe au Mozambique, où le LIST est intervenu récemment.



# Beira



## ECONOMIE VERTE

Le LIST contribue à la réalisation de la stratégie nationale d'économie circulaire du Gouvernement luxembourgeois avec la mise en place d'un Green Tech Innovation Centre (GTIC-L), en cours de constitution.

Ce centre positionne la collaboration avec l'industrie au cœur de la vision "Smart Green" du LIST, pour une économie et des emplois verts. Il traitera les thématiques liées à la construction, aux énergies renouvelables, aux biomolécules d'intérêt industriel, à l'exploitation des ressources naturelles, ainsi qu'à l'agriculture et à l'alimentation.

## SÉCURITÉ DES SERVICES ESSENTIELS

La directive Network and Information System Security (NIS) adoptée en 2016 poursuit un objectif majeur : assurer un niveau de sécurité élevé et commun pour les réseaux et les systèmes d'information de l'Union européenne. Elle vise à augmenter la maturité des entreprises en cyber sécurité, de manière à rendre l'Europe plus forte et fiable. Deux types d'entreprises sont concernés : les opérateurs de services essentiels et les fournisseurs de services numériques. La liste non exhaustive des secteurs visés comprend l'énergie, le transport, le secteur bancaire, les infrastructures de marchés financiers, la santé, la fourniture et la distribution d'eau potable et les infrastructures numériques.

Depuis 7 ans, le LIST travaille sur la cyber sécurité et les risques qui y sont liés, en collaboration avec l'Institut Luxembourgeois de Régulation (IRL) et avec le soutien du Fonds National de la Recherche dans le cadre de certains projets. En 2018, le LIST a conçu et déployé avec l'ILR et le Haut-Commissariat à la Protection nationale une méthodologie innovante d'identification des opérateurs de services essentiels. Cette méthodologie satisfait à tous les critères préconisés par la directive NIS. De plus, les représentants et autorités de chacun des secteurs concernés ont été associés à son élaboration.

Ce premier projet s'inscrit dans un cadre de collaboration plus large autour du développement d'outils innovants visant à l'implémentation de la directive NIS. Des instruments d'aide au reporting des différentes entités concernées seront notamment développés.



## LE TOUT PREMIER TECH DAY DU LIST

Le 21 juin 2018, le LIST a organisé son tout premier Technology Day: un événement destiné aux chefs d'entreprise et aux décideurs visant à présenter les nouvelles technologies et solutions développées au sein du LIST en appui de toute entreprise désireuse d'innover.

Plus de 150 participants ont contribué à cette journée dédiée à l'innovation au Luxembourg, en présence de représentants du Ministère de la Recherche et de l'Enseignement supérieur et du Ministère de l'Economie.

De nombreux cas concrets de collaboration du LIST avec des partenaires privés et publics ont été mis en exergue. De la recherche spatiale à la nanotechnologie, une quinzaine d'industriels ont évoqué leurs parcours avec les chercheurs du LIST. Ces partenariats confirment le rôle de leader du LIST dans la création de liens entre la recherche et le monde économique.

Suite au succès rencontré lors de cette première édition, le LIST a décidé de pérenniser l'événement pour que le Tech Day devienne le forum annuel pour l'avancement de la recherche collaborative et des partenariats industriels au Luxembourg.





**CHIFFRES CLÉS 2018**

Au 31/12/2018

collaborateurs | **603****65 %**

hommes

**35 %**

femmes

**45**

nationalités

**75 %**chercheurs ou  
spécialistes de  
l'innovation

## RESSOURCES HUMAINES

Pour l'ensemble de l'année 2018

**79** | personnes  
embauchées  
en 2018**110** |doctorants  
accueillis au LIST  
en 2018

## SCIENCE ET TRANSFERT

**19**

licences payantes

**223**articles  
scientifiques  
dans revues  
1<sup>er</sup> quartile**1**

spin-off

**110** | projets  
compétitifs  
nationaux



**1**

projet compétitif  
international  
(hors EU)

**23** | projets  
compétitifs  
européens

**36**

principaux contrats  
de services

**101** |

projets collaboratifs  
et assimilés

**13** | projets Interreg,  
FEDER, Erasmus,  
Cost

**Σ 284** | total des  
projets et  
contrats RDI

## TYPLOGIE 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 de recherche impliquant une collaboration effective entre au moins deux parties indépendantes poursuivant un objectif commun fondé sur une division du travail. Les deux parties définissent conjointement la portée du projet, contribuent à sa réalisation et partagent ses risques et ses résultats.

Les projets s'inscrivant dans le cadre des missions d'utilité publique confiées au LIST, les projets de l'Agence Spatiale Européenne (ESA), ainsi que ceux cofinancés par des fondations, sont assimilés à des projets collaboratifs.

N.B. A compter de 2018, les projets FNR incluant des partenariats public-privé sont inclus dans les projets collaboratifs. En 2017, ces projets étaient intégrés dans la catégorie des projets compétitifs.



## COLLABORATION INTERNATIONALE

NOMBRE DE CONTRATS  
PAR PAYS

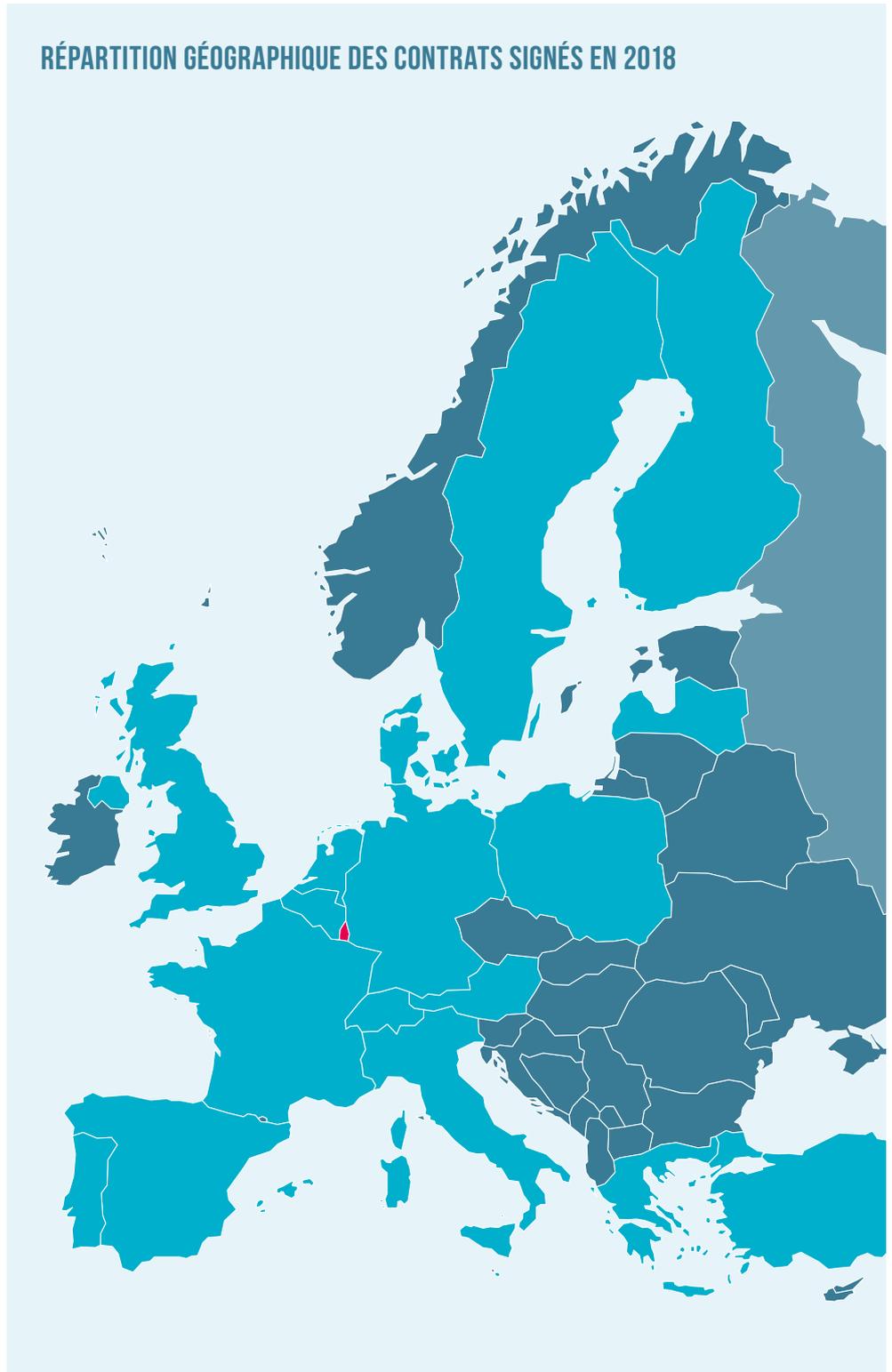
## EUROPE

France	28
Pays-Bas	8
Espagne	6
Allemagne	5
Belgique	5
Grande-Bretagne	5
Autriche	4
Italie	4
Finlande	3
Suisse	3
Lettonie	2
Pologne	2
Portugal	2
Grèce	1
Suède	1
Turquie	1

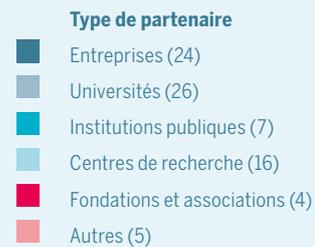
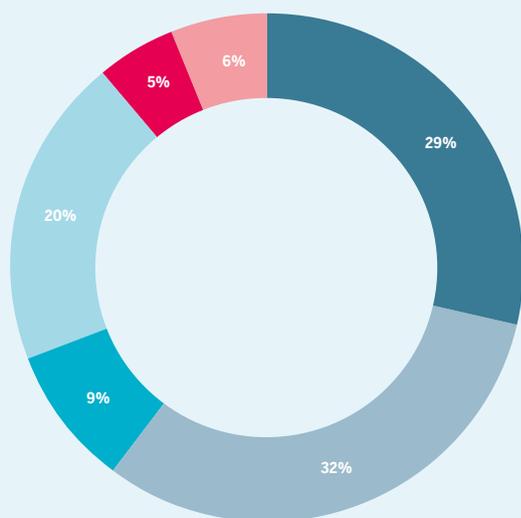
## MONDE

