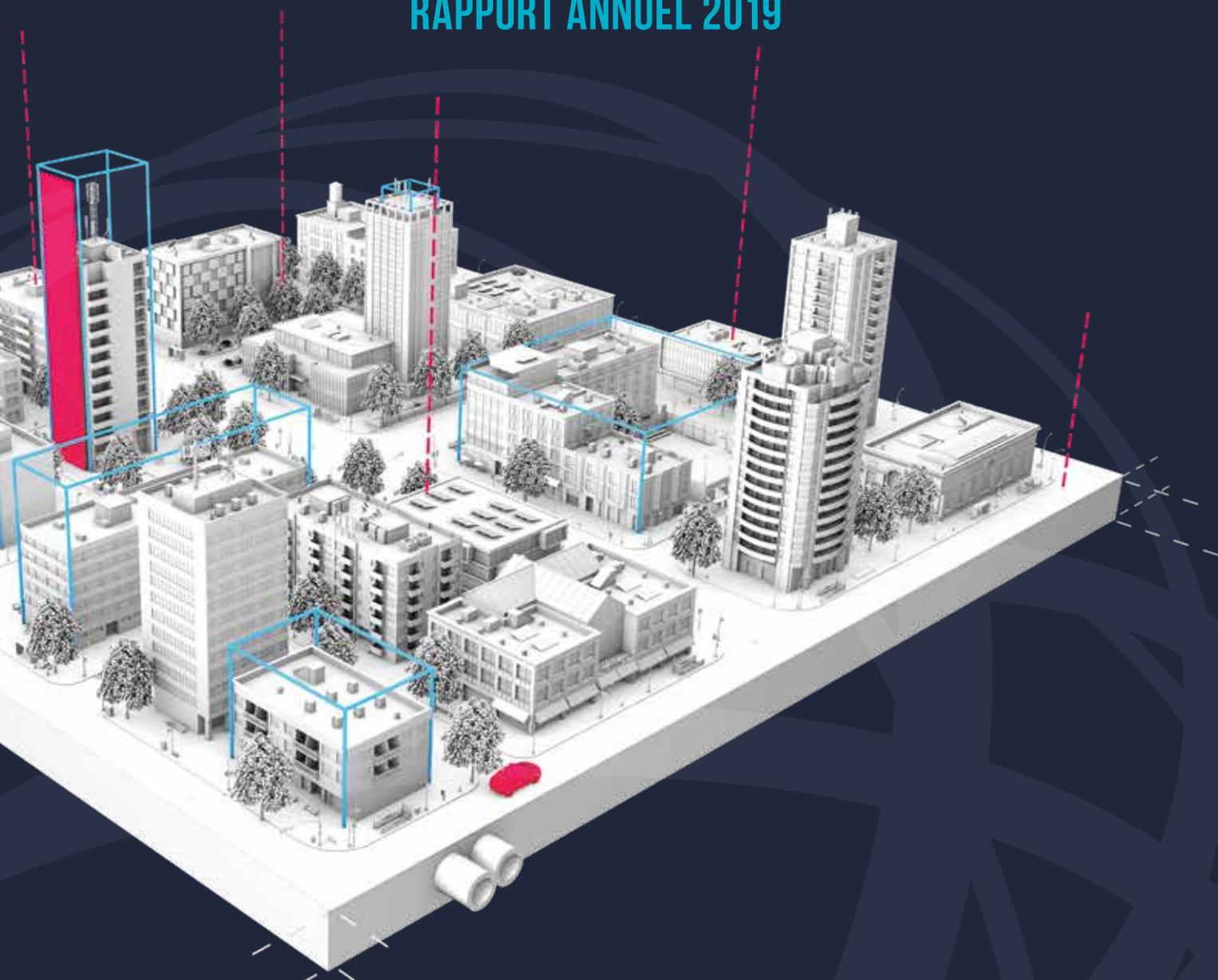


L'IMPACT : LE MOTEUR DE NOTRE EXCELLENCE

RAPPORT ANNUEL 2019



LUXEMBOURG
INSTITUTE OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY





TECH DAY 2019

TECHNOLOGY
INTEGRATION
AND INNOVATION





TABLE DES MATIÈRES

ÉDITORIAL	2
MISSION, VISION, VALEURS	4
NOTRE RECHERCHE	10
1. Optimiser la prise de décision au sein des entreprises grâce au Business Analytics	12
2. Tirer parti des environnements cognitifs.....	14
3. Des systèmes de services fiables et qualitatifs.....	16
4. Des bâtiments plus intelligents grâce au Building Information Modeling	18
5. Exploiter le potentiel des données	20
6. Surveiller l'environnement dans un monde en pleine évolution.....	22
7. Vers une bioéconomie circulaire	24
8. Mesurer les impacts et les risques environnementaux pour une meilleure prise de décision	26
9. Explorer l'infiniment petit pour développer des matériaux aux propriétés extraordinaires	28
10. Repousser les limites grâce à nos nouveaux instruments et procédés.....	30
11. Elaborer la prochaine génération de matériaux composites	32
12. Les polymères fonctionnels : des matériaux aux propriétés uniques.....	34
NOTRE INFRASTRUCTURE DE RECHERCHE.....	36
Le Green Tech Innovation Centre	39
La Plateforme de Fabrication des Matériaux Composites	40
La Plateforme Data Analytics	41
NOS MODÈLES DE COLLABORATION	42
Recherche bilatérale.....	44
Recherche avec de multiples partenaires : le programme stratégique	45
Partage de connaissance : restituer notre savoir-faire à la société.....	45
SOUTENIR LA RECHERCHE.....	48
LE LIST EN BREF	52
Chiffres-clés.....	54
Thèses soutenues avec succès.....	57
Gouvernance	58
Bilan financier	60
Index	62

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

L'IMPACT : LE MOTEUR DE NOTRE EXCELLENCE

Chers lecteurs, chères lectrices,

A l'heure de la crise du COVID19, il nous est indispensable de repenser notre société et notre économie. Cette crise fragilise nos systèmes économiques et renforce l'importance d'une industrie forte, stratégique et locale, contribuant à une économie solide. Elle nous conforte dans notre mission principale : construire avec vous le Luxembourg de demain, un Luxembourg résilient, durable et digital. Actif dans les domaines de l'informatique, des matériaux et de l'environnement, le LIST dispose de l'ensemble des compétences requises pour forger une société faisant face aux défis sociaux, économiques et environnementaux qui la traversent. De cette crise du COVID19, nous devons nous réinventer, et le LIST a déjà lancé quelques pistes ambitieuses telles que le jumeau numérique, ou « digital twin » : un double virtuel du pays qui pourrait aider les responsables politiques et les autorités publiques dans leur prise de décisions, tout en associant le citoyen dans le partage de ses données.

En 2019, le LIST est resté un acteur majeur dans la création de liens entre la recherche et les affaires. Pour la troisième année consécutive, le LIST a poursuivi sa collaboration d'envergure avec l'industriel Goodyear portant sur la mobilité et les matériaux pneumatiques du futur. Par ailleurs, l'année 2019 a été marquée par de nouvelles collaborations industrielles : avec ArcelorMittal dans le domaine de l'efficacité énergétique, avec Ceratizit pour accélérer sa transformation vers l'Industrie 4.0 et enfin avec Anisoprint dans l'amélioration de technologies d'impression 3D.

D'un point de vue plus institutionnel, le LIST a été choisi par l'Agence spatiale européenne (ESA) afin de développer de nouveaux traitements de surface antimicrobiens et non toxiques pour l'intérieur des navettes spatiales, une recherche d'autant plus pertinente au regard de la crise sanitaire actuelle.

L'excellence scientifique reste au cœur des ambitions du LIST comme en témoignent les 100 projets compétitifs nationaux, les 26 projets compétitifs internationaux et les 63 projets collaboratifs en cours en 2019, les 230 publications scientifiques réalisées dans le 1^{er} quartile de leur catégorie ainsi que les 9 thèses doctorales soutenues avec succès.

En 2019, le LIST a continué d'investir dans son infrastructure : le Green Tech Innovation Centre a ouvert ses portes au mois de juin. Il rassemble les infrastructures en termes de chimie verte, de biologie moléculaire, de biotechnologies, de génie des bioprocédés, ainsi que les plateformes de production biologique permettant de répondre aux besoins des industriels en termes de « green tech ». La Plateforme Data Analytics, qui couvre toute la gamme des activités d'analyse des données, a poursuivi son développement avec le début du déploiement du pilier cognitif en septembre 2019 et l'inauguration en décembre du mur de visualisation : une infrastructure unique dans la Grande Région. Enfin, le département Matériaux a lancé un projet d'extension du site de Hautcharage de 1000 m² pour accueillir de nouvelles lignes pilotes : des chaînes de fabrication permettant de tester de nouvelles méthodes et procédés de production. De tels actifs constituent un véritable atout pour nos chercheurs et nos partenaires.



Nous avons à cœur de renforcer la culture de l'innovation au travers des départements et disciplines du LIST. C'est pourquoi nous avons lancé en 2019 un nouvel instrument intitulé InitialIST, qui a connu un excellent départ avec sept projets ambitieux à son actif. Les employés du LIST peuvent ainsi proposer trois types de projets de recherche : des projets présentant un risque élevé en phase de démarrage, des projets de recherche de technologies avancées ou incrémentales, ou encore des possibilités tangibles et directes de création d'entreprises. Nous espérons ainsi donner à nos chercheurs la confiance nécessaire pour exprimer leurs idées, aussi audacieuses soient-elles, et leur permettre d'acquérir de nouvelles compétences à travers des défis technologiques complexes.

Enfin, la deuxième édition du Tech Day du LIST, organisée le jeudi 20 juin à la Maison des Arts et des Etudiants à Belval, a une nouvelle fois démontré que le LIST accomplit parfaitement sa mission visant à stimuler l'innovation au Luxembourg et à en faire un endroit attrayant pour les entreprises et les chercheurs internationaux. Les 400 participants, décideurs, chercheurs et représentants d'entreprises, ont ainsi pu découvrir le potentiel d'un partenariat avec une organisation de recherche et de technologies (RTO).

Dans ce rapport annuel, vous trouverez toute une série de « success stories » dont le LIST est fier, qu'il s'agisse de projets de recherche innovants, d'infrastructures uniques, de partenariats fructueux ou encore de services de support dédiés aux chercheurs. Ces excellents résultats n'auraient pas été possibles sans l'investissement sans faille de chacun de nos employés : ils sont au cœur de notre activité et sont autant d'architectes de cette société, de cette économie et de cette industrie durables, digitales et résilientes que nous souhaitons construire main dans la main avec nos partenaires.



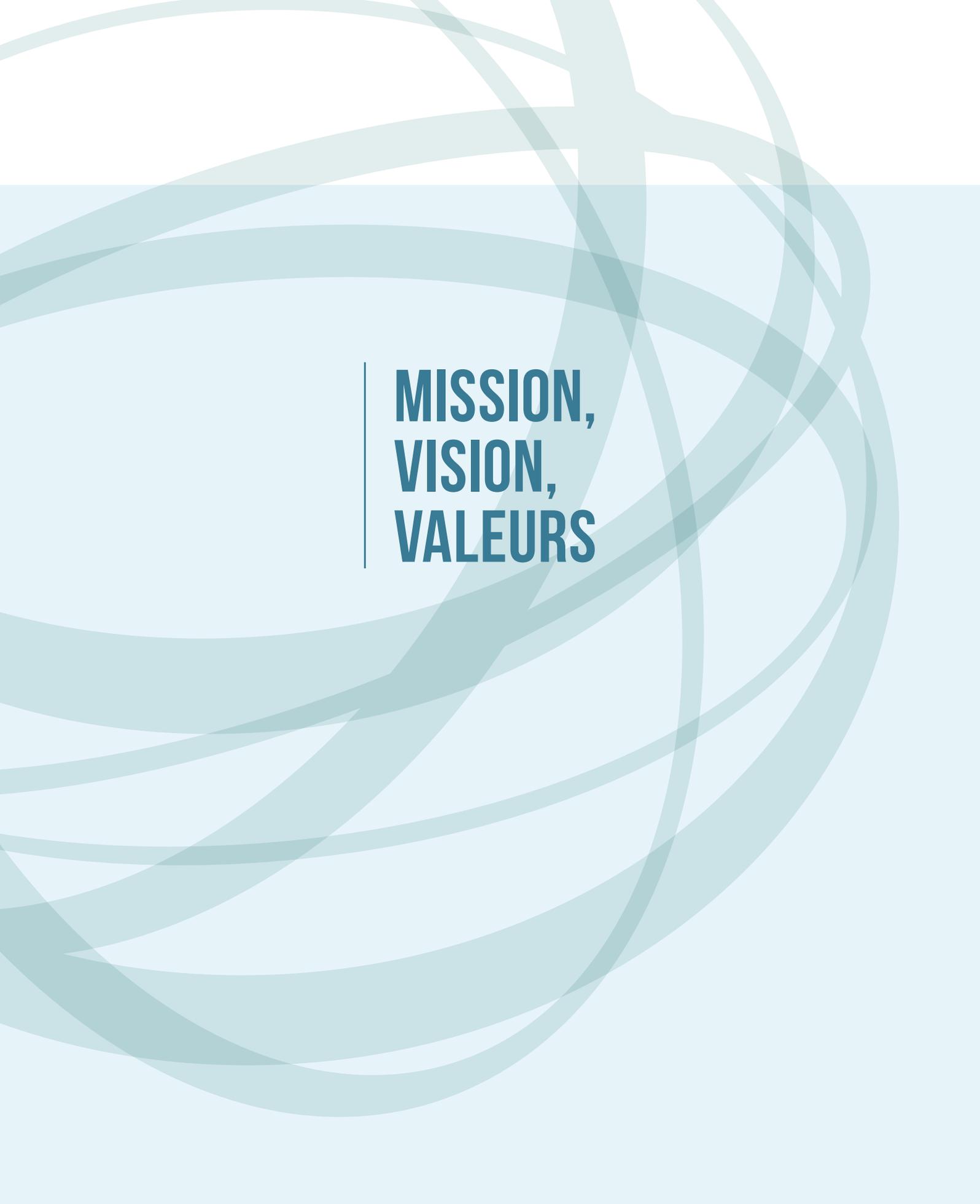
Jacques LANNERS
Président du Conseil d'Administration



Dr Thomas KALLSTENIUS
Directeur Général







**MISSION,
VISION,
VALEURS**



MISSION :

REPOUSSER LES LIMITES DE LA RECHERCHE POUR UNE INNOVATION À FORT IMPACT

Le LIST regroupe en son sein des compétences diversifiées et complémentaires, réparties autour des technologies de l'information et de la communication, des technologies environnementales et des matériaux avancés. Ce regroupement unique permet des synergies indispensables à la construction d'une économie et d'une société réinventées. Ainsi, le LIST permet une approche holistique de problèmes complexes tels que par exemple : le rajeunissement de l'industrie, la modernisation de la mobilité, la digitalisation de l'économie, la gestion durable de l'énergie et des ressources naturelles, ou les technologies spatiales. Notre objectif : être un catalyseur d'innovations à fort impact.

VISION :

DEVENIR UNE RÉFÉRENCE EN MATIÈRE DE RECHERCHE ET D'INNOVATION POUR UNE SOCIÉTÉ DIGITALE, RÉSILIENTE ET DURABLE

Le LIST a pour ambition de devenir une référence en matière de recherche et d'innovation dans les domaines de l'informatique, de l'environnement et des matériaux. En tant que partenaire de confiance pour les entreprises, les universités et les institutions publiques luxembourgeoises, nous souhaitons devenir un accélérateur du changement international. Cela commence par des projets menés localement, mais qui ont potentiellement un impact européen voire mondial. Notre credo : penser globalement, agir localement. Nous voulons positionner le Luxembourg comme un modèle pour l'Europe et le monde. La taille du pays nous permet d'avancer rapidement et de générer des innovations à fort impact en temps voulu pour nos partenaires et notre pays. C'est ainsi que nous souhaitons ouvrir la voie à une nouvelle génération de RTOs (Organisations de Recherche et de Technologies) avec un impact local et un rayonnement mondial.



1. LES PERSONNES D'ABORD

En 2019, nous avons créé une culture plus ouverte, agile et positive au sein du LIST, basée sur l'appropriation et la responsabilité. Nous nous efforçons de faire grandir les talents au LIST et d'en attirer d'autres, afin de devenir un RTO de taille européenne voire mondiale dans nos domaines de recherche, et de faire ainsi rayonner le Luxembourg à l'international. Pour ce faire, nous misons sur une culture de la transparence, des standards de sécurité élevés, la reconnaissance de nos employés, le respect des personnes et des décisions, et encourageons l'esprit d'entreprise au sein de notre organisation.

2. L'EXCELLENCE DANS TOUT CE QUE NOUS FAISONS

Au LIST, non seulement nous dressons un état de l'art des grands sujets scientifiques et techniques de notre époque, mais nous allons au-delà : nous montons des projets ambitieux, explorons des domaines complexes et risqués et relevons des défis mondiaux. Nous sommes un partenaire audacieux, prêt à prendre les risques que nos partenaires industriels ne peuvent pas prendre seuls dans leurs processus d'innovation. Notre objectif est de fournir des innovations utiles et profitables à la société, en excellant dans tout ce que nous faisons. Pour cela, tout le monde a un rôle à jouer, qu'il s'agisse de nos chercheurs ou de nos équipes de support.

3. LA PASSION DE L'IMPACT

Le LIST développe des solutions innovantes et compétitives en réponse à des besoins clés d'entreprises luxembourgeoises et européennes, respectivement de la société. Nous transférons notre recherche appliquée pour soutenir des organisations publiques et privées, qu'il s'agisse de grands groupes, de PME ou d'administrations publiques, afin de renforcer leurs projets d'innovation. Nous contribuons donc à renforcer l'attractivité et la compétitivité du pays. Nous travaillons sur des projets bénéficiant à la société et à la qualité de vie de manière générale. En résumé, le LIST construit le Luxembourg de demain : une économie « smart » basée sur la transformation industrielle et des services et engagée vers un développement durable et responsable.

4. ENGAGEMENT ENVERS NOS PARTIES PRENANTES

Le LIST travaille sur des projets à forte valeur ajoutée pour le marché, sur des demandes de recherche et d'innovation à court ou à long terme. Nous nous efforçons de comprendre les besoins de nos partenaires et de leur offrir la flexibilité et l'agilité dont ils ont besoin pour optimiser leur délai de mise sur le marché. Nous pensons que la recherche stratégique et la recherche appliquée se renforcent mutuellement et nous travaillons donc avec nos partenaires dans une dynamique « push & pull » : soit nous proposons une innovation qui modifiera la feuille de route de notre partenaire industriel, soit nous nous adaptons à leurs besoins d'innovation. Nous collaborons avec des partenaires du secteur privé, mais aussi du secteur public, tels que les Ministères luxembourgeois de la Recherche, de l'Agriculture, de l'Environnement, de la Défense ou encore de l'Economie, ainsi qu'avec nos partenaires de recherche luxembourgeois : le Fonds National de la Recherche, l'Université du Luxembourg, le Luxembourg Institute of Health (LIH) et le Luxembourg Institute of Socio-Economic Research (LISER).



PRECISION AGRICULTURE

ONLY SPRAY WHERE IT'S NEEDED & WHEN IT'S NEEDED

FOR NITROGEN FERTILISATION & PEST MANAGEMENT WITH SATELLITES & DRONES

5. UNE RECHERCHE RESPONSABLE ET INDÉPENDANTE

Le LIST participe à une recherche et une innovation responsables, inclusives et durables. Il s'agit d'anticiper et d'évaluer les implications potentielles et les attentes sociétales en matière de recherche et d'innovation. Pour cela nous impliquons les acteurs de la société (chercheurs, citoyens, décideurs politiques, entreprises, etc.) et travaillons ensemble tout au long du processus de recherche et d'innovation afin de mieux aligner à la fois le processus et ses résultats sur les valeurs, les principes éthiques, les besoins et les attentes de la société.

6. UN EXEMPLE DE DURABILITÉ

Nous reconnaissons l'impact de nos activités sur l'environnement et nous nous engageons à donner l'exemple. C'est pourquoi nous avons lancé en 2019 une Task Force « Durabilité » pour améliorer l'empreinte écologique du LIST. Nous avons prévu d'analyser l'impact environnemental de nos propres opérations (bâtiments, achats, voyages, cantine, trajets quotidiens, etc.), de définir des actions à mettre en œuvre, de suivre leurs performances et de les revoir chaque année dans un processus d'amélioration continue. Une démarche volontaire qui nous semble indispensable pour apporter notre pierre à l'édifice et montrer la voie vers une société durable.





| **NOTRE RECHERCHE**

« Pour aider notre partenaire Ceratizit dans sa transformation digitale, nous mobilisons les technologies les plus récentes d'analyse des données et d'architecture Big Data. Notre objectif : explorer plusieurs pistes afin d'améliorer la qualité des produits, augmenter la productivité et repousser les limites techniques. »

Uzma Iffat,
chercheuse en Business Analytics



1. OPTIMISER LA PRISE DE DÉCISION AU SEIN DES ENTREPRISES GRÂCE AU BUSINESS ANALYTICS

Aujourd'hui, toutes les entreprises, tous secteurs confondus, ont besoin d'améliorer leurs processus de prise de décision. L'avènement des technologies digitales, des dispositifs de stockage haute densité, à haute vitesse, moins chers, et la puissance de l'informatique distribuée, permettent de capturer, communiquer, agréger, stocker et traiter de nouvelles sources de données, comme jamais auparavant. Accélérer et favoriser des décisions plus éclairées dans les organisations passent par le « Business Analytics (BA) ». Notre équipe d'experts en analyse des données et intelligence artificielle couvre divers domaines d'application du BA au Luxembourg, y compris les technologies liées à la conformité réglementaire. Nos travaux de recherche s'appliquent aux services financiers, à l'accélération de l'industrie 4.0 par le biais de la transformation digitale, à la conformité réglementaire et les technologies associées, et enfin à l'amélioration de la qualité de la gouvernance et des processus organisationnels.

Success story # 1

VERS UNE PLATEFORME MODERNE ET PUISSANTE

Le 4 septembre 2019, le LIST a officiellement lancé le déploiement du « Cognitive Analytics Pillar » dans le cadre de son projet de Plateforme Data Analytics. Ce projet de 6,4 millions d'euros, financé par le programme européen FEDER à hauteur de 2,5 millions d'euros, a démarré en septembre 2016 et doit se poursuivre jusqu'en décembre 2020. La sélection de la solution proposée par Fujitsu et le début de son installation marquent une avancée majeure pour ce projet ambitieux. Il s'agit en effet de mettre à disposition de la communauté des chercheurs du LIST et de ses partenaires des technologies, services et solutions avancées en data/business analytics, intelligence artificielle et « big data ». Par l'acquisition de cette infrastructure, combinée au HPC (High Performance Computing), et au mur de visualisation sur le site de Belvaux, le LIST atteint un niveau d'équipement de pointe digne d'un RTO. L'architecture offre une infrastructure hybride à deux niveaux. D'une part, cette solution combine la richesse du catalogue de services du Cloud Public d'IBM avec la performance et la sécurité accrue d'un Cloud Privé hébergé par le LIST. D'autre part, cette partie Cloud Privé est elle-même une solution superposant, d'un côté, le meilleur du modèle propriétaire proposé par IBM dans le domaine de la science des données (« Watson ») et, d'un autre côté, un modèle open-source (« Hortonworks ») offrant une structure libre et ouverte, chère à la communauté des chercheurs, destinée à faciliter l'intégration de modules exogènes sur un mode exploratoire.