Brésil	1
États-Unis	1

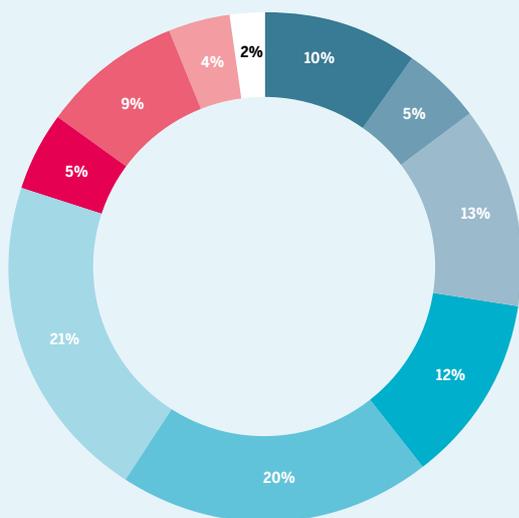
## RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES CONTRATS SIGNÉS EN 2018



## RÉPARTITION DES PARTENARIATS SIGNÉS EN 2018 PAR TYPE DE PARTENAIRE



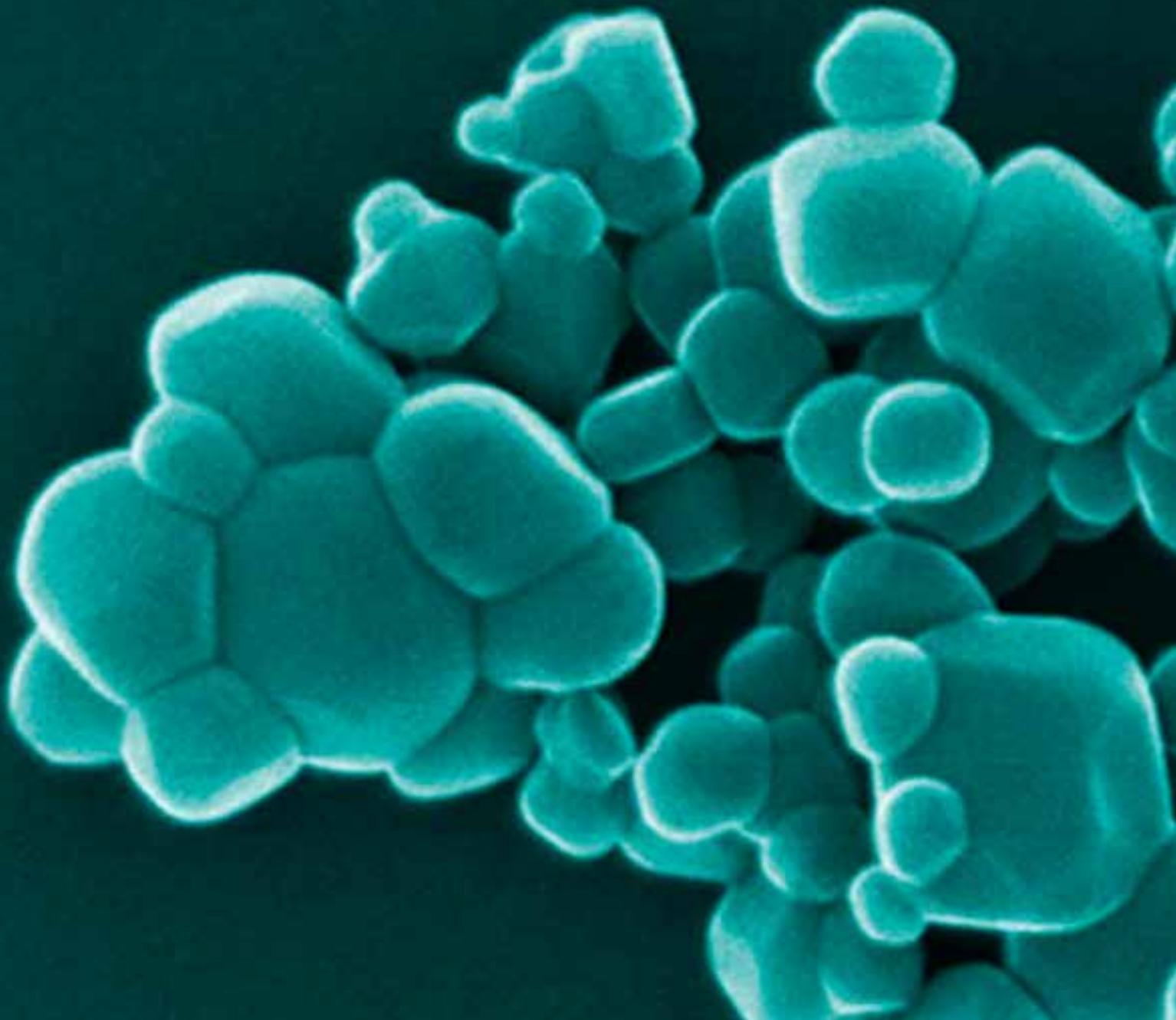
## COUVERTURE SECTORIELLE DES PARTENARIATS SIGNÉS EN 2018







# REPORTAGES





La technologie fait partie intégrante de notre quotidien. Elle influence et modifie nos comportements et notre perception du monde. Grâce à leur expertise sur le sujet, les chercheurs du LIST accompagnent, soutiennent et anticipent les changements de notre société moderne.

Le LIST explore les potentiels des technologies connectées, des technologies de réalité augmentée et mélangées, ou bien encore des technologies « propres » pour construire le monde de demain, en phase avec les besoins de notre société.



## Le LIST entend permettre aux citoyens du Luxembourg et d'Europe de consommer en ayant pleinement conscience du contenu de leur panier.

### MIEUX CONSOMMER GRÂCE AU DIGITAL

Le LIST travaille sur des projets de recherche qui ont un impact direct sur les citoyens, notamment sur leurs comportements de consommation.

Avec le projet européen LIFANA, le LIST vise à améliorer la santé et le bien-être des personnes âgées et dépendantes grâce à la mise en place de services personnalisés : systèmes informatiques de recommandations de repas basées sur les conseils de nutritionnistes, livraison à domicile de produits alimentaires, listes de courses personnalisées proposées par la plate-forme Wiki-food. Notre ambition est de simplifier les tâches du quotidien liées à l'alimentation et d'inciter les personnes à changer leurs habitudes alimentaires.

Dans le cadre du projet européen AskREACH, le LIST aide consommateurs et entreprises à exercer leur droit à l'information sur les substances extrêmement préoccupantes (SVHC) présentes dans certains produits de consommation. Ainsi, nos meubles, nos vêtements et même les jouets de nos enfants peuvent contenir des substances chimiques potentiellement cancérigènes, mutagènes, toxiques ou perturbatrices du système endocrinien. Le LIST exploite des outils informatiques innovants et met une base de données à disposition des fournisseurs, ainsi qu'une application mobile associée à disposition des consommateurs. Nous entendons ainsi permettre aux citoyens du Luxembourg et d'Europe de consommer en ayant pleinement conscience du contenu de leur panier.

### LES DRONES AU SECOURS DE L'ENVIRONNEMENT

Les drones et les capteurs distants sont des technologies de dernière génération d'un grand intérêt pour de nombreuses applications et notamment celles tournées vers un avenir plus respectueux de l'environnement. Les images ainsi télé-déteectées et décryptées par le LIST nous apportent des informations cruciales pour répondre à des problématiques d'agriculture de précision et de surveillance environnementale.

Chaque été, les sites de loisirs nautiques, au Luxembourg comme ailleurs, doivent faire face à la prolifération de cyanobactéries. Certaines de ces algues bleues produisent des toxines capables d'affecter l'homme, la faune aquatique, les animaux domestiques et le bétail. Depuis de nombreuses années, le LIST surveille étroitement la composition et la prolifération de ces bactéries en observant les ressources en eau du Luxembourg. Nous avons récemment étoffé nos capacités d'analyses en





nous dotant d'un drone sans pilote que nous avons équipé afin de nous fournir l'information la plus complète sur l'état de prolifération des cyanobactéries des zones surveillées. Notre ambition est de pouvoir informer, avertir et mobiliser les autorités nationales compétentes pour leur permettre de prendre le plus rapidement possible des décisions quant au bien-être des citoyens. Dans ce cadre, le LIST est partie prenante du plan d'alerte nationale pour la gestion des risques relatifs aux cyanobactéries.

Les drones sont également utilisés dans le projet BioVIM. Ils doivent contribuer à réduire l'utilisation des pesticides en viticulture. Grâce au survol de vignobles par un drone équipé d'une caméra d'imagerie hyperspectrale, nous pouvons suivre le développement des maladies de la vigne et envisager la mise en place d'un système d'alerte. Nous souhaitons ainsi ouvrir la voie à des techniques de viticulture de précision, dans lesquelles les épidémies émergentes sont traitées à un stade précoce et exclusivement aux endroits où elles apparaissent. L'objectif est d'offrir une alternative aux pesticides dans les cultures et d'accompagner les viticulteurs investis dans une démarche biologique.

## PENSER DES TECHNOLOGIES ÉTHIQUEMENT RESPONSABLES

Afin d'apporter des solutions aux problèmes sociétaux actuels, le LIST ne limite pas ses activités à l'utilisation de technologies existantes. Nos chercheurs s'attellent également à la création de technologies innovantes.

Une nouvelle technologie a notamment été mise au point afin d'évaluer les conséquences d'une exposition aux polluants chez l'Homme. Il s'agit d'un modèle de poumon *in vitro* en trois dimensions permettant de mesurer le potentiel de sensibilisation respiratoire des composés chimiques inhalables. Il constitue une alternative aux tests sur les animaux visant à évaluer la sensibilisation respiratoire des produits industriels. Dans le cadre du projet VitralizeMe, notre modèle sera soumis à des laboratoires de référence dans le but d'obtenir une validation officielle. Nous entendons ainsi participer à un monde plus respectueux de la cause animale.