Success story # 2

LE LIST VOUS ACCOMPAGNE DANS VOTRE TRANSFORMATION DIGITALE

L'Industrie 4.0, fréquemment appelée « Usine Connectée », représente la quatrième révolution industrielle, après celle de la mécanisation, celle de la production de masse et celle de l'automatisation. Grâce à l'arrivée de la numérisation, l'industrie devient un système global interconnecté dans lequel les humains, les machines, les systèmes et les produits communiquent en permanence. L'interconnexion permet aux usines de devenir plus compétitives grâce à un niveau de performance et de sécurité accru. Elles produisent ainsi à la fois des produits personnalisés et les services associés.

Le LIST, grâce à son expertise en Business Analytics, a accompagné en 2019 ses partenaires Goodyear, ArcelorMittal, Ceratizit et Paul Wurth dans leur transformation digitale. Par exemple, Ceratizit et le LIST ont initié un projet sur la conception d'une nouvelle architecture permettant collecte, stockage, exploitation et restitution des masses de données générées lors du processus de fabrication, qui, vu leur volume, nécessitent une architecture spécifique de type Big Data. Les masses de données ainsi recueillies doivent être mises à profit pour automatiser, fiabiliser et optimiser les processus de fabrication. Pour y parvenir, différentes approches d'analyse statistique et de Machine Learning sont utilisées dans le cadre du partenariat. Évoluer vers l'Industrie 4.0 représente la promesse d'une réelle flexibilité dans la fabrication, d'une personnalisation de masse, d'une vitesse accrue, d'une meilleure qualité et d'une productivité améliorée.

Success story # 3

LE LIST VOUS AIDE À METTRE EN CONFORMITÉ VOS PROCESSUS ORGANISATIONNELS

Le 25 mai 2018, le nouveau Règlement général sur la protection des données (RGPD) est entré en vigueur en Europe : une date importante pour les entreprises privées, les administrations publiques et les associations qui gèrent des données à caractère personnel. Le LIST a conçu un modèle de processus RGPD qui décrit les processus organisationnels requis pour satisfaire aux exigences du règlement et a développé les outils méthodologiques et technologiques basés sur la collecte et l'analyse de données d'audit pour évaluer la capacité des organisations en matière de processus RGPD. Ce modèle d'audit de processus a été expérimenté avec succès dans deux organisations luxembourgeoises : POST et la CNS.



« Les systèmes d'information actuels ont tendance à être de plus en plus immersifs et distribués entre les objets que nous utilisons quotidiennement et les espaces physiques dans lesquels nous vivons et travaillons. Ils sont matérialisés par une myriade d'appareils intelligents interconnectés qui échangent des données et des informations, interagissant avec nous de nombreuses façons et nous soutenant avec de plus en plus de fonctionnalités basées sur l'Intelligence Artificielle. Au LIST, nous entendons tirer profit de ces nouvelles expériences cognitives pour offrir la meilleure expérience utilisateur possible. »

Luc Vandenabeele,
chercheur en analyse multimodale et
interaction naturelle multi-utilisateurs



2. TIRER PARTI DES ENVIRONNEMENTS COGNITIFS

Les environnements cognitifs, également appelés espaces intelligents, peuvent améliorer les performances et l'expérience des utilisateurs pour des tâches collectives telles que la conception, la prise de décision et la résolution de problèmes. Ce sont des espaces physiques connectés qui fournissent aux utilisateurs des outils numériques permettant d'accomplir leurs tâches tout en détectant et en mesurant leur activité, afin de leur fournir des informations en retour et des prédictions de manière naturelle et multimodale. Les technologies qui équipent de tels espaces consistent en une combinaison d'intelligence artificielle, de réalité augmentée et réalité virtuelle, d'analyse de données, de visualisation de données et d'Internet des objets.

Au LIST, nous développons des applications dans le domaine de l'évaluation collaborative des compétences, de l'apprentissage et de l'évaluation *in situ*, de l'aide à la décision pour la ville intelligente, l'urbanisme, le jumeau numérique et l'industrie 4.0.



Success story # 1

MIEUX COMPRENDRE LES INTERACTIONS HOMME-MACHINE

À l'aube des véhicules connectés et autonomes (VCA), un certain nombre de questions émergent quant aux interactions complexes homme-machine. Que ce soit en tant qu'occupant d'une voiture ou en tant que piéton, chaque individu sera confronté à de nouvelles situations pour lesquelles les réactions comportementales ne sont pas encore bien connues. Le projet européen H2020 PAsCAL, coordonné par le LIST, vise à évaluer le niveau d'acceptation des conducteurs, piétons et cyclistes européens face aux futurs VCA. Les réactions individuelles seront mesurées à l'aide d'eye-tracking (étude du mouvement de l'œil dans le but de savoir ce qu'une personne regarde), de biocapteurs ou encore d'analyses comportementales et seront testées dans un environnement cognitif : une arène immersive avec écrans 360°, capteurs, caméras, caméras de profondeur, microphones, etc., et dispositifs coopératifs tels que des tables tangibles.



— Success story # 2 —

UNE NOUVELLE SUCCY STORY POUR LE LIST

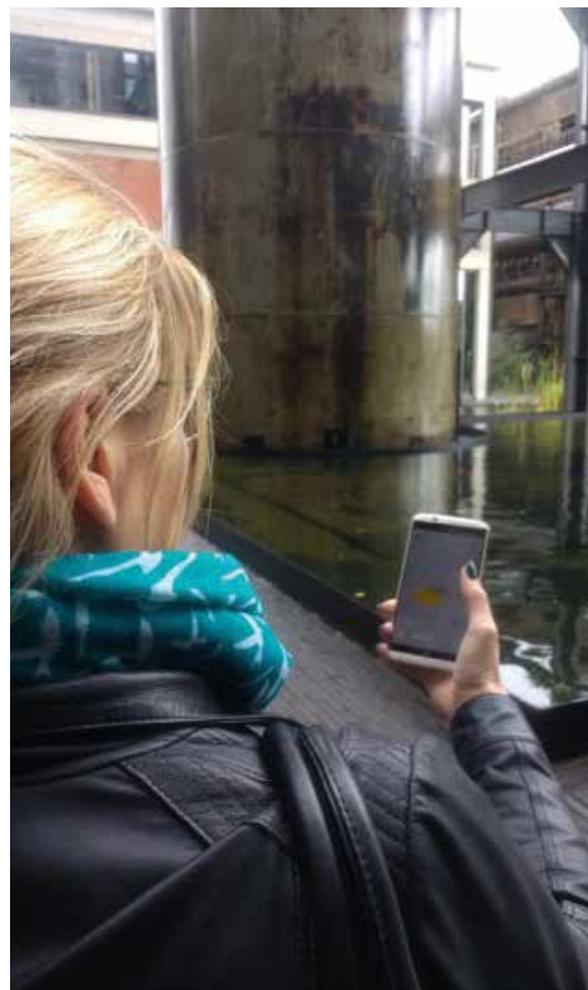
Un nouveau partenariat avec la société belge Succy, une spin-off issue d'un projet du LIST nommé Kniwwelino, a été officiellement signé en 2019. Kniwwelino est un outil créatif d'apprentissage de la programmation et de l'électronique, développé par le LIST dans le cadre d'un projet FNR Flagship entre 2017 et 2019. L'objectif est de soutenir l'apprentissage des compétences numériques et de surmonter la complexité des technologies pour les élèves et les enseignants. En 2019, l'équipe Kniwwelino du LIST a également développé un « Classroom kit », s'adressant désormais à l'ensemble des élèves du territoire luxembourgeois, et lancé la communauté Kniwwelino pour assurer les futurs développements Open Source.

— Success story # 3 —

EXPÉRIMENTER L'HÉRITAGE CULTUREL DE MANIÈRE GLOBALE ET PERSONNALISÉE

Appréhender l'héritage culturel non d'un point de vue unique (de sa région, de sa ville, de son pays) mais globalisé, tenant ainsi compte des différentes visions existantes sur un même sujet, est un véritable enjeu pour aider les citoyens à mieux comprendre leur propre histoire. Le croisement des 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.) est ainsi très important pour pouvoir confronter et analyser les points de vues.

Le projet européen CROSSCULT, coordonné par le LIST, s'est clôturé en 2019, avec la concrétisation d'une plateforme technologique ouverte permettant la création d'expériences interactives personnalisées, dédiée au domaine de la culture et de l'héritage du patrimoine culturel, ainsi que la pérennisation du living lab développé dans le projet afin que l'ensemble des résultats, innovations et technologies mis en place tout au long du projet puissent perdurer au-delà du terme du projet.



« Dans un monde de plus en plus interconnecté, où les services fournis par une entité dépendent eux-mêmes des services fournis par d'autres entités, le concept de qualité de service devrait être considéré comme une approche systémique appliquée à un système écologique mondial et non plus au niveau d'un seul fournisseur de services isolé. »

Djamel Khadraoui,
chef de l'unité Trusted Service Systems



3. DES SYSTÈMES DE SERVICES FIABLES ET QUALITATIFS

Fiabilité du service, sécurité des données, conformité des services aux réglementations et normes nationales et internationales, etc. : le LIST relève le défi de la qualité de service dans les systèmes de services aux entreprises. Pour cela, nous nous appuyons à la fois sur les propriétés de l'infrastructure informatique et sur les aspects liés à la qualité des applications déployées sur ces infrastructures, ainsi que sur les dimensions organisationnelles et humaines nécessaires à la prestation de services. Nos activités de recherche et innovation se concentrent sur trois marchés : la mobilité et la logistique, la sécurité et les infrastructures essentielles, et enfin les services informatiques innovants à forte intensité de données.

— Success story # 1 —

PAS DE TEMPS À GASPILLER AVEC POLYGONE !

Le LIST a mis au point un système numérique grâce auquel les processus, produits ou services de numérisation peuvent être améliorés, notamment via la science des données, la modélisation et l'optimisation numérique. Cela a été appliqué à l'industrie des déchets, mais pourrait également s'appliquer à n'importe quelle entreprise. Fin 2019, le LIST et son partenaire Polygone ont reçu le Prix de l'Innovation, décerné par la Chambre des Métiers dans la catégorie « Services innovants », pour les projets SWAM et Octogone : une plateforme de collecte de déchets intelligente avec des données générées par des technologies de capteurs, directement intégrés dans les conteneurs à déchets, indiquant notamment leur niveau de remplissage, et un outil informatique permettant d'optimiser la planification des Centres de tri de déchets.





Success story # 2

LIST-GOODYEAR : UN PARTENARIAT PRIMÉ

Le 10 septembre 2019, l'équipe Optimisation Multi-Performance du projet de recherche collaboratif entre Goodyear et le LIST sur la science des données pour les pneus a reçu le prix du meilleur article de la Tire Society aux Etats-Unis. L'article gagnant, «Application of Machine Learning Techniques to Tire Related Datasets» a été soumis et présenté à la conférence annuelle 2018 de la Tire Society à Akron (Ohio), la principale conférence dans le domaine des sciences et technologies relatives aux pneus. C'est une nouvelle grande réussite d'un partenariat qui fait référence dans les collaborations industrielles du LIST.

Success story # 3

LA MOBILITÉ DU FUTUR AU BANC D'ESSAI

En 2019, deux projets autour de la mobilité du futur ont été lancés : MODALES et 5G-MOBIX. MODALES vise à mieux comprendre le rapport entre le comportement des utilisateurs et les émissions de véhicules provenant de trois sources principales : le moteur, l'usure des freins et l'usure des pneus. A travers une collaboration internationale réunissant 14 partenaires, ce projet européen vise à améliorer les pratiques liées à de faibles émissions, et à supprimer les comportements à l'origine de fortes émissions. Le projet 5G-MOBIX vise quant à lui à évaluer les relations entre la 5G et la mobilité routière, notamment en étudiant l'impact de la topologie routière sur la connectivité du réseau, et ce, en vue de formuler des recommandations sur les stratégies de déploiement et le positionnement des antennes 5G.



« Le BIM est au cœur de la transition environnementale des bâtiments. Maintenant qu'il commence à se répandre dans la chaîne de valeur de la construction, sa contribution à la conception et à la fourniture de bâtiments économes en énergie est devenue évidente. »

Sylvain Kubicki,
chercheur en Building Information Modeling (BIM)

4. DES BÂTIMENTS PLUS INTELLIGENTS GRÂCE AU BUILDING INFORMATION MODELING

Le LIST travaille sur l'optimisation digitale du secteur de la construction, notamment à travers le BIM (Building Information Modeling) : il s'agit d'un processus hautement collaboratif qui permet à plusieurs parties prenantes et aux professionnels de la construction (architecture, ingénierie, etc.) de collaborer à la planification, à la conception et à la construction d'un bâtiment dans un modèle 3D unique. Il peut également s'étendre à l'exploitation et à la gestion des bâtiments en utilisant des données auxquelles les propriétaires ont accès. Ces données permettent aux propriétaires et aux parties prenantes de prendre des décisions basées sur des informations pertinentes dérivées du modèle, même après la construction du bâtiment.

Au LIST, cela comprend la planification urbaine participative, la planification collaborative 4D BIM pendant la phase de pré-construction, la gestion intelligente de la construction, et enfin la simulation de la performance énergétique des bâtiments et le contrôle du confort thermique des occupants. C'est une expérimentation qui s'inscrit pleinement dans la recherche du LIST relative au jumeau numérique.

Success story # 1

DES CHANTIERS LEAN & CONNECTÉS GRÂCE À UNE APPLICATION DÉVELOPPÉE PAR LE LIST

Fini le gaspillage sur les chantiers ! La plateforme «AndON» du LIST permet de lier la planification aux données sur un chantier de construction, et contribue directement au «Lean construction», une méthode de travail qui consiste à supprimer les gaspillages de tous ordres sur les chantiers, du stockage des matériaux à la réception de l'ouvrage.

Le principal défi sur les chantiers est d'obtenir les informations en temps réel et de les intégrer au planning. Avec notre application AndON, le gestionnaire du planning aura un tableau de bord avec des « contrôles visuels » : des indicateurs simples de l'état d'avancement des tâches et de leurs prérequis (plans, matériaux, ressources, etc.). La collecte d'informations est structurée, personnalisable et s'appuie sur l'internet des objets à l'aide par exemple de QR-codes ou de puces RFID, qui peuvent être collées ou incorporées à l'intérieur des matériaux. Les utilisateurs sur le terrain pourront donc consulter, gérer et modifier les données en temps réel, ce qui permettra de mettre en évidence les actions requises ou les risques de blocage et donc de soutenir une prise de décision intégrée, guidée et collaborative.





En 2019, le LIST a réalisé un démonstrateur et travaille maintenant sur un prototype. Avec l'entreprise CLE (Compagnie Luxembourgeoise d'Entreprises), un centre de consolidation a également été mis en place : une plateforme qui permet d'externaliser la logistique des chantiers afin d'approvisionner directement les zones de travail. L'objectif est de réduire l'impact environnemental, la congestion et d'améliorer la productivité des entreprises

Success story # 2

DES ESPACES PLUS SAINS ET PLUS CONFORTABLES GRÂCE À NOTRE PROTOTYPE POESY

Le prototype POESY «Post-Occupancy Evaluation SYstem» propose de collecter les données de confort perçu et les données de capteurs placés au sein du bâtiment afin de détecter les sources d'inconfort et d'agir ensuite dans l'intérêt des occupants. L'outil permet de visualiser toutes ces données à partir d'un BIM (Building Information Model). La notion de confort de l'occupant au sein des espaces bâtis est aujourd'hui une priorité pour le secteur de la construction. D'ores et déjà, de nouveaux standards viennent s'ajouter aux classiques dédiés à la durabilité des bâtiments et tendent à concevoir des espaces plus sains et plus confortables. Nos développements visent à outiller le secteur de la construction en conséquence.

Success story # 3

UN INDICATEUR POUR ÉVALUER L'INTELLIGENCE D'UN BÂTIMENT

Le LIST, en concertation avec le Ministère de l'Énergie, pilote le test du « Smart Readiness Indicator », un indicateur mis au point dans le cadre de la révision de la directive européenne EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) en 2018. Il doit permettre de diagnostiquer le volet « smart » d'un bâtiment : 1) sa capacité d'adaptation aux besoins des occupants, 2) la facilité de maintenance et la consommation énergétique et 3) les possibilités de flexibilité de la demande électrique avec le réseau.



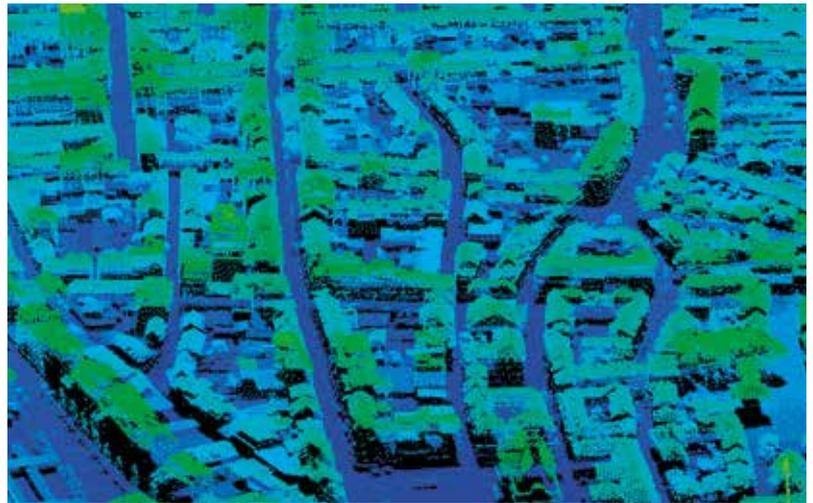
5. EXPLOITER LE POTENTIEL DES DONNÉES

« Le LIST mène des recherches dans le domaine de l'informatique environnementale : nos chercheurs conçoivent des outils basés sur les technologies de l'information qui contribuent à un avenir plus durable et permettent de relever les défis environnementaux actuels. Ainsi, nos domaines d'application couvrent par exemple l'agriculture de précision, la gestion des crises environnementales, l'économie circulaire, les secteurs de l'énergie et de l'eau, ou encore la biodiversité. »

Benoit Otjacques,
chef de l'unité Environmental Informatics

Le rythme de production des données a augmenté de façon spectaculaire ces dernières années. Cette tendance majeure soulève des questions épineuses sur la manière d'utiliser efficacement ces grands ensembles de données complexes pour résoudre des problèmes concrets dans le domaine scientifique et industriel. Le LIST aborde cette question par un mélange d'approches complémentaires : analyse des données, intelligence artificielle, visualisation des données, géo-informatique et réalité augmentée.

Ainsi, nous étudions la meilleure façon de visualiser les nombreuses interactions entre les composants d'un système complexe, comme un organisme vivant ou un produit industriel. Nous nous penchons également sur l'utilisation de techniques analytiques avancées pour détecter sur les réseaux sociaux des événements qui pourraient être liés à des catastrophes environnementales (par exemple, des inondations). Enfin, nous développons des technologies innovantes basées sur la réalité augmentée pour aider les professionnels à traiter les questions de risque et de sécurité.



Success story # 1

SOUTENIR LES POUVOIRS PUBLICS DANS LEURS DÉCISIONS

Les villes disposent de grandes quantités de données. Grâce à la plateforme Smart City and Region Energy développée par le LIST, elles peuvent répondre à des questions telles que : quelles sont les opportunités d'énergie renouvelable dans notre ville ? Comment optimiser l'utilisation de l'énergie renouvelable ? Où installer des panneaux solaires, sur quels toits et façades ? Comment rénover des bâtiments pour les rendre plus éco-énergétiques ? De combien pourrait-on réduire les émissions de CO₂ ?... Cette plateforme, couvrant déjà plusieurs villes, peut répondre à ces questions, en tirant parti des normes d'interopérabilité d'accès aux données, des images satellite, des cartes 2D (et bientôt 3D), des analyses géo-spatiales de pointe en haute résolution, d'outils de prévision/analyse/visualisation, des informations météorologiques, en combinant tous les éléments pertinents pour découvrir le potentiel d'énergie renouvelable des villes.





Success story # 2

LA RÉALITÉ AUGMENTÉE AU SERVICE DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE

Les incidents radiologiques, qu'ils soient causés par des actes de terrorisme ou des accidents, représentent une menace importante pour l'environnement, le public et les premiers secours. Les solutions de formation avec réalité augmentée peuvent fournir une méthode de formation plus sûre, plus rapide, plus facile et plus aisément reproductible à un coût très bas. Selon Roderick Mc Call, en charge de ce projet au LIST, « nous avons pu développer des solutions innovantes de réalité augmentée pour les premiers intervenants, qui permettent aux participants à la formation et aux opérateurs de visualiser les risques tels que les radiations ».

Success story # 3

ANALYSER LES RÉSEAUX SOCIAUX POUR DÉTECTER LES INONDATIONS

Les prévisions émises par les modèles hydrauliques sont essentielles pour la gestion des inondations dans le monde entier. Cependant, il est encore difficile de fournir des prévisions fiables, en particulier dans les zones à faible densité d'observation ou dans les zones urbaines. La disponibilité accrue des cartes d'étendue des inondations (par exemple les images radar de la mission Sentinel-1) ouvre des perspectives d'amélioration de la qualité des prévisions. Le projet PUBLIMAPE vise à combiner cartes d'inondations satellitaires et informations extraites des réseaux sociaux afin de mieux caractériser les zones touchées par les inondations et d'améliorer les modèles de prévision des crues. En collaboration avec l'Université de Genève, le LIST analyse la sémantique et la qualité des données fournies sur les réseaux sociaux, en se concentrant sur le contenu multimodal des plateformes sociales, notamment les tweets comportant à la fois du texte et de l'image. Il développe une chaîne d'outils permettant de construire des connaissances opérationnelles et de les utiliser pour le suivi des événements et des crises environnementales majeures. Le projet comprend l'essai de cette approche novatrice sur un cas d'utilisation pilote à l'échelle réelle consistant en une inondation majeure : la région du fleuve Colorado entre Columbus et le Golfe du Mexique, qui a subi des dommages dus à la tempête tropicale Harvey entre la mi-août et la mi-septembre 2017.

 Windy @windyforecast · Jul 28, 2017
#Flashflood after a strong storm in #Istanbul, #Turkey 🇹🇷 @egtazzi



0:37 2K views

1 20 22

 AMHQ @AMHQ · Jul 28, 2017
22.7M ppl in the #MidAtlantic & Northeast are under a #flashflood watch this AM as heavy rain moves east. 3-5" poss. Tune in to AMHQ now.