« Notre modèle de poumon *in vitro* en trois dimensions permet de mesurer le potentiel de sensibilisation respiratoire des composés chimiques inhalables. Il constitue une alternative aux tests sur les animaux.





# STIMULER LA COMPÉTITIVITÉ DE L'ÉCONOMIE LUXEMBOURGEOISE



Les 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 favorisent le développement économique de nos sociétés modernes.

Le LIST soutient le développement des entreprises et des organismes publics en mettant son expertise en matière de matériaux et de technologies d'analyses de données à leur disposition. Le LIST fournit également des solutions en matière de digitalisation, de décarbonisation (développement de nouvelles batteries par exemple) ou encore d'accompagnement du vieillissement de la population (développement de nano(bio)matériaux et de capteurs biologiques).



Notre ambition est d'alléger le procédé de fabrication des engins spatiaux.



## LES YEUX TOURNÉS VERS L'ESPACE

Avec le projet PriSe, le LIST se focalise sur les capteurs thermiques et de contraintes installés sur les engins spatiaux. Ces capteurs apportent des informations cruciales sur le comportement des engins spatiaux, tant durant la phase d'intégration et de test d'assemblage (ITA) que lors des missions dans l'espace. Cependant, un seul engin spatial exige plusieurs centaines de capteurs et leur installation est non seulement délicate, mais aussi exigeante en termes de temps et de budget. Pour tenter de pallier à ce problème, le LIST va sélectionner puis évaluer différentes techniques innovantes d'impression. Au terme du projet, l'objectif est d'identifier la technique qui permettra d'accélérer le processus d'intégration des capteurs et de réduire les coûts associés. Notre ambition est d'alléger ainsi le procédé de fabrication des engins spatiaux.

Avec le projet FOCALIDS, nous adaptons notre technologie de spectrométrie de masse portable innovante aux besoins spécifiques de la prospection lunaire. Notre spectromètre permet d'analyser des cellules de la taille d'un nanogramme. Exceptionnelle de par sa résolution inégalée et de par sa taille compacte, cette technologie a révélé son potentiel pour des applications spatiales. La société japonaise d'exploration lunaire ispace Europe a ainsi choisi de coupler notre spectromètre de masse aux rovers lunaires, petits et légers, qui seront déployés par l'entreprise à la surface de la Lune. Nous entendons ainsi mettre au point un spectromètre de masse compact et mobile, capable de parcourir la surface lunaire et de détecter et analyser les ressources en eau potentiellement présentes sur la Lune.

## VUE D'EN HAUT

Les technologies de télédétection, permettant d'acquérir des informations sur un objet précis sans entrer en contact avec lui, ouvrent de nouvelles perspectives d'analyses et de compréhension des phénomènes naturels. Les images aériennes, obtenues par drones ou avions, voire celles acquises par les satellites ou les caméras hyperspectrales, offrent un potentiel énorme pour surveiller et gérer environnement, agriculture et risques naturels.

Nous avons intégré un outil de cartographie des inondations et d'évaluation des risques d'inondation (HASARD®) sur les serveurs de l'Agence Spatiale Européenne, et plus précisément sur sa plate-forme Grid Processing On Demand (GPOD). Grâce à notre technologie, les scientifiques du monde entier peuvent ainsi réaliser, à partir d'images satellitaires, leurs propres cartes d'inondation dans presque n'importe quelle région du globe. Cet outil nous permet également de fournir une assistance aux différentes autorités chargées de gérer les inondations dans le monde. Des cartes issues de notre outil ont d'ores et déjà été exploitées pour les inondations résultant des ouragans Irma et Harvey aux Etats-Unis et, plus récemment, à l'occasion de l'effondrement d'un barrage hydroélectrique en République démocratique populaire lao (Laos).

Le LIST se base également sur les satellites d'observation de la Terre pour accéder à une meilleure connaissance du fonctionnement de la végétation terrestre. Avec le projet européen SENSECO, nous cherchons à améliorer les pratiques de détection et de caractérisation de certains facteurs de stress à différents stades de développement des fruits et de la végétation, notamment le développement foliaire, la floraison, la fructification, ou bien encore la maturation des fruits. Notre ambition est de fournir aux décideurs politiques et aux acteurs du monde agricole des informations leur permettant d'anticiper les conditions de croissance et de santé de la végétation dans des conditions climatiques changeantes.



## DES DONNÉES AU SERVICE DE LA COMPÉTITIVITÉ

Le LIST aide les entreprises à exploiter les données en mettant au point des systèmes permettant de les collecter, de les visualiser et de les analyser, et ce afin de soutenir la compétitivité des entreprises luxembourgeoises.

Le LIST accompagne les entreprises et collectivités dans la résolution de leurs défis quotidiens. Nous les aidons à prendre des décisions de manière participative grâce aux technologies innovantes. Dans ce cadre, le projet FNR SWAM (programme BRIDGES) vise à mettre au point une plate-forme de collecte de déchets intelligente, en combinant les données générées par des capteurs intégrés dans des conteneurs à déchets avec les informations issues des bases de données commerciales de notre partenaire Polygone. Nous souhaitons mettre à disposition de ce dernier un système lui permettant de gérer ses problématiques de manière intelligente et efficace, en conformité avec ses propres exigences et priorités, dans le but d'améliorer sa performance et sa productivité. Le LIST développe ainsi des innovations nourrissant des applications concrètes, adaptables et déclinables dans plusieurs secteurs d'activité.

Dans le cadre du projet FEDER-DAP (1), nous déploierons une plate-forme d'analyse et de visualisation de données performante. Cette installation unique au Luxembourg et à la pointe de la technologie intégrera système de calcul de haute performance, capacités d'analyse de données de haut vol et mur de visualisation interactif. Cette infrastructure sera associée à des solutions d'analyse commerciales en cours de développement au sein du LIST. Notre ambition est de permettre aux entreprises et industries de bénéficier des dernières technologies d'analyses existantes pour surveiller et contrôler les opérations, améliorer les processus, et prédire la performance du système ou du processus étudié.

(1) Le projet DAP Data Analytics Platform est cofinancé par le fonds FEDER. Il a pour objectif de mettre à disposition des équipes de recherche des technologies et solutions avancées dans les domaines du big data, des data / business analytics et de l'intelligence artificielle.



**Permettre aux entreprises et industries de bénéficier des dernières technologies d'analyses existantes pour surveiller et contrôler les opérations, améliorer les processus, et prédire la performance du système ou du processus étudié.**





# BÉNÉFICIER D'UNE INFRASTRUCTURE DE POINTE



La qualité et la diversité des équipements et des instruments utilisés par les chercheurs est une condition indispensable au succès de la recherche. Le LIST investit des moyens considérables dans son infrastructure (salles blanches, bioréacteurs à grands volumes, High Performance Computer...). De tels actifs constituent un véritable atout pour nos chercheurs et nos partenaires.

## DES SUPER MATÉRIAUX

Naturel ou synthétique, le matériau composite a pour particularité de combiner différents composants hétérogènes. Cette association de propriétés intrinsèques à chaque composant en un seul matériau confère des performances inégalées au matériau composite. Légèreté, résistance, performance, rigidité ou encore flexibilité sont autant de termes régulièrement associés à ce « super matériau ». Les combinaisons possibles semblent infinies, tout comme les domaines d'application. Ces matériaux nous ont déjà envahis : nos chaises, nos machines à café ou les fuselages d'avions en sont quelques exemples. Leur avenir semble donc très prometteur.

Créer artificiellement des matériaux composites sur mesure nécessite la meilleure des infrastructures. Dans cette optique, le LIST a mis en place la plate-forme « Composites Manufacturing » accessible à nos chercheurs, mais aussi aux entreprises et aux autres centres de recherche et d'innovation. Nos laboratoires disposent ainsi d'imprimantes 3D dernière génération co-développées en partenariat avec la société ANISO-PRINT, récemment implantée au Grand-Duché. Cette collaboration illustre le pouvoir d'attraction de notre écosystème. Complémentaire au laboratoire de formulation chimique du département Matériaux, la plate-forme « Composites Manufacturing » nous permet d'intégrer nos propres matériaux (synthèse ou mélange) et de lancer de nouvelles activités dans le domaine de la fabrication d'additifs.

L'objectif du LIST est de coordonner infrastructure et expertise pour offrir des réponses concrètes et globales aux problématiques R&D de nos partenaires industriels.

« La plate-forme « Composites Manufacturing » est accessible à nos chercheurs, mais aussi aux entreprises et aux autres centres de recherche et d'innovation.

## CLIMAT ET RESSOURCES NATURELLES

La protection et l'observation de l'environnement, du climat et des ressources naturelles sont cruciales pour notre avenir et celui des prochaines générations. L'activité humaine, la façon dont nous consommons, travaillons, ou fabriquons les objets qui nous entourent impactent les ressources naturelles et plus largement le climat. Les ressources en pétrole ne sont pas inépuisables; la consommation de carburants a des conséquences sur la qualité de l'air et participe au réchauffement climatique. Le LIST s'efforce de contribuer au défi environnemental en proposant des solutions pour quantifier, observer et analyser les retombées de nos comportements sur le territoire luxembourgeois.

Grâce à ses équipements de pointe, le LIST est en mesure d'observer avec précision l'état et l'évolution des ressources naturelles. La collecte de données de qualité nous offre la possibilité de décrire les changements auxquels le Luxembourg sera confronté dans les années à venir. Ces informations permettront aux acteurs politiques d'anticiper ces modifications et de prendre des décisions éclairées.

Dans nos laboratoires, nous disposons d'équipements de pointe pour réaliser des analyses chimiques, biologiques ou environnementales à l'échelle moléculaire, cellulaire ou de l'organisme entier. Nous disposons d'installations de qualité équivalente sur le terrain. Nous exploitons un réseau dense de mesures hydroclimatologiques sur l'ensemble du territoire luxembourgeois en partenariat avec de nombreux partenaires publics. Nous apportons ainsi des réponses aux agences de l'eau, aux municipalités, aux industries alimentaire et pharmaceutique, aux centres de recherche ou encore aux universités.