4.5K views 0:05 / 0:26

18 38

« Les conséquences du changement climatique faisant l'objet d'une attention de plus en plus grande, la course au développement de technologies permettant de prévoir, de surveiller ou d'atténuer l'impact des catastrophes naturelles est lancée. Notre outil HASARD® offre aux scientifiques du monde entier la possibilité d'extraire, à partir d'images satellitaires, des cartes d'inondation dans presque n'importe quelle région du globe. Composé d'un algorithme et d'un logiciel dédié, l'outil HASARD®, dont la marque a été récemment déposée par le LIST, constitue un véritable atout pour les autorités chargées de gérer les inondations. »

Marco Chini,
chercheur en détection et modélisation
environnementales



6. SURVEILLER L'ENVIRONNEMENT DANS UN MONDE EN PLEINE ÉVOLUTION

Au LIST, nous étudions les impacts environnementaux, notamment du changement climatique, en vue de développer des outils de surveillance, de prévision et de prédiction environnementales dans un monde en pleine évolution. Une équipe pluridisciplinaire composée d'environ 50 scientifiques, ingénieurs, post-doctorants et doctorants aide les secteurs public et privé dans les domaines :

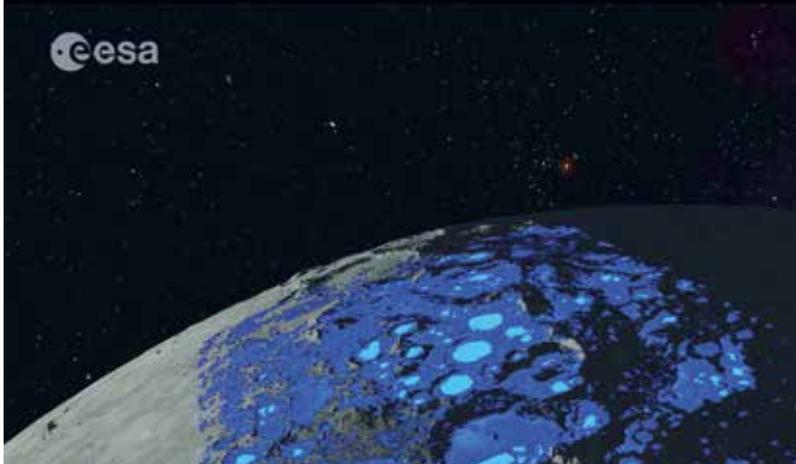
- de la gestion des ressources en eau,
- de la protection des cultures et l'agriculture de précision,
- de la gestion des catastrophes naturelles et
- de l'atténuation du changement climatique et l'adaptation à ses effets.

Success story # 1

L'EAU ET LA VÉGÉTATION DANS UN ENVIRONNEMENT EN MUTATION

Les changements au niveau de l'environnement et de l'utilisation des sols sont au cœur des préoccupations de la communauté scientifique, qui tente d'établir des prédictions raisonnables de leurs conséquences pour les écosystèmes et les ressources en eau. Confrontée à des pressions comme le changement climatique ou la déforestation, la végétation est soumise à de nombreuses contraintes physiques exigeant des plantes qu'elles adaptent leur fonctionnement et notamment leurs interactions avec les ressources en eau. Le projet WAVE, soutenu par le FNR via le programme ATTRACT, vise à fournir une meilleure compréhension écohydrologique et une modélisation des interactions entre l'eau et la végétation au sein d'un environnement en constante évolution. WAVE développe également une nouvelle approche collaborative et ouverte pour la science environnementale au sens large : un modèle communautaire et un cadre d'évaluation des hypothèses. Grâce à cette approche, le projet WAVE permettra une meilleure compréhension et une représentation quantitative des processus physiques et des compromis biologiques associés aux interactions végétation-environnement : une initiative permettant une recherche scientifique totalement transparente, dans la lignée de la philosophie de la Science ouverte.





Success story # 2

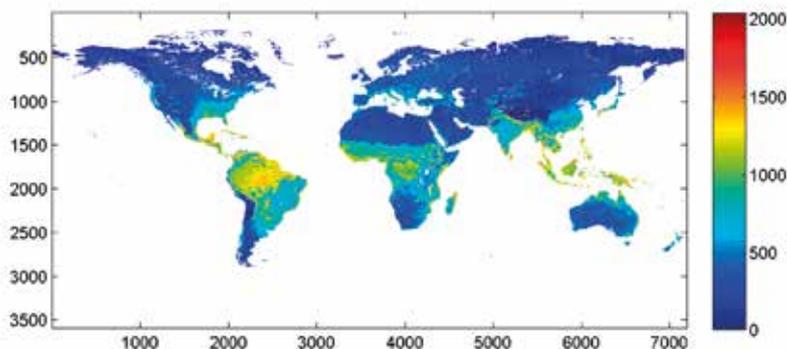
MIEUX COMPRENDRE L'ORIGINE ET LE DESTIN DE L'EAU LUNAIRE

En 2019, une équipe interdisciplinaire d'experts en hydrologie isotopique et en spectrométrie de masse du LIST a rejoint l'équipe scientifique de la mission PROSPECT de l'Agence spatiale européenne. Prévüe pour un lancement et un alunissage en 2025, la sonde PROSPECT est un projet conjoint ESA ROSCOMOS, destiné à explorer les ressources en eau de la Lune. La contribution du LIST à cette mission pionnière consiste à étudier les processus de fractionnement des isotopes stables Hydrogène et Oxygène lors de la sublimation de la glace d'eau dans un environnement lunaire. Ces nouvelles connaissances devraient permettre à terme de mieux comprendre l'origine et le destin de l'eau lunaire.

Success story # 3

UN MODÈLE D'ÉVAPOTRANSPIRATION DE POINTE RECONNU MONDIALEMENT

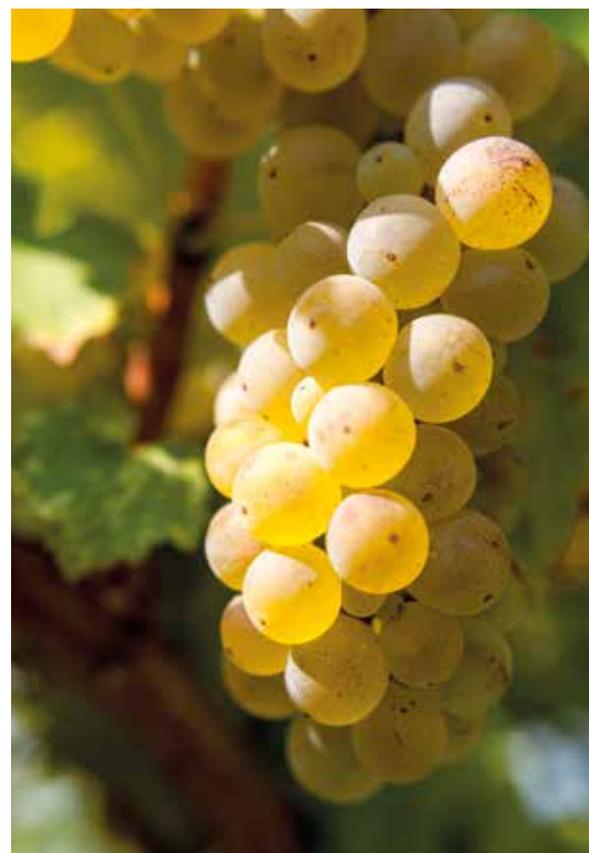
L'évapotranspiration (ET) est la quantité d'eau transférée vers l'atmosphère, par l'évaporation au niveau du sol et au niveau de l'interception des précipitations, et par la transpiration des plantes. L'évapotranspiration est très variable dans l'espace et le temps et joue un rôle fondamental dans l'hydrologie et les interactions terre-atmosphère. Au cours des dernières décennies, l'utilisation de données satellitaires pour cartographier l'évapotranspiration à l'échelle régionale a considérablement progressé. Le LIST est reconnu mondialement pour son modèle d'évapotranspiration de pointe basé sur la télédétection thermique. Ce modèle a fait l'objet d'une grande attention et a pu être inclus dans le développement de produits d'évapotranspiration des missions de l'ESA (Agence Spatiale Européenne) et de la NASA, et a suscité la collaboration de groupes de recherche en biométéorologie et en écologie de l'Université de Californie, de Berkeley et de l'Université de Stanford.



Success story # 4

EVALUER ET LIMITER L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA VITICULTURE

À la lumière des impacts du changement climatique sur la végétation, la viticulture européenne pourrait être confrontée à des pressions critiques telles qu'une hausse des températures et l'apparition de nouvelles maladies ou de nouveaux ravageurs. Afin d'évaluer, et ainsi de limiter ces impacts sur la vigne, les pays européens doivent non seulement développer leurs connaissances et leur expertise, mais également élaborer une approche commune. Dans le cadre du projet européen Clim4Vitis, le LIST et ses partenaires ont pour objectif de partager leurs connaissances actuelles et leurs compétences complémentaires pour développer une base de données commune ainsi qu'une famille de modèles de vignes standardisée pour différents domaines de la viticulture européenne. Cela permettra de simuler les impacts du changement climatique sur la phénologie des vignes, ainsi que sur la biologie et l'épidémiologie des maladies du raisin et de ses ravageurs.



7. VERS UNE BIOÉCONOMIE CIRCULAIRE

« Nos bioréacteurs permettent de cultiver un grand nombre de cellules végétales qui produisent des molécules d'intérêt. Ces environnements clos, dans lesquels nous pouvons contrôler divers paramètres, ont l'avantage de ne pas nécessiter une utilisation intensive des ressources naturelles. »

Jean-François Hausman,
chef du groupe de recherche sur
les biotechnologies végétales



La biotechnologie industrielle offre une nouvelle approche durable de la fabrication des matériaux, des produits chimiques et de l'énergie à partir de ressources renouvelables, permettant ce qu'on appelle la bioéconomie circulaire. Les ressources naturelles d'origine biologique sont essentielles à notre système économique, mais sont de plus en plus surexploitées pour fournir de la nourriture, des matériaux et de l'énergie. Par conséquent, la biotechnologie industrielle est intrinsèquement liée à la biotechnologie environnementale, qui vise à prévenir, enrayer et inverser les effets de la dégradation environnementale grâce à l'utilisation appropriée de la biotechnologie en symbiose avec d'autres technologies.

Au LIST, nous travaillons sur la production d'origine biologique de produits chimiques et d'enzymes de haute valeur à partir de cellules végétales et de microbes. Nous nous efforçons de valoriser la biomasse issue de déchets végétaux et d'autres flux de déchets provenant des chaînes d'approvisionnement agroalimentaires en tant que source de bioénergie, de biopolymères et de composantes chimiques pour des applications innovantes et intéressantes du point de vue commercial.

— Success story # 1 —

DES DÉCHETS ORGANIQUES CONVERTIS EN ÉNERGIE ET EN ENGRAIS VERTS

Le LIST contribue à la conception d'une bioéconomie circulaire locale en travaillant sur une production renouvelable et durable d'énergie, de biofertilisants et de produits chimiques verts. Le LIST travaille en particulier sur la digestion anaérobie des biodéchets en tant que processus naturel à base de microbes produisant du biogaz pouvant être stocké et utilisé comme énergie. La biométhanisation est connue pour permettre la production d'une énergie verte, mais offre également un recyclage efficace des déchets organiques sous la forme d'engrais naturels.

Cependant, le processus actuel de digestion anaérobie fait face à des contraintes élevées en termes de robustesse et d'efficacité. Les efforts déployés par le LIST pour mieux comprendre et caractériser la diversité du microbiote de digestion anaérobie ont démontré que certains microbes peuvent offrir, en conditions de laboratoire, une résilience significative face à une intoxication par des acides gras volatils (acidose) – qui est l'échec le plus fréquent du processus. Le LIST travaille sur les Cloacimonetes, des bactéries qui pourraient améliorer ou rétablir la performance des réacteurs de digestion anaérobie.