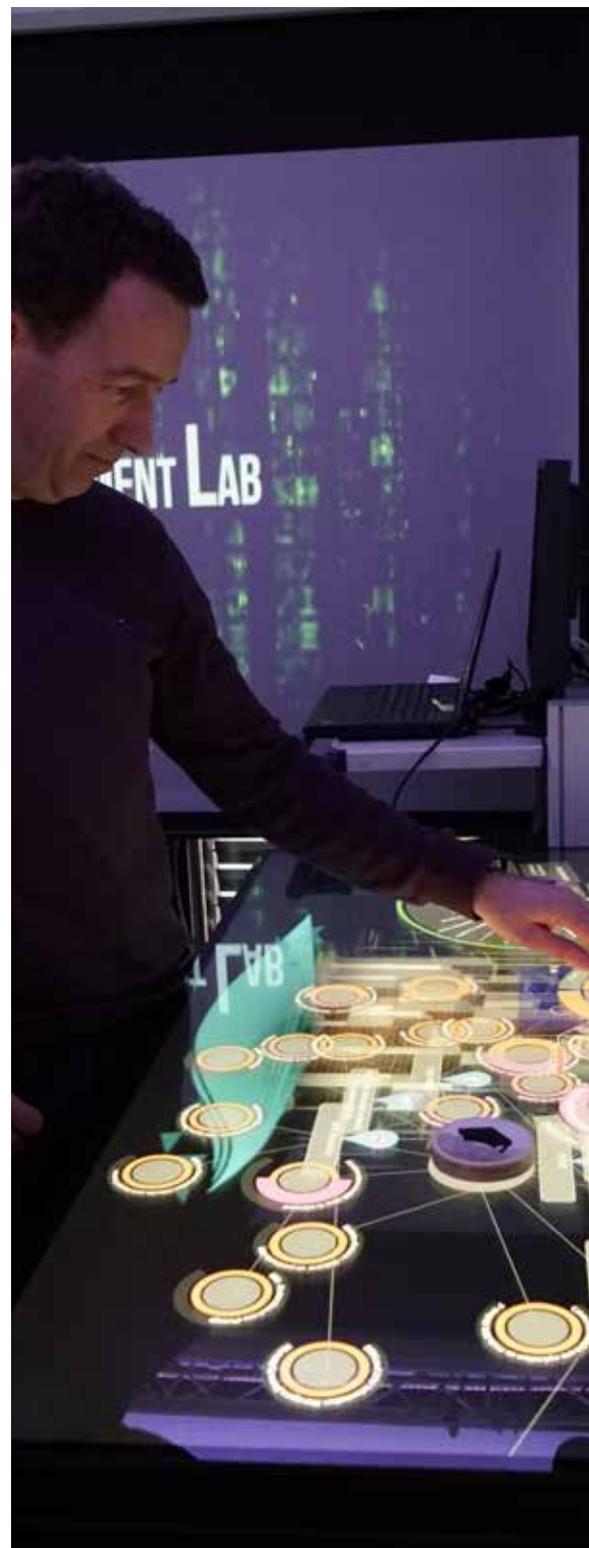


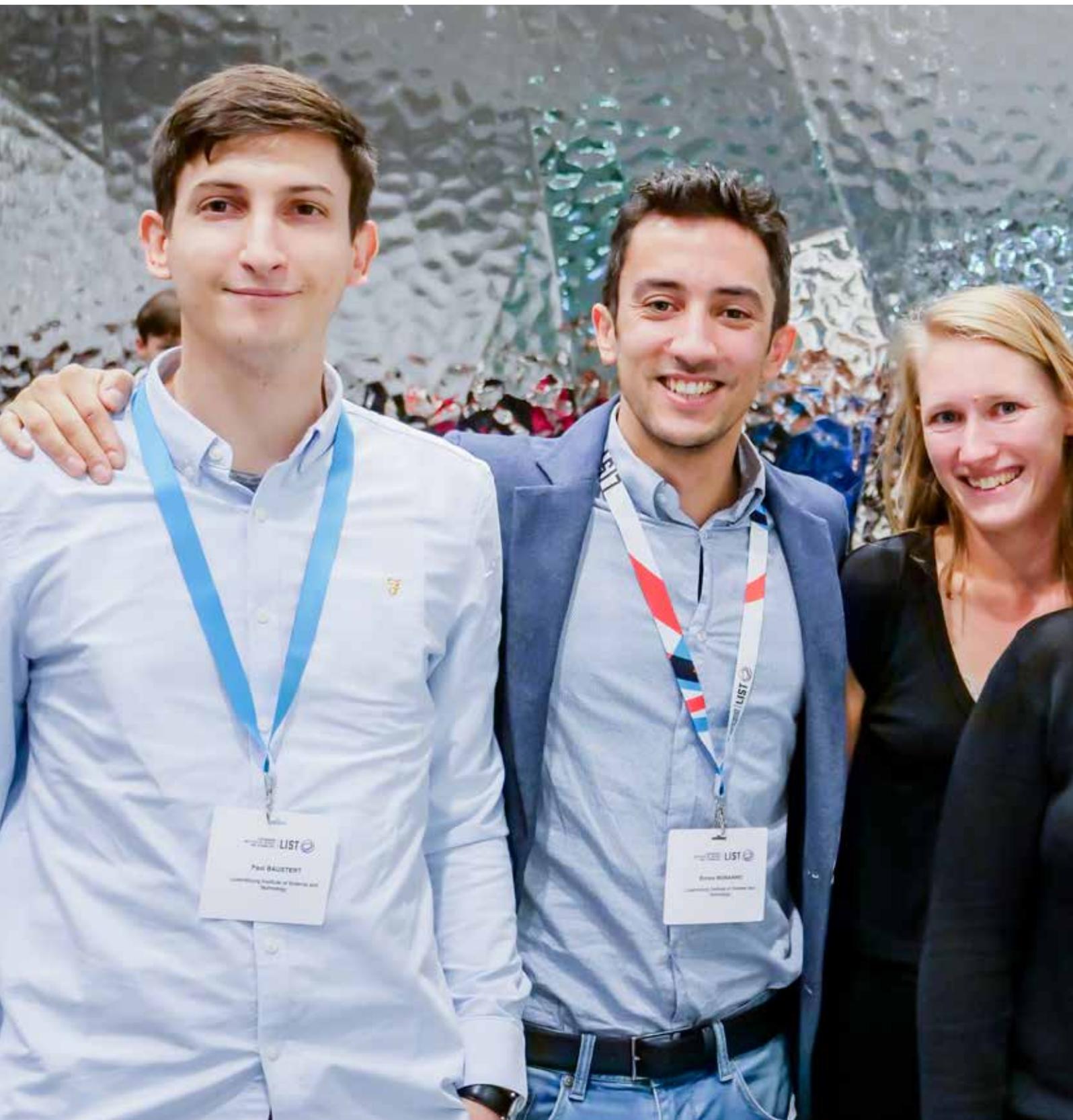
« Dans nos laboratoires, nous disposons d'équipements de pointe pour réaliser des analyses chimiques, biologiques ou environnementales à l'échelle moléculaire, cellulaire ou de l'organisme entier.

## ESPACES INTELLIGENTS

Un espace intelligent est un espace utilisant les nouvelles technologies (par exemple la réalité augmentée, la modélisation ou encore l'Internet des Objets) afin de répondre aux besoins communs de plusieurs types d'acteurs au sein d'une organisation. Tous les secteurs - construction, finance, éducation - peuvent en bénéficier et tous les types de problématiques - prise de décision, résolution d'un problème, réflexion sur des scénarii de développement, etc. - peuvent être traités.

Le LIST offre un environnement dédié à ces expériences, au sein duquel un grand nombre de technologies de dernière génération ont été intégrées. Nous reproduisons physiquement des environnements peuplés d'objets qui interagissent directement avec plusieurs utilisateurs. Nous fournissons des appareils coopératifs de type tables tactiles multi-touch, des systèmes de réalité virtuelle/réalité augmentée, ou bien encore des appareils à porter sur soi. Notre laboratoire est également équipé de plusieurs types de caméras (infrarouges, visibles et de profondeur), de micros, de sons, de projections à 360°, d'éclairage, de capteurs et de déclencheurs. Un atelier de création et de prototypage incluant un établi dédié à l'électronique, des imprimantes 3D et des découpeuses vinyle, est à disposition des utilisateurs pour mettre au point le déroulement et le détail des expérimentations, avec le support de nos experts.





# FORMER LA PROCHAINE GÉNÉRATION DE CHERCHEURS DE RENOMMÉE MONDIALE

En accueillant chaque année une centaine de doctorants, le LIST constitue un véritable vivier de talents pour les entreprises et le monde de la recherche. Nous mettons un point d'honneur à valoriser, former et accompagner cette nouvelle génération d'experts hautement qualifiés vers le marché du travail.





**Nous portons une attention particulière aux chercheurs débutants pour les accompagner dans l'acquisition de compétences de qualité qu'ils pourront appliquer tout au long de leur carrière.**



## AU CŒUR DE NOS MÉTIERS

La formation doctorale revêt une importance cruciale. Nous portons une attention particulière aux chercheurs débutants pour les accompagner dans l'acquisition de compétences de qualité qu'ils pourront appliquer au LIST et tout au long de leur carrière. Intégrer des doctorants nous permet également de maintenir des liens étroits avec le milieu universitaire et de travailler sur des sujets de pointe. Nous accueillons des doctorants du monde entier (21 nationalités présentes en 2018).

Une quinzaine de doctorants évoluent dans notre unité de formation doctorale en sciences hydrologiques montée dans le cadre du projet Hydro-CSI. Ils bénéficient des relations privilégiées que nous avons mises en place avec des universités européennes de renom dans le domaine : TU Wien en Autriche, Institut de technologie de Karlsruhe en Allemagne, Université de Wageningen aux Pays-Bas et Université du Luxembourg. Ensemble, nous souhaitons encourager les études dans le domaine de la recherche sur les ressources en eau et mieux comprendre les fonctions hydrologiques fondamentales des bassins versants, ces portions de territoire dans lesquelles les eaux qui circulent alimentent un même cours d'eau. Nous souhaitons également concevoir, élaborer, tester et mettre sur le marché des solutions technologiques innovantes permettant de faire des prévisions plus fiables de la montée et du parcours de l'eau. Les résultats et outils développés avec les doctorants seront entre autres utilisés pour maintenir à la pointe des dernières technologies et méthodologies notre observatoire hydro-climatologique national. Ce dernier est 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.

Nous travaillons également avec plus d'une vingtaine de doctorants sur le développement de nouveaux matériaux pour les capteurs autonomes et la récupération de leur énergie. L'objectif est d'améliorer la compréhension et les performances des matériaux utilisés dans la détection et la récupération d'énergie afin de développer à terme de nouvelles applications et d'obtenir de meilleures performances. Ces jeunes chercheurs sont intégrés dans une unité doctorale portant sur les domaines de recherche en physique et science des matériaux, gérée en partenariat avec l'Université du Luxembourg dans le cadre du projet MASSENA. Les matériaux sur lesquels travaillent les jeunes chercheurs se retrouveront demain dans nos smartphones, dans nos voitures et nos ordinateurs.

Enfin, une trentaine de doctorants et post-doctorants participent au partenariat mené avec l'industriel Goodyear dans le cadre duquel nous souhaitons mettre au point la prochaine génération de pneumatiques. Leurs activités se focalisent sur cinq axes de recherche : réduction du poids du pneu, amélioration des structures du pneu et développement de nouveaux additifs, amélioration de l'interaction pneu – neige, caractérisation des nouveaux matériaux, data-science. Ce dernier axe de recherche porte sur l'ingénierie de données, les modèles d'apprentissage automatique et l'optimisation et la visualisation de données. Il vise à l'optimisation des opérations dans la recherche et le développement (fabrication, chaîne d'approvisionnement, marketing).



## FORMATIONS

Le LIST s'attache à préparer au mieux les doctorants à intégrer les milieux industriel ou académique, ainsi qu'à développer et faire connaître leur expertise. Pour ce faire, nous leur offrons des infrastructures et un environnement de travail multiculturel et multidisciplinaire, mais aussi tout un système national dédié.

Chaque année, nous confions à des représentants de doctorants du LIST l'organisation d'une journée dédiée aux doctorants : le LIST PhD Day. Nous souhaitons ainsi favoriser les interactions au sein de l'ensemble de la communauté de PhD du LIST incluant les doctorants, mais également leurs superviseurs. Plus largement, nous donnons l'occasion aux doctorants de mettre en lumière les résultats de leurs recherches et leur offrons l'opportunité d'acquérir des savoir-faire fondamentaux, tels que la gestion de projet, ou encore la conception et la présentation de posters scientifiques.



« Nous offrons aux doctorants des infrastructures et un environnement de travail multiculturel et multidisciplinaire, mais aussi tout un système national dédié.





**RÉALISATIONS 2018  
PAR DOMAINES  
D'APPLICATION**

Les thématiques du LIST couvrent cinq domaines d'application clefs correspondant aux besoins socioéconomiques du Luxembourg :

- Villes intelligentes (Smart cities)
- Transition environnementale (Agriculture, Bio-industries, Gestion des ressources, Energies propres)
- Industrie 4.0
- Régulation (FinTech et RegTech)
- Espace

Pour chacun de ces domaines d'application, l'année 2018 a été marquée par les nouveaux challenges RDI confiés au LIST par ses partenaires et clients, les actions de partage ou de transfert de connaissances menées, les nouveaux développements de ses infrastructures de recherche et la reconnaissance par la société civile ou le monde académique de certaines compétences.



1

## VILLES INTELLIGENTES

Le LIST développe des technologies pour les communautés leur permettant de produire des solutions et des services durables, de stimuler la croissance économique et d'améliorer les standards de vie des citoyens. Les thématiques explorées sont les suivantes :

### - Mobilité

Le LIST développe des technologies permettant de réduire la congestion routière et d'offrir des options de mobilité plus rapides, plus écologiques et moins coûteuses. Ces technologies sont destinées aux pouvoirs publics, ainsi qu'aux transporteurs, opérateurs logistiques et fournisseurs de services de transport.

### - Construction

Le LIST combine des capacités de fabrication avancées avec les opportunités offertes par la diffusion et l'adoption de technologies de l'information dans les industries. Il fournit ainsi un panel de solutions comprenant deux volets :

- Optimisation du traitement des données (optimisation de la collecte des informations et de leur exploitation), développement de logiciels de calcul et de modélisation
- Développement de matériaux de pointe

### - Eau

Le LIST développe des solutions innovantes pour la gestion intégrée des ressources en eau, tant sur le plan quantitatif que qualitatif. Ces solutions s'adressent principalement aux collectivités, grandes ou petites, et aux syndicats des eaux.

### - Technologies énergétiques propres

Le LIST offre aux entreprises qui produisent ou consomment de l'énergie, ainsi qu'aux distributeurs d'énergie, des solutions leur permettant de mieux prévoir et gérer leur consommation, de limiter leurs besoins en infrastructures et d'améliorer la qualité du service ainsi que la satisfaction client.

## Nouveaux challenges RDI

- Le LIST participe à l'initiative nationale visant au déploiement rapide de l'infrastructure 5G sur le territoire luxembourgeois. Dans le cadre du projet H2020 5G-MOBIX sur le rôle de la 5G dans la mobilité transfrontalière, le LIST contribue à créer un couloir transfrontalier à titre de banc d'essais pour les véhicules autonomes.
- En collaboration avec l'Administration de l'environnement (AEV), le LIST a dressé un inventaire des matériaux de construction et élaboré un guide associé à destination des professionnels concernés par les chantiers de déconstruction sélective.
- Le LIST modélise un processus digital de prise de décision participative avec la Banque européenne d'investissement (BEI), permettant une planification efficace et intelligente des espaces de travail.

## Actions de partage ou de transfert de connaissances

- En collaboration avec le Centre de Ressources des Technologies et de l'Innovation pour le Bâtiment (CRTI-B), Neobuild, et l'Ordre des Architectes et des Ingénieurs-Conseils (OAI), le LIST a organisé la conférence BIMLUX 2018 <sup>1</sup>. Cet événement a réuni plus de 400 personnes autour des thématiques de la modélisation des données du bâtiment (Building Information Modelling – BIM) et de l'intégration du processus collaboratif aux niveaux national et européen.

### Des compétences reconnues

- Une licence est accordée à SENSAWILD pour l'exploitation du composant logiciel SEM «Smart Exchange Module» (groupe de services middleware développé par le LIST) dans les domaines du tourisme, des loisirs en plein air et de la protection des espaces naturels.

## TRANSITION ENVIRONNEMENTALE

Les thématiques explorées sont les suivantes :

- **Agriculture peu polluante, hors sol, automatisée**
- **Changement climatique et gestion des risques naturels**
- **Systèmes énergétiques durables**
- **Utilisation efficace des ressources renouvelables**
- **Prévention et contrôle de la pollution environnementale**
- **Résilience des écosystèmes**

### Nouveaux challenges RDI

- Un accord tripartite LIST, Ministère de l'Environnement du Luxembourg et Fondation de l'Alliance Mondiale pour les Technologies Propres a été signé en 2018. Cet accord a pour objet l'évaluation des bénéfices environnementaux des technologies soumises pour labellisation à la Fondation de l'Alliance Mondiale pour les Technologies Propres.

### Actions de partage ou de transfert de connaissances

- Le LIST organise la conférence « Meeting the pollinators - importance, decline and perspectives » consacrée au déclin des pollinisateurs.
- Le LIST mène plusieurs actions de sensibilisation des entreprises :
  - Organisation de 3 événements (224 participants) via Betriber & Umwelt
  - Publications sur le site Internet du LIST (2.800 visiteurs)
  - Envoi de lettres d'information (130 abonnés professionnels)
- Les chercheurs Enrico Benetto (LIST), Kilian Gericke (Université de Luxembourg) et Mélanie Guiton (LIST), publient en Open Access l'ouvrage : « Designing Sustainable Technologies, Products and Policies ».

### Développement de l'infrastructure de recherche

- Développement et implémentation du GreenTech Innovation Centre grâce à l'installation de laboratoires permettant la mise en place d'une plate-forme de bioréacteurs à grands volumes (Cf. Temps fort p. 9).

### Des compétences reconnues

- Aline Chary obtient le Lush Prize 2018 « Jeunes chercheurs – Reste du monde » <sup>2</sup> pour ses travaux portant sur un modèle de poumon *in vitro* en trois dimensions.
- Samuel Jourdan reçoit le prix biennal Marcel Florin pour ses travaux en biotechnologies concernant l'étude d'une bactérie pathogène pouvant constituer un herbicide naturel. Les résultats obtenus ont permis de réduire considérablement les coûts de production de cet herbicide et de le rendre viable commercialement.





1



2



3



4

### INDUSTRIE 4.0

Le LIST fournit un panel de solutions s'appuyant à la fois sur l'optimisation de la gestion des informations (exploitation des informations, logiciels de calculs et de modélisation) et sur les matériaux de pointe. Ceux-ci sont élaborés grâce à des procédés émergents, produits de travaux en nanotechnologie, chimie et biologie.

#### Nouveaux challenges RDI

- Le LIST s'engage avec MET-LUX à développer de nouveaux emballages flexibles, transparents à la lumière et imperméables au gaz. <sup>1</sup>
- Le LIST signe avec Paul Wurth un nouvel accord-cadre portant d'une part sur l'étude et l'évaluation d'architectures logicielles analytiques afin de créer des solutions innovantes et des interfaces de programmation d'applications (API) pour les services cloud, et d'autre part sur l'exploration de nouvelles pratiques de déploiement évolutives s'intégrant parfaitement aux écosystèmes de fabrication. <sup>2</sup>
- Le LIST initie un projet collaboratif avec Ceratizit visant à la transformation digitale des processus de développement et de production, grâce aux développements en Data Analytics et Intelligence Artificielle.
- Le LIST lance avec Arcelor un projet collaboratif d'amélioration de la qualité de processus de production par l'utilisation de technologies avancées en Data Analytics.
- Un projet concernant le développement de solutions digitales pour la sécurité du transport de matières dangereuses est approuvé par la Direction de la Défense dans le cadre de la convention de coopération signée en mars 2018.
- Le LIST signe avec Luxair un accord-cadre de collaboration dans le domaine de la transformation digitale des organisations (innovation de services, performance des processus, des ressources et des infrastructures).
- Le LIST développe avec Polygone des projets d'optimisation de la gestion des déchets (collecte et design de centres de tri).