Success story # 2

UNE EXPLOITATION DURABLE DES RESSOURCES VÉGÉTALES À L'AIDE DES BIOTECHNOLOGIES

Des crèmes anti-âge aux compléments alimentaires et aux biocomposites, les plantes font partie intégrante de notre vie quotidienne. En tant qu'alternative durable, ces ressources naturelles contribuent au développement de produits renouvelables. Cependant, elles sont également victimes d'une surexploitation croissante. L'utilisation des biotechnologies est ainsi devenue une approche clé pour valoriser les plantes en tant que ressources renouvelables tout en prévenant la dégradation de l'environnement.

Le LIST travaille sur plusieurs projets de recherche visant à fournir aux industries cosmétiques ou pharmaceutiques des alternatives concrètes et durables. En modulant les paramètres génétiques de cellules de pomme, et ceux des bioréacteurs dans lesquels elles se développent, des chercheurs du LIST sont parvenus à optimiser la production d'une molécule d'intérêt appelée triterpène. Cette dernière dispose notamment d'une propriété anti-âge, qui permet de prévenir un vieillissement prématuré de la peau en inhibant les enzymes humaines responsables de la diminution de l'élasticité de la peau. Les triterpènes ont également une forte propriété anti-inflammatoire, ce qui pourrait être d'un grand intérêt pour le secteur des nutraceutiques.

Success story # 3

DÉVELOPPER DES PRODUITS DE NETTOYAGE DURABLES GRÂCE AUX PROBIOTIQUES

Les probiotiques sont des micro-organismes vivants considérés comme des « bonnes » bactéries qui offrent des bienfaits pour la santé en améliorant ou restaurant la flore intestinale. L'entreprise luxembourgeoise Probiotic Group, comme son nom l'indique, utilise les probiotiques pour développer des produits de nettoyage et d'entretien à la fois naturels et respectueux de l'environnement. Le LIST, ensemble avec l'Université du Luxembourg (et notamment le Luxembourg Centre for Systems Biomedicine), ont, lors du TechDay 2019, signé un projet de collaboration avec Probiotic Group pour découvrir, caractériser et produire de nouvelles souches de probiotiques.



« Depuis juin 2019, nous avons rejoint la House of Entrepreneurship et accueillons les dirigeants d'entreprises un mardi par mois pour leur fournir des informations concernant les politiques environnementales et les exigences juridiques. Une initiative qui confirme le rôle majeur du LIST dans la création de liens entre la recherche et les entreprises. »

Caroline Fedrigo,
chef de projet au sein du groupe
Politiques environnementales



8. MESURER LES IMPACTS ET LES RISQUES ENVIRONNEMENTAUX POUR UNE MEILLEURE PRISE DE DÉCISION

Au LIST, nous nous efforçons d'identifier les facteurs à l'origine des émissions polluantes, ainsi que les possibilités de réduire les impacts et risques environnementaux associés aux activités industrielles, à la gestion de l'énergie et aux modes de consommation humaine. L'objectif est de transformer notre modèle économique linéaire actuel en un modèle circulaire qui valorise les ressources matérielles et l'efficacité énergétique, de protéger la biodiversité et de garantir le bien-être des individus.

Ainsi, nous aidons les acteurs publics à définir et mettre en œuvre des politiques environnementales et les entreprises luxembourgeoises à remplir leurs obligations. Pour ce faire, nous développons des directives, des méthodes, des mesures et/ou des outils dans les domaines suivants :

- Évaluation des risques environnementaux et humains des produits chimiques
- Gestion et réglementations environnementales
- Évaluation de la durabilité et de la circularité des produits, des technologies et des politiques, en mettant l'accent sur l'environnement bâti (bâtiments, matériaux, solutions basées sur la nature), la mobilité (électrique et H₂), le capital naturel (services écosystémiques) et l'industrie manufacturière
- Opération et planification des systèmes d'énergie, notamment l'intégration transparente des énergies renouvelables dans le réseau électrique et la modélisation des réseaux intelligents.

Success story # 1

UNE APP SUR LES PRODUITS CHIMIQUES EXTRÊMEMENT PRÉOCCUPANTS

Avec Scan4Chem, les consommateurs peuvent scanner le code-barres d'un produit pour obtenir des informations sur les substances extrêmement préoccupantes (SVHC) contenues dans ce produit. Ces substances sont des produits chimiques qui sont, par exemple, cancérigènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction ou particulièrement nocifs pour l'environnement. L'application est disponible gratuitement dans les app stores: Google Play, App Store. Développée par le LIST dans le cadre du projet européen LIFE AskREACH, en collaboration avec le REACH & CLP Helpdesk Luxembourg, l'app a été lancée dans 14 pays européens, le but ultime étant de couvrir la plupart des pays européens au cours des trois prochaines années.





— Success story # 2 —

PENSEZ-VOUS VRAIMENT ÊTRE UN VOYAGEUR VERT ?

Les voitures électriques sont-elles toujours écologiques ? La mobilité basée sur les combustibles fossiles est inévitablement liée aux émissions de gaz à effet de serre. Mais les voitures électriques, bien qu'elles n'aient pas de pot d'échappement, génèrent également des émissions de gaz à effet de serre. Avant même d'avoir parcouru le moindre kilomètre sur la route, la voiture électrique pollue dès les premiers stades de la fabrication. Les batteries contiennent des métaux rares comme le néodyme ou le cobalt, ainsi que du graphite et du lithium, issus notamment de Chine, de République démocratique du Congo, d'Amérique du Sud et d'Australie, et leur assemblage est aussi énergivore. L'application en ligne « CLIMOBIL » du LIST aide les citoyens à vérifier l'empreinte écologique des voitures électriques pour réduire nos émissions de CO₂.

— Success story # 3 —

NOUVEL ACCORD DE PARTENARIAT ENTRE LE LIST ET ARCELORMITTAL

Le 29 octobre 2019, le LIST et ArcelorMittal Luxembourg ont signé un accord de partenariat dans le domaine de l'amélioration de la performance énergétique. Cet accord de cinq ans couvre la recherche et le développement de projets et de services innovants dans les domaines de l'amélioration de l'efficacité énergétique et de l'utilisation responsable des ressources, de l'optimisation de multiples mesures d'efficacité énergétique, de récupération de chaleur et de production d'électricité à partir de chaleur excédentaire. Le champ de recherche s'inscrit dans le processus de transition d'ArcelorMittal vers une économie circulaire et la production d'acier circulaire.

Ce partenariat s'inscrit résolument dans la politique RSE (Responsabilité Sociale de l'Entreprise) d'ArcelorMittal au Luxembourg et plus largement, dans l'ambition affichée du groupe de réduire de manière significative son empreinte carbone d'ici 2050, conformément à son engagement en faveur de l'Accord de Paris.

— Success story # 4 —

EVALUER L'IMPACT ÉCOLOGIQUE ET FINANCIER DES SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE

Les Solutions Fondées sur la Nature sont des solutions « vivantes » inspirées de, véhiculées par ou copiées de la nature, ayant la capacité de répondre simultanément à des objectifs environnementaux, sociaux et économiques. Elles peuvent prendre des formes diverses : restauration et gestion durable des zones humides, conservation des forêts, renaturation ou restauration des zones arides, développement de « poumons verts » en milieu urbain, restauration de dispositifs côtiers naturels, façades vertes sur les bâtiments, agriculture urbaine, etc. Le LIST, au cœur du projet NATURE4CITIES, a piloté la mise en place de NBenefit\$, un outil d'aide à la décision pour les politiques et les urbanistes. NATURE4CITIES est un projet issu d'un consortium international et interdisciplinaire (9 pays représentés, 28 partenaires), financé par le programme européen de recherche et d'innovation Horizon 2020. Il vise à créer une plateforme web de références autour des Solutions Fondées sur la Nature, sur laquelle seront proposés des solutions techniques, des méthodes et des outils d'aide à la décision pour la planification urbaine. L'enjeu est d'aider à répondre aux défis environnementaux, sociaux et économiques contemporains rencontrés par les villes européennes.



« Avec les matériaux et procédés dédiés aux applications digitales telles que par exemple les « IoT autonomes », ceux à faible impact carbone, ceux spécifiquement conçus pour les applications spatiales et les transports, les matériaux pour l'énergie représentent le 4^{ème} pilier d'activités du département. Particulièrement focalisées sur la filière Hydrogène, nos recherches s'engagent vers la génération, le stockage et l'utilisation efficiente d'Hydrogène pour faire du Luxembourg et du LIST l'épicentre technologique de cette filière dans la Grande Région. »

Damien Lenoble,
directeur du département Materials Research
and Technology



9. EXPLORER L'INFINIMENT PETIT POUR DÉVELOPPER DES MATÉRIAUX AUX PROPRIÉTÉS EXTRAORDINAIRES

Détection de gaz ou de (bio)molécules, de déformations mécaniques ou vibratoires, récupération, stockage et utilisation d'énergie : voici quelques exemples de propriétés extraordinaires rendues possibles par les nanotechnologies. Le LIST travaille sur le développement technologique de matériaux contrôlés à l'échelle nanométrique, qui, couplé à une chimie innovante de ces mêmes matériaux, permet de démontrer des propriétés d'autant plus remarquables qu'elles sont intégrées dans des dispositifs fonctionnels.

Par ailleurs, l'ingénierie de nano-objets spécifiques ouvre la voie à des applications médicales de rupture (sondes, régénération osseuse, revêtements antibactériens, etc.) et à des matériaux nanocomposites complexes de haute-performance.

Success story # 1

SURVEILLEZ VOTRE SANTÉ AVEC LA NANO-DÉTECTION CHIMIQUE

Le LIST est sur le point de contribuer à la médecine personnalisée grâce aux transistors à effet de champ biologique (BioFET) : des capteurs permettant une détection biochimique ultra-fiable. L'utilisation de ces nano-capteurs (FinFET) en grand nombre pourrait constituer une innovation révolutionnaire pour la médecine personnalisée, par exemple dans la lutte contre le cancer ou les maladies auto-immunes.

En 2019, nous avons achevé le projet FNR Attract NANO-PH, en livrant une plateforme capable de contrôler la chimie à l'échelle du nanolitre. Un contrôle électrochimique du pH dans des cavités aussi fines que 100 μm , couplé à l'intégration de FinFETs permettant de mesurer ce même pH avec une grande sensibilité et fiabilité, constituent les éléments essentiels de la nano-bio-chimie embarquée sur puces électroniques. Cette démonstration technologique unique au monde nous a permis d'acquiescer le projet H2020-FET-OPEN (ELECTROMED) : l'un des appels à projets de recherche les plus compétitifs en Europe. S'appuyant sur les réalisations du projet NANO-PH, ELECTROMED permettra un criblage des protéines humaines ou de synthèse : criblage personnalisé, programmable, rapide, rentable et efficace accélérant la voie aux concepts thérapeutiques émergents tels que l'immunothérapie. L'ambition d'ELECTROMED est de démontrer une technologie révolutionnaire pour la médecine de précision. Elle pourrait également se montrer d'un grand intérêt pour le secteur alimentaire (détection des OGMs ou toxines) ou le secteur de la défense (détection des agents de guerre biologique).