#### Actions de partage ou de transfert de connaissances

- Le LIST organise le premier « Business Day des doctorants PRIDE-MASSENA » dans le domaine des matériaux permettant la détection et la récupération d'énergie, en partenariat avec l'Université du Luxembourg.
- Le LIST co-organise 2 événements d'importance avec la conférence finale du projet européen BIM4VET coordonné par ITIS (100 participants) et la conférence BIMLUX en partenariat avec NeoBuild, le Centre de Ressources des Technologies et de l'Innovation pour le Bâtiment (CRTI-B) et l'Ordre des Architectes et des Ingénieurs-Conseils (OAI) (400 participants).

#### Développement de l'infrastructure de recherche

- La conception de la plate-forme « Composites Manufacturing » dans le cadre de l'initiative nationale composites est finalisée (Cf. Reportage p. 30).
- Le LIST inaugure 2 nouveaux laboratoires :
  - Un laboratoire des poudres et des nanomatériaux multifonctionnels
  - Un laboratoire « chimie » permettant d'accroître les procédés de synthèse par voie humide et de fonctionnalisation de surface
- Un nouveau laboratoire consacré à la transformation des polymères, incluant de nouveaux mélangeurs et extrudeuses, est inauguré. <sup>3</sup>
- La plate-forme de caractérisation et d'essai des matériaux installée dans les laboratoires de Foetz en 2016 est ouverte pour la première fois au public. <sup>4</sup>

## Des compétences reconnues

- L'équipe ayant développé la technologie VECTOR<sup>500</sup> SIMS commercialisée par la spin off Luxembourg Ion Optical Nano-Systems sàrl créée en 2017 remporte les « FNR- Awards ». <sup>5</sup>
- Petru Lunca Popa obtient la « Scientist Medal » (Association internationale des matériaux avancés) pour ses recherches sur les matériaux et technologies énergétiques de la nouvelle ère. <sup>6</sup>

## REGULATION (FINTECH ET REGTECH)

Le LIST vise à accélérer la transformation digitale du secteur financier en concentrant ses recherches sur deux domaines prioritaires. D'une part, il entend contribuer à créer un environnement réglementaire intelligent pouvant s'adapter en temps réel, ou quasi-réel aux risques associés à l'introduction de nouvelles technologies. D'autre part, il travaille sur l'amélioration du conseil donné par les départements en contact avec les clients ou utilisateurs externes, via l'exploitation de données de masse.

### Nouveaux challenges RDI

- Le LIST développe pour le compte de la Commission Nationale pour la Protection des Données (CNPD) le « GDPR Compliance Support Tool », logiciel d'aide à la conformité au Règlement général sur la protection des données (RGPD) entré en vigueur en mai 2018. Transféré en 2017 à la société e-Proseed, le « GDPR Compliance Support Tool » compte désormais plus de 1.500 utilisateurs. Il a obtenu le prix spécial « GDPR Initiative of the Year » lors des Information Security Awards 2018.
- Le LIST poursuit sa collaboration avec l'Institut Luxembourgeois de Régulation. Celle-ci porte sur la nouvelle directive européenne concernant la sécurité des réseaux et les systèmes d'information (NIS) et ses impacts sur les secteurs critiques et sensibles (Cf. Temps forts p. 10).
- Une collaboration avec la Luxembourg School of Finance a été initiée dans le cadre d'un projet FNR concernant les profils de risque et de rendement pour les fonds d'investissement alternatifs.
- Le LIST signe une première collaboration avec le groupe bancaire Edmond de Rothschild portant sur l'étude prospective des opportunités d'innovation dans l'industrie des fonds.
- Le Fonds National de la Recherche sélectionne un projet LIST sur la thématique du BlockChain et de son impact sur le secteur financier.





1



2



3



4



5

### SECTEUR SPATIAL

Dans le domaine spatial, le LIST couvre 2 types d'activités : étude et mise au point de matériaux et technologies spécifiques aux applications spatiales et développement de capacités d'analyse de données d'observation de la Terre (fournies par les satellites, les drones). Le LIST combine ces dernières analyses avec l'analyse de données d'observation non terrestre (données *in situ*, crowdsourcing, médias sociaux, données socio-économiques) afin de développer des services aux entreprises et aux pouvoirs publics, notamment en termes de gestion des risques naturels, dans les secteurs de l'agriculture, de la foresterie, de la viticulture, et de la surveillance maritime.

#### Nouveaux challenges RDI

- Le LIST lance avec ispace Europe des premiers travaux de recherche portant sur le développement d'une technologie de spectrométrie de masse compacte et mobile permettant de prospecter les ressources lunaires (Cf. Reportage p. 26). <sup>1</sup>
- Le LIST intègre sur la plate-forme Grid Processing On Demand de l'Agence Spatiale Européenne son outil HASARD® permettant de cartographier des zones inondées à haute résolution spatiale (cf. Temps fort p. 8. et reportage p.26).
- Le LIST fournit à l'UNOSAT (programme opérationnel pour les applications satellitaires de l'United Nations Institute for Training and Research - UNITAR) des cartes satellitaires documentant l'étendue des inondations ayant eu lieu suite à l'effondrement d'un barrage au Laos (cf. Temps fort p. 8 et Reportage p. 26). <sup>2</sup>
- Un projet concernant l'utilisation des données d'observation de la Terre pour la prise de décision a été approuvé par la Direction de la Défense dans le cadre de la convention de coopération signée en mars 2018. <sup>3</sup>

#### Actions de partage ou de transfert de connaissances

- Le LIST organise la 4<sup>ème</sup> édition du Luxembourg Earth Observation and Integrated Application Day (LEO Day 2018) <sup>4</sup> et présente la plate-forme de données pour l'observation de la Terre conçue en collaboration avec adwäisEO SA.
- Le LIST participe à l'organisation de la 2<sup>ème</sup> édition de la Conférence ASIME 2018 (Asteroid Science Intersections with In-Space Mine Engineering) dédiée aux entrepreneurs et chercheurs internationaux du domaine des astéroïdes.

#### Des compétences reconnues

- L'Agence spatiale européenne opte pour un système de détection continental sol-atmosphère géosynchronisé sur lequel travaillent les chercheurs du LIST pour concourir à la 10<sup>ème</sup> mission Earth Explorer.
- Les Dr Ramona Pelich et Simone Zorzan sont sélectionnés pour prendre part au cycle 2018 du « NASA Frontier Development Lab » (FDL).
- La chercheuse Dr Ramona Pelich (LIST) représente le Luxembourg lors du « ISEF for Young Professionals » (Y-ISEF) organisé à l'occasion du second Forum International « Space Exploration » à Tokyo. <sup>5</sup>
- La technologie de spectrométrie de masse compacte pour les applications spatiales est présentée aux couples royaux néerlandais et luxembourgeois lors d'une visite d'Etat effectuée au Luxembourg.



**DÉPARTEMENTS  
DE RECHERCHE**

Le contrat de performance signé avec le Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche pour la période 2018-2021 a confirmé le positionnement du LIST dans trois domaines thématiques : recherche et innovation environnementales, développement de solutions IT innovantes, et recherche de pointe sur les matériaux en technologies applicables.

Le LIST organise ses activités en trois départements de recherche correspondant aux trois domaines thématiques. Les départements développent des savoir-faire complémentaires, permettant au LIST d'offrir des solutions intégrées et multidisciplinaires à ses partenaires et clients, publics ou privés (cf. Réalisations par domaines d'application p. 37).

## INNOVATION ENVIRONNEMENTALE

Le département « Environmental Research and Innovation » (ERIN) apporte connaissances, expertise et technologies interdisciplinaires pour relever les défis environnementaux majeurs 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.

Les scientifiques et ingénieurs en sciences de la vie, environnement et informatique d'ERIN se répartissent principalement en 4 unités :

- Environmental Sensing and Modelling
- Environmental and Industrial Biotechnologies
- Environmental Sustainability Assessment and Circularity
- Environmental Informatics

## CHIFFRES CLÉS 2018 :

### Au 31/12/2018 :

- 176 collaborateurs

### Au cours de l'année 2018 :

- Participation à 61 projets compétitifs (dont 11 européens et 1 international hors Europe), 51 projets collaboratifs et assimilés, 6 autres projets (Interreg, FEDER, Erasmus ou Cost)
- Réalisation de 18 principaux contrats de services
- Publication de 182 articles scientifiques dans des revues évaluées par des pairs internationaux - dont 129 publiés dans des revues du premier quartile et 90 dans le top 10% des journaux référencés dans le domaine d'études scientifiques concerné
- Dépôt de 2 brevets dans le domaine de l'environnement et des biotechnologies
- Encadrement de 39 doctorants
- Défense de 7 thèses de doctorat avec succès

## THÈSES SOUTENUES AVEC SUCCÈS :

### AIZPURUA SAN ROMAN Olatz

"Species distribution models for birds. How useful are their outcomes for conservation applications?", Universitat de Lleida, 14/09/2018.

### BEHR Marc

"Molecular investigation of cell wall formation in hemp stem tissues. Contribution to a multi-disciplinary approach aiming at understanding hemp cell wall dynamics", Université Catholique de Louvain, 26/03/2018.

### CORTE REAL Joana

"Bioavailability of carotenoids – Impact of high mineral concentration (BIOCAR)", TU Kaiserslautern, 17/10/2018.

### GERHARDS Max

"Advanced thermal remote sensing for water stress detection of agricultural crops", Université de Trèves, 08/02/2018.

### GUTSCH Annelie

"Studying the cell wall of *Medicago sativa* stems in response to long-term cadmium exposure", Université de Hasselt, 22/11/2018.

**MORAGUES QUIROGA Cristina**

“Water mixing processes in the Critical Zone: evidence from trace elements and Sr-Nd-Pb-U isotopes”, Université de Strasbourg, 29/03/2018.

**TORREGROSSA Dario**

“A decision support system for energy saving in Waste Water Treatment Plants”, Université du Luxembourg, 11/07/2018.

**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.

Les scientifiques et ingénieurs informatiques d’ITIS se répartissent principalement en trois unités de recherche :

- Human Dynamics in Cognitive Environments
- Business Analytics and Regulatory Technologies
- Trusted Service Systems

**CHIFFRES CLÉS 2018 :****Au 31/12/2018 :**

- 107 collaborateurs

**Au cours de l'année 2018 :**

- Participation à 24 projets compétitifs (dont 7 européens), 17 projets collaboratifs et assimilés, et 5 autres projets (Interreg, FEDER, Erasmus ou Cost)
- Réalisation de 11 principaux contrats de services
- Organisation de 2 conférences
- Dépôt de 7 brevets au Luxembourg concernant les thématiques suivantes : Optimisation dans les domaines logistiques /transport, security /safety / compliance et sensing body, crowds and surroundings
- Gestion d’un portefeuille de 18 licences payantes
- Publication de 94 articles scientifiques dans des revues évaluées par des pairs internationaux - dont 16 publiés dans des revues du premier quartile et 9 dans le top 10% des journaux référencés dans le domaine d’études scientifiques concerné
- Encadrement de 8 doctorants
- Défense de 3 thèses de doctorat avec succès

**THÈSES SOUTENUES AVEC SUCCÈS :****BARAFORT Beatrix**

“Integrated Risk Management Process Improvement Framework in IT Settings based on ISO Standards”, Universitat de les Illes Balears, 03/12/2018.

**BJEKOVIC Marija**

“Pragmatics of enterprise modeling languages: a framework for understanding and explaining”, Radboud University of Nijmegen (The Netherlands), 12/01/2018.

**CARDOSO Silvio Domingos**

“Evolution of semantic annotation”, Université Paris Sud, 07/12/2018.

## 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.

Les chercheurs et ingénieurs du MRT se répartissent principalement dans les 4 unités de recherche suivantes :

- Nanomaterials and Nanotechnologies
- Scientific Instrumentation and Process Technology
- Structural Composites
- Functional Polymers

ainsi que dans 4 plateformes d'étude et analyse (Characterisation, Composite, Testing, Prototyping).

### CHIFFRES CLÉS 2018 :

#### Au 31/12/2018 :

- 175 collaborateurs

#### Au cours de l'année 2018 :

- Participation à 49 projets compétitifs (dont 5 européens), 33 projets collaboratifs et assimilés et 2 autres projets (Interreg, FEDER, Erasmus ou Cost)
- Réalisation de 7 principaux contrats de services
- Organisation d'une conférence
- Dépôt de 10 brevets
- Gestion d'une licence payante
- Création d'1 spin-off
- Publication de 104 articles scientifiques dans des revues évaluées par des pairs internationaux, dont 78 publiés dans des revues du premier quartile et 53 dans le top 10% des journaux référencés dans le domaine d'études scientifiques concerné
- Encadrement de 63 doctorants dont 53 inscrits à l'Université du Luxembourg; 15 de ces doctorants et 14 post-doctorants réalisent leur travail de recherche dans le cadre de partenariats public-privé
- Défense avec succès de 7 thèses de doctorat

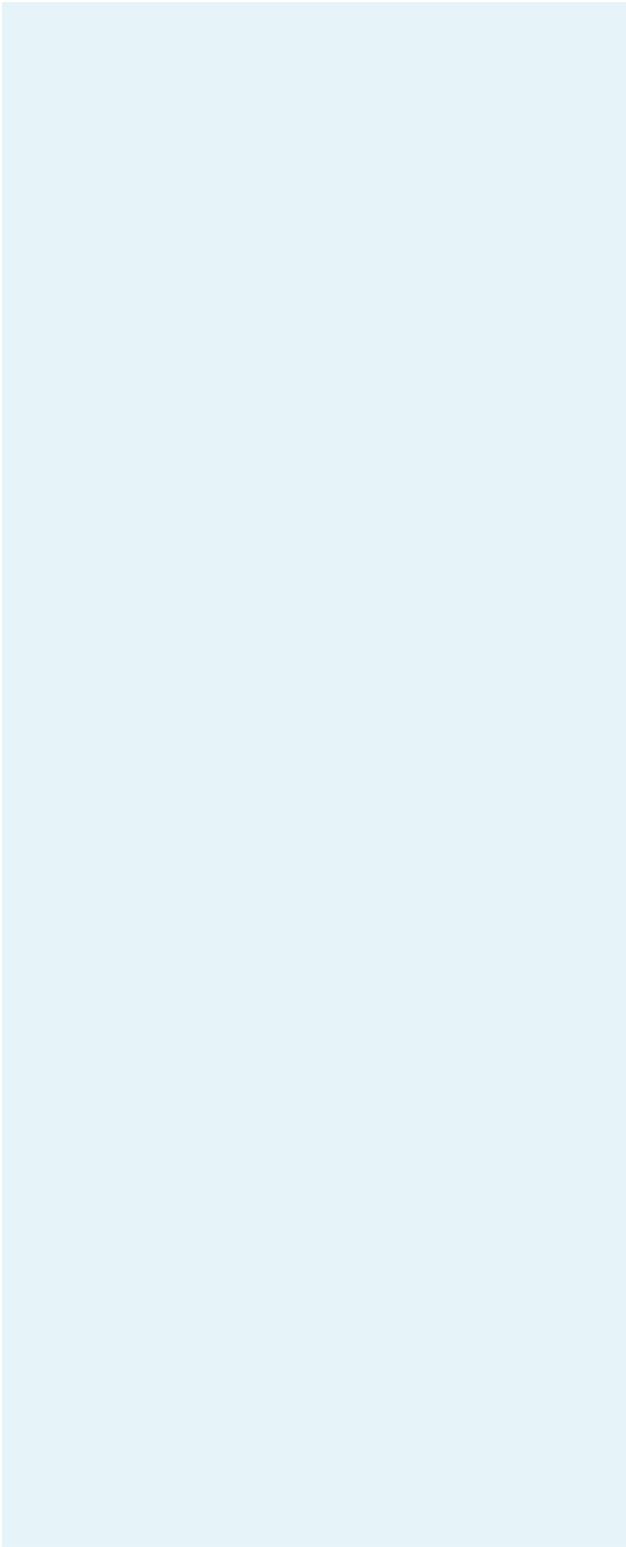
### THÈSES SOUTENUES AVEC SUCCÈS :

#### DELMEE Maxime

"An innovative route for synthesis of hybrid metallic nanoparticles/plasma polymer coatings: Application to antibacterial materials", Université de Haute-Alsace Mulhouse, 31/05/2018.

#### LONG Hongtao

"Design of high performance electrodes for hydrogen fuel cell by means of spray deposition", Université du Luxembourg, 22/01/2018.







# **GOUVERNANCE**

## LE LIST EN UN CLIN D'ŒIL

### CONSEIL D'ADMINISTRATION



Photo de gauche à droite: Thomas Kallstenius, Robert Kerger, Etienne Jacqué, Eva Kremer, Marie-Christine Mariani, Nicolas Gengler, Georges Bourscheid, Diane Wolter, Isabelle Kolber, Amal Choury, Hubert Jacobs van Merlen.  
(Absents : Stéphane Jacquemart, Fernand Reinig et Gaston Schmit)

### MEMBRES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

#### **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

### OBSERVATEURS

#### **Thomas Kallstenius** (à partir du 01.02.2019)

Directeur général

#### **Fernand Reinig** (jusqu'au 31.01.2019)

Directeur général a.i.