— Success story # 2 —

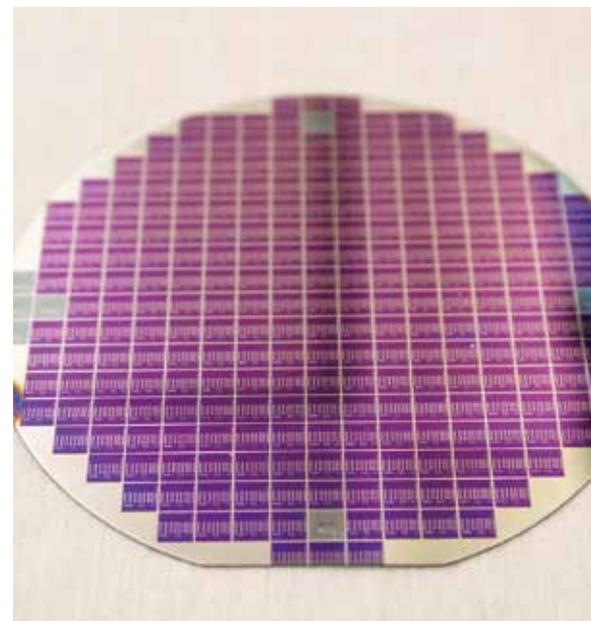
DES ÉCRANS HAPTQUES : LA SENSATION DU RÉEL

Le LIST a réussi à intégrer des actuateurs par impression de film-mince piézoélectrique sur du verre, ouvrant ainsi la voie à une impression 3D de ces matériaux et donc à leur industrialisation. Cette technologie concurrente à l'utilisation actuelle de céramique piézoélectrique encombrante permet l'émergence d'une industrialisation massive de nouvelles fonctions « haptiques » caractérisées par le rendu d'une texturation de surface que votre doigt ressent comme identique au toucher des objets réels. Avec notre partenaire industriel Hap2U, une start-up française, nous travaillons sur le tout premier téléphone mobile haptique basé sur des couches minces piézoélectriques. Cette technologie va révolutionner notre rapport quotidien entre virtuel et réel en conjuguant la vue au toucher !

— Success story # 3 —

LE LIST DANS LA COURSE STRATÉGIQUE SUR LES BATTERIES CELLULAIRES

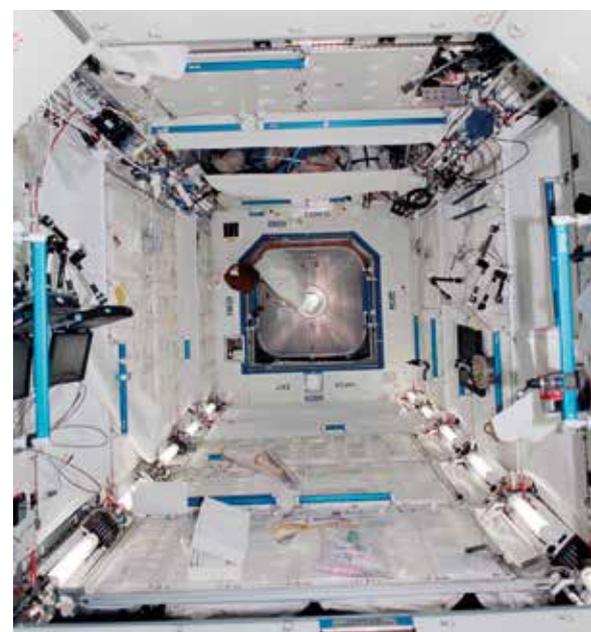
La production de batteries est un impératif stratégique pour l'Europe, tant pour la transition vers les énergies propres que pour la compétitivité de son industrie, notamment son secteur automobile. Le LIST collabore avec la société d'ingénierie XNRGI sur la conception de micro-batteries 3D. L'objectif est de placer des matériaux nanométriques fonctionnels à l'intérieur de batteries microporeuses Silicium afin de démontrer des densités d'énergie et de puissance inégalées. Pour ce faire, le LIST apporte son expertise du procédé ALD (Atomic Layer Deposition ou dépôt par couche atomique). Ce processus, utilisé dans l'industrie des semi-conducteurs, consiste à exposer alternativement une surface à différents précurseurs chimiques, les co-réactants, afin d'obtenir des couches ultraminces contrôlées à l'échelle atomique. Le LIST a d'ailleurs commencé à produire des échantillons et projette de transférer cette technologie dans trois ans, l'objectif ultime étant d'industrialiser la filière de fabrication.



— Success story # 4 —

ASSURER LA SÉCURITÉ À L'INTÉRIEUR DES NAVETTES SPATIALES LORS DES FUTURES MISSIONS HABITÉES

Le LIST a été sélectionné par l'Agence spatiale européenne (ESA) afin de développer de nouveaux traitements de surface antimicrobiens et non toxiques pour l'intérieur des futures navettes spatiales. Le 4 mars 2019, le LIST a officiellement lancé le projet de recherche ESA NBACTSPACE sur 18 mois, visant à augmenter la bio-sécurité à l'intérieur des navettes spatiales, et ce dans la perspective des futures missions spatiales habitées. L'environnement confiné d'une navette spatiale implique un haut niveau d'exigences dans le développement des traitements de surface, en raison par exemple de l'accumulation de « polluants » ou de la prolifération rapide d'agents pathogènes dans ces conditions particulières. Le LIST contribuera également à une meilleure connaissance et définition des normes à suivre dans ces environnements confinés. Par ailleurs, cette recherche appliquée pourrait avoir un impact socio-économique important, car le développement d'une alternative viable et durable aux revêtements de surface à base de métaux est l'objectif ultime de ce projet. En effet, la technologie qui en résulte devrait être transférable à nos environnements terrestres, comme le cadre hospitalier et les appareils ou implants médicaux par exemple. La crise du COVID-19 souligne d'autant plus l'urgence de la recherche de ce type de revêtement identifié comme une barrière efficace à la prolifération de bactéries ou de virus.



« L'activité de recherche du LIST, axée sur le développement d'instruments scientifiques comme les microscopes ioniques et les spectromètres de masse, constitue clairement une niche. Nous avons pu créer une masse critique dans ce domaine, et sommes donc capables de rayonner au niveau international. »

Tom Wirtz,
chef de l'unité Instrumentation scientifique
et technologie des procédés



10. REPOUSSER LES LIMITES GRÂCE À NOS NOUVEAUX INSTRUMENTS ET PROCÉDÉS

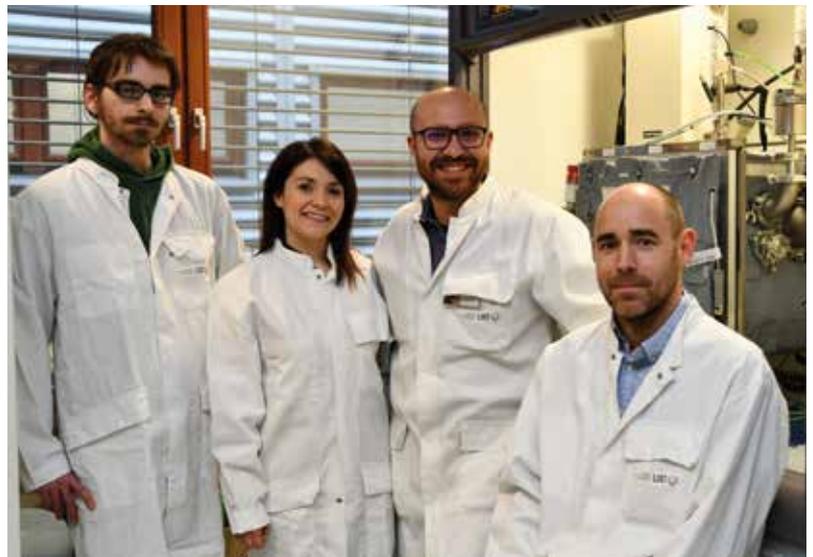
Vitesse, résolution spatiale, sensibilité atomique ou analyse de données complexes et dynamiques. Nous aimons relever les défis posés par l'instrumentation scientifique et repousser les limites de cette ingénierie si particulière. Notre objectif : mettre au point de nouveaux instruments, procédés et méthodologies dans les domaines des sciences et technologies du plasma, du traitement des couches minces et de la nano-analyse. Notre agenda de recherche, développement et innovation s'étend de la science fondamentale aux prototypes d'équipements, de procédés ou d'analyse des matériaux jusqu'à l'échelle préindustrielle.

— Success story # 1 —

LE CHERCHEUR DU LIST NICOLAS BOSCHER LAURÉAT D'UNE SUBVENTION PRESTIGIEUSE DE L'ERC

En lien avec la stratégie «Energie du 21^{ème} siècle du département Matériaux», la prestigieuse subvention ERC Consolidator du Conseil Européen de la Recherche (ERC), allouée en décembre 2019 au chercheur du LIST, le Dr Nicolas Boscher, donne un coup d'accélérateur vers les technologies de l'hydrogène propre. Le Dr Boscher recevra 1,9 MEUR de financement au cours des cinq prochaines années pour le projet CLEANH2 intitulé « Ingénierie chimique de polymère de métalloporphyrines pour la production propre d'hydrogène ».

Face à la crise énergétique et environnementale mondiale actuelle, le projet CLEANH2 vise à développer une nouvelle classe de matériaux pour la production propre et efficace d'hydrogène à partir de l'«électrolyse solaire de l'eau». Alors que la nature met en œuvre l'«électrolyse solaire de l'eau» depuis plus de trois milliards d'années à partir de ressources abondantes et durables, le défi de la photosynthèse artificielle et rentable n'a pas encore été relevé. Nicolas Boscher créera des polymères photocatalytiques assemblés à partir de dérivés de chlorophylle (porphyrines). Le domaine est encore relativement inexploré mais si cette percée est réalisée, ce projet pourrait contribuer à soutenir une nouvelle économie bâtie non pas sur les énergies fossiles mais sur l'hydrogène.





Success story # 2

LE PROTOTYPE DE L'INSTRUMENT NPSCOPE EST FINALISÉ

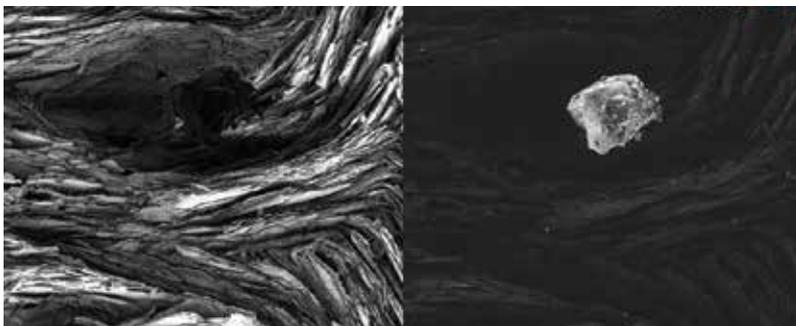
La caractérisation avancée des nanoparticules deviendra beaucoup plus aisée grâce au nouvel instrument npSCOPE, développé par une équipe internationale de chercheurs coordonnée par le LIST. Les nanoparticules sont partout : à l'intérieur et autour de nous. Elles peuvent être trouvées dans les aliments, les cosmétiques, les textiles, les peintures, les appareils électroniques, etc. Lorsque ces éléments sont volontairement modifiés pour acquérir des propriétés spécifiques, ils peuvent aussi comporter des risques pour la santé humaine, l'environnement et la sécurité. Il est donc crucial d'identifier ces risques, de les étudier et de les circonscrire. Pour ce faire, il est nécessaire d'effectuer une caractérisation physico-chimique adéquate de ces nanoparticules. En d'autres termes, nous devons savoir : à quoi elles ressemblent ; de quoi elles sont faites ; et enfin quels facteurs peuvent affecter leur interaction avec leur environnement.