#### **Stéphane Jacquemart**

Président de la Délégation du personnel

### COMMISSAIRES DU GOUVERNEMENT

#### **Robert Kerger** (à partir du 01.02.2019)

Conseiller au Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche

#### **Gaston Schmit** (jusqu'au 31.01.2019)

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

## DIRECTION GÉNÉRALE



**Dr Thomas Kallstenius**  
Directeur Général  
(à partir du 01.02.2019)



**Dr Fernand Reinig**  
Directeur Général a.i.  
(jusqu'au 31.01.2019)

## RESSOURCES HUMAINES



**Dr Fernand Reinig**  
Directeur des Ressources Humaines  
f.f. (à partir du 01.02.2019)



**Isabelle Hernalsteen**  
Directrice des Ressources Humaines  
(jusqu'au 20.11.2018)

## FINANCE & ADMINISTRATION



**Laurent Cornou**  
Directeur Administratif et Financier  
(à partir du 25.03.2019)



**Dr Aziz Zenasni**  
Directeur des Programmes

## PROGRAMMES

## DÉPARTEMENTS RDI



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



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

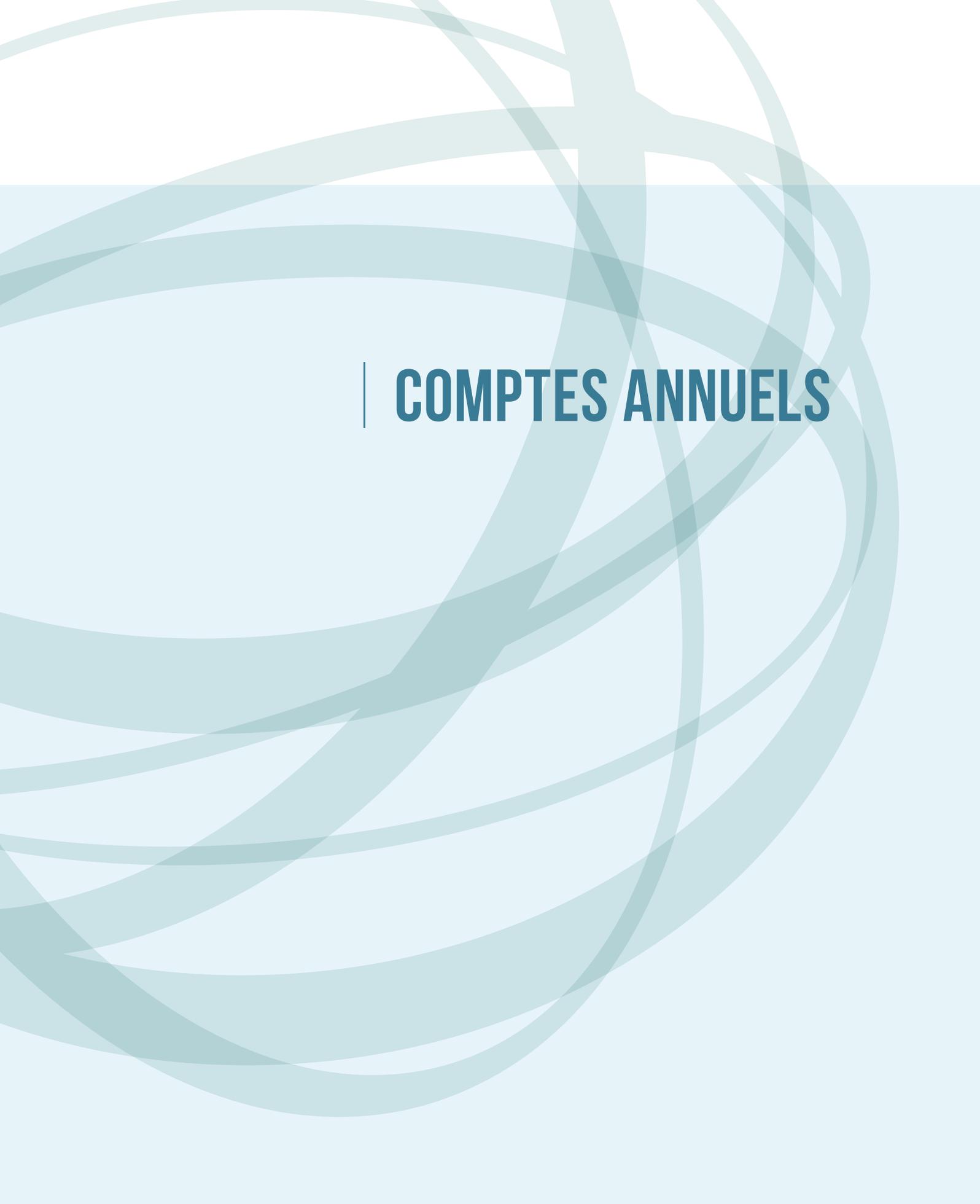


**Dr Damien Lenoble**  
Directeur, Materials Research and  
Technology (MRT)  
(à partir du 01.09.2018)



**Prof. Dr Jens Kreisel**  
Directeur, Materials Research and  
Technology (MRT)  
(jusqu'au 31.08.2018)





# | **COMPTES ANNUELS**

## 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 30 avril 2019.

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

## BILAN AU 31 DÉCEMBRE 2018

Actif (en euros)	2018	2017
<b>Actif immobilisé</b>		
<b>Immobilisations incorporelles</b>	669.118,93	707.384,91
Concessions, brevets, licences, marques ainsi que droits et valeurs similaires	669.118,93	707.384,91
<b>Immobilisations corporelles</b>	22.047.154,84	20.154.723,31
Terrains et constructions	1.008.591,58	1.570.931,80
Installations techniques et machines	17.405.068,64	15.243.340,35
Autres installations, outillage et mobilier	1.324.468,13	1.468.103,00
Acomptes versés et immobilisations corporelles en cours	2.309.026,49	1.872.348,16
<b>Immobilisations financières</b>	770.103,92	763.542,81
Parts dans des entreprises liées	410.938,20	404.377,09
Créances sur des entreprises liées	359.165,72	359.165,72
<b>Total de l'actif immobilisé</b>	<b>23.486.377,69</b>	<b>21.625.651,03</b>
<b>Actif circulant</b>		
<b>Stocks</b>	284.592,32	234.410,18
Matières premières et consommables	284.592,32	234.410,18
<b>Créances</b>	22.884.152,60	26.499.297,70
Créances résultant de ventes et prestations de services	2.730.781,20	5.443.475,06
Autres Créances	20.153.371,40	21.055.822,64
<b>Valeurs mobilières</b>	-	-
Avoirs en banques, avoirs en compte de chèques postaux, chèques et encaisse	65.758.027,08	58.940.593,09
<b>Total de l'actif circulant</b>	<b>88.926.772,00</b>	<b>85.674.300,97</b>
Comptes de régularisation	523.664,91	520.692,52
<b>Total du bilan (actif)</b>	<b>112.936.814,60</b>	<b>107.820.644,52</b>
<b>Capitaux propres et passif (en euros)</b>	<b>2018</b>	<b>2017</b>
<b>Capitaux propres</b>	81.297.539,66	77.100.175,77
Dotations	33.497.399,82	28.044.521,26
Réserves	43.602.775,95	43.602.775,95
Résultats reportés	-	-
Résultat de l'exercice	4.197.363,89	5.452.878,56
<b>Provisions</b>	95.504,85	416.494,60
Provisions pour impôts	-	299.574,35
Autres provisions	95.504,85	116.920,25
<b>Dettes</b>	29.133.750,82	29.244.588,68
Acomptes reçus sur commandes pour autant qu'ils ne sont pas déduits des stocks de façon distincte	21.672.654,68	20.504.490,39
Dettes sur achats et prestations de services	2.015.043,88	3.743.677,76
Autres dettes	5.446.052,26	4.996.420,53
Comptes de régularisation	2.410.019,27	1.059.385,47
<b>Total du bilan (capitaux propres et passif)</b>	<b>112.936.814,60</b>	<b>107.820.644,52</b>

# COMPTE DE PROFITS ET PERTES POUR L'EXERCICE 2018

	2018	2017
<b>Chiffre d'affaires net</b>	<b>7.087.108,90</b>	<b>6.358.589,72</b>
Autres produits d'exploitation	60.673.954,70	59.890.542,58
<b>Matières premières et consommables et autres charges externes</b>	<b>-12.197.275,17</b>	<b>-13.046.561,33</b>
Matières premières et consommables	-4.109.401,57	-4.328.031,81
Autres charges externes	-8.087.873,60	-8.718.529,52
<b>Frais de personnel</b>	<b>-44.970.151,61</b>	<b>-42.495.459,07</b>
Salaires et traitements	-39.662.630,41	-37.425.637,94
Charges sociales	-5.261.501,46	-5.024.175,57
couvrant les pensions	-3.114.948,76	-2.923.885,97
autres charges sociales	-2.146.552,70	-2.100.289,60
Autres frais de personnel	-46.019,74	-45.645,56
<b>Corrections de valeur</b>	<b>-5.027.135,13</b>	<b>-4.409.996,78</b>
sur frais d'établissement et sur immobilisations corporelles et incorporelles	-5.027.135,13	-4.250.069,78
sur éléments de l'actif circulant	-	-159.927,00
<b>Autres charges d'exploitation</b>	<b>-1.385.839,17</b>	<b>-752.394,19</b>
<b>Autres intérêts et autres produits financiers</b>	<b>22.353,17</b>	<b>24.264,23</b>
provenant d'entreprises liées	-	-
autres intérêts et produits financiers	22.353,17	24.264,23
<b>Corrections de valeur sur immobilisations financières et sur valeurs mobilières faisant partie de l'actif circulant</b>	<b>6.561,11</b>	<b>-109.173,36</b>
<b>Intérêts et autres charges financières</b>	<b>-12.212,91</b>	<b>-6.933,24</b>
concernant des entreprises liées	-	-
autres intérêts et charges financières	-12.212,91	-6.933,24
<b>Résultat après impôts sur le résultat</b>	<b>4.197.363,89</b>	<b>5.452.878,56</b>
<b>Résultat de l'exercice</b>	<b>4.197.363,89</b>	<b>5.452.878,56</b>

## PROJETS RÉFÉRENCÉS :

- **5G-MOBIX** : "5G for cooperative & connected automated MOBility on X-border corridors", projet cofinancé par le programme Horizon 2020 de la Commission européenne
- **AskREACH** : "Enabling REACH consumer information rights on chemicals in articles by IT-tools", projet cofinancé par le programme LIFE de la Commission européenne
- **BioVim** : "Monitoring of pests and development of eco-friendly crop protection strategies in viticulture", projet cofinancé par l'Institut Viti-Vinicole
- **FEDER-DAP** : "Data Analytics Platform", projet cofinancé par le Fonds Européen de Développement Régional
- **FOCALIDS** : "Space Deployable 1-Dimensional Focal Plane Detector for Magnetic Sector Mass Spectrometer", projet cofinancé par le Fonds National de la Recherche Luxembourg
- **HYDRO-CSI** : "Doctoral Education unit in hydrological sciences", projet cofinancé par le Fonds National de la Recherche Luxembourg
- **LIFANA** : "Lifelong Food and Nutrition Assistance", projet cofinancé par le programme européen Active Assisted Living (AAL)
- **MASSENA** : "Materials for Sensing and Energy harvesting" projet cofinancé par le Fonds National de la Recherche Luxembourg
- **PriSe** : "Printed Temperature and Strain Sensors", projet cofinancé par l'Agence spatiale européenne
- **SENSECO** : "Optical synergies for spatiotemporal SENSing of scalable ECOphysiological traits", projet cofinancé dans le cadre d'une action European Cooperation in Science and Technology (COST)
- **SWAM** : "Smart Waste Collection Systems", projet cofinancé par le Fonds National de la Recherche Luxembourg
- **TARGET** : "Training Augmented Reality Generalised Environment Toolkit", projet cofinancé par le programme Horizon 2020 de la Commission européenne
- **VitalizeMe** : "Further development, validation and commercial exploitation of an advanced alveolar *in vitro* model for the prediction of respiratory sensitization", projet cofinancé 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**

Luxembourg Institute of Science and Technology

© LIST, Esch-sur-Alzette | Juin 2019