Pour répondre à ces trois questions, un certain nombre de techniques sont actuellement utilisées. Cependant, jusqu'à présent, cette approche multi-technique a été réalisée sur des instruments séparés et coûteux. Le projet européen H2020 npSCOPE vise à développer un instrument unique qui fournira des réponses à ces trois questions. Ce projet, lancé en janvier 2017, a fait d'excellents progrès en 2019 : l'équipe, composée de neuf partenaires provenant de six pays européens, a réussi à finaliser le montage du prototype de l'instrument npSCOPE. Dans les mois à venir, l'accent sera mis sur la démonstration du potentiel de l'instrument npSCOPE, à l'aide de tests en relation avec la nano-toxicologie.

Success story # 3

ACCORD DE COLLABORATION ENTRE LE LIST ET ZEROK NANOTECH

En 2019, le LIST a signé un accord de collaboration avec la start-up américaine zeroK NanoTech. En combinant l'expertise du LIST dans la technologie de spectrométrie de masse des ions secondaires (SIMS) et le savoir-faire unique de zeroK dans la technologie des sources d'ions à basse température (LoTIS), les deux partenaires unissent leurs forces pour construire un instrument SIMS d'une résolution spatiale inférieure à 10 nm et d'une sensibilité maximale. Un tel instrument sera d'un grand intérêt pour un certain nombre de domaines d'application, notamment la science des matériaux (matériaux pour batteries, photovoltaïque, semi-conducteurs, etc.), les sciences de la vie (par exemple l'imagerie subcellulaire ou encore les nanoparticules dans les tissus biologiques), la géologie et l'astronomie.



Success story # 4

DONNEZ DE NOUVELLES PROPRIÉTÉS À LA SURFACE D'UN MATÉRIAU GRÂCE À LA TECHNOLOGIE PLASMA

Les chercheurs du LIST utilisent la technologie du plasma et son dépôt à l'échelle industrielle pour donner de nouvelles propriétés aux surfaces des matériaux (par exemple résistant à la corrosion, antibactérien, autonettoyant, etc.). Un projet lancé en 2018 avec la société luxembourgeoise Ceratizit sur le développement d'un nouveau revêtement dur et résistant aux hautes températures a commencé à porter ses fruits en 2019. Au cours du second semestre, le développement du procédé et du revêtement a pu être transféré sur les produits de notre partenaire : les tests de résistance à l'usure en conditions réelles ont démarré dans leur centre d'usinage.



« Notre équipe est stratégiquement positionnée dans le cadre de l'initiative nationale luxembourgeoise Composites pour favoriser le développement de matériaux composites à haute performance et multifonctionnels. Des démonstrateurs à échelle préindustrielle et des procédés de fabrication de structures composites sont mis à la disposition de l'industrie, au service du Luxembourg, de la Grande Région et de la société européenne. »

Cláudio Saul Faria Lopes,
chef de l'unité Composites structurels



11. ELABORER LA PROCHAINE GÉNÉRATION DE MATÉRIAUX COMPOSITES

Le LIST renforce ses activités de recherche destinées à l'élaboration de la prochaine génération de matériaux composites. Notre objectif : développer ces nouveaux matériaux en mettant l'accent sur leurs durabilités, leurs recyclages et une performance poids/propriétés mécaniques inégalée... et ce en optimisant le cœur des matériaux composites : les interfaces fibres-charges/matrice. L'ensemble de la chaîne de développement est prise en considération : de l'ingénierie des matériaux à leur fabrication, en passant par l'optimisation des étapes de conception et de tests fonctionnels.



Success story # 1

RENDRE LES PROJETS DE CONSTRUCTION EN BOIS ENCORE PLUS RESPECTUEUX DE L'ENVIRONNEMENT

Plus de 5 millions de mètres cubes de produits en bois d'ingénierie sont produits chaque année dans l'UE et le marché est en pleine croissance, car ces produits offrent une alternative « verte » à l'acier et au béton dans la construction. Cependant, les produits en bois destinés à la construction font l'objet de traitements chimiques plus intenses que le bois de sciage standard. Leur recyclage est généralement difficile en raison de leur composition et des adhésifs ou des connexions métalliques.

Le projet de recherche Interreg NWE Adhesive Free Timber Buildings a permis de fournir une méthode alternative et plus respectueuse de l'environnement pour assembler les panneaux de bois et les éléments structurels : une méthode consistant à utiliser des chevilles et des attaches en bois compressé. Ce système d'assemblage permet de réaliser des bâtiments à très faible impact environnemental tout en développant potentiellement le marché de milliers d'hectares de bois géré de manière durable. Dans ce projet, l'équipe de modélisation des matériaux composites du LIST a développé une plateforme de calcul, permettant d'accélérer le développement de structures « Adhesive Free » avec un objectif ultime de réduire significativement le temps de mise sur le marché.





Success story # 2

FORMER LES JEUNES CHERCHEURS À LA CONCEPTION MODERNE DES STRUCTURES COMPOSITES

Les structures composites sont massivement utilisées dans de nombreux domaines de l'ingénierie. La conception de tels matériaux représente un véritable défi, puisque les aptitudes et compétences nécessaires relèvent de différents domaines. Les programmes de formation existants sont souvent axés sur des thèmes et disciplines spécifiques plutôt que sur une approche interdisciplinaire élargie intégrant les perspectives académiques et industrielles.

Financé par le programme européen Horizon2020, le projet FULLCOMP a permis de former douze chercheurs en début de carrière de manière intersectorielle et interdisciplinaire dans un cadre international afin de développer des outils d'analyse améliorant la conception des structures composites. L'ensemble de la chaîne de conception de ces structures, tel que la fabrication, la surveillance de l'état structurel, la défaillance, la modélisation, les approches multi-échelles, les essais, le pronostic/diagnostic, a été appliqué à de nombreux secteurs (aéronautique, automobile, mécanique, énergie éolienne et espace).

Success story # 3

UNE PLATEFORME LOGICIELLE POUR LA CONCEPTION DE MATÉRIAUX COMPOSITES

Adapter les capacités de modélisation des entreprises aux défis de la conception et de la fabrication des matériaux composites : tel est l'objectif du projet Composelector. Cette plateforme de calcul « orientée industrie » permettra de faire converger les besoins du marché et la modélisation des nouveaux matériaux, grâce à la simulation informatique basée à la fois sur la physique et les données, l'automatisation et l'apprentissage automatique (machine learning). Ainsi, grâce à des fonctionnalités exceptionnelles issues de l'accès à une large bibliothèque de données pertinentes magnifiées par un calcul multifactoriel complexe, cette plateforme prévoit d'accélérer par au moins un facteur 5 le rythme de développement de nouveaux produits issus des matériaux/structures composites à haute performance.

En 2019, le projet a fourni des résultats remarquables : trois études de cas (Airbus, Dow et Goodyear) ont confirmé que le projet et la plateforme Composelector pourraient avoir un impact important sur leur activité.



« Nous cherchons à développer des polymères respectueux de l'environnement. Nous travaillons par exemple sur les biopolymères, également appelés bioplastiques : des matières organiques provenant du carbone renouvelable (de la biomasse), donc des ressources non fossiles. Les biopolymères et les matériaux composites fonctionnels connexes offrent un potentiel remarquablement élevé et se posent parmi les matériaux du futur. Ainsi, les ressources biologiques renouvelables sont maintenant considérées comme une ressource durable pour la conception et la production de matériaux polymères à haute valeur ajoutée. »

Laura Puchot,
chercheuse en biopolymères



12. LES POLYMÈRES FONCTIONNELS : DES MATÉRIAUX AUX PROPRIÉTÉS UNIQUES

Les polymères fonctionnels sont des macromolécules qui ont des propriétés uniques. Ils sont généralement peu coûteux et faciles à synthétiser. Au LIST, nous adaptons et traitons des polymères pour démontrer des améliorations de propriétés spécifiques ou une multifonctionnalité. Nous nous concentrons sur les biopolymères et les biocomposites, les charges d'origine naturelle, ainsi que sur les polyélectrolytes et les polymères électro-actifs.



Success story # 1

MODÉLISATION INFORMATIQUE DES POLYMÈRES : UN CHERCHEUR DU LIST À LA POINTE

La modélisation et les simulations moléculaires sont des outils précieux pour les scientifiques et ingénieurs qui travaillent sur les polymères. Ces approches informatiques permettent de prévoir et d'expliquer la structure macromoléculaire, la dynamique, la thermodynamique et les propriétés microscopiques et macroscopiques des matériaux observés expérimentalement.

Le Dr Karatrantos a été le premier auteur d'un article de synthèse publié en 2019, auquel ont participé plusieurs experts de renommée internationale dans le domaine de la science des matériaux et qui portait sur la modélisation informatique des nanocomposites polymères. En parallèle, il a obtenu sa première bourse FNR INTER dans le même domaine scientifique, ce qui lui a permis d'étendre encore son expertise et sa reconnaissance en matière de modélisation moléculaire et de simulations atomistiques de pointe.





Success story # 2

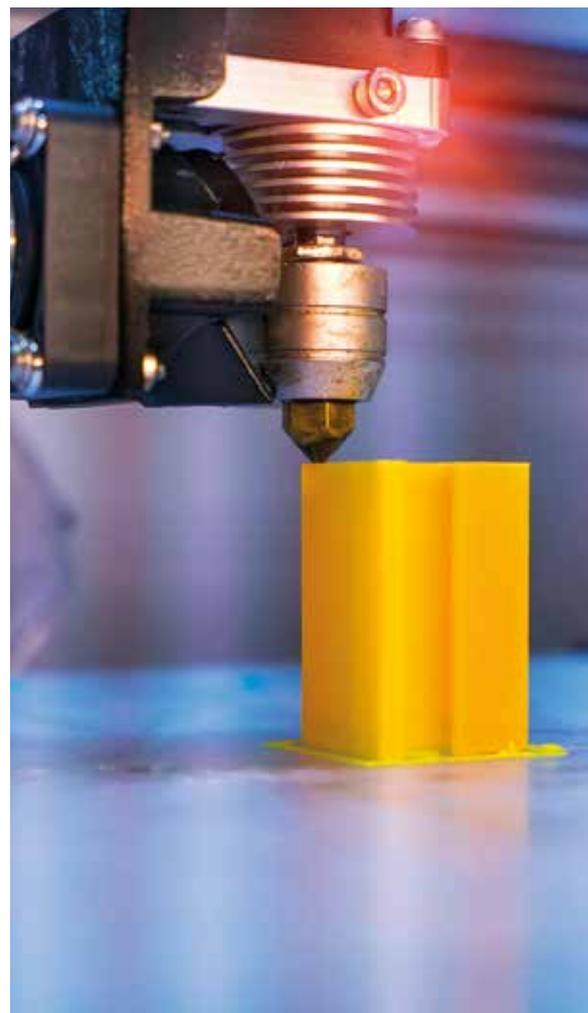
DES MATÉRIEAUX PROMETTEURS POUR LE SECTEUR DE L'ÉNERGIE

Les électrolytes polymères sont des matériaux qui offrent de nombreux avantages dans le domaine des batteries à haute densité énergétique. Un récent projet FNR INTER soutient une collaboration internationale avec deux groupes de recherche bien connus permettant de développer la future génération de supercondensateurs fonctionnant à l'état solide. Coordinateur de cette thématique de recherche, le Professeur Alexander Shaplov assume aussi un rôle éditorial dans le journal «European Polymer» pour un numéro spécial rassemblant 16 articles évalués par des pairs provenant de grands groupes de recherche actifs dans le domaine des liquides ioniques polymériques (PILs pour Polymeric Ionic Liquids). Au LIST, ces matériaux sont aussi utilisés pour mettre au point des batteries au lithium-ion à sécurité améliorée.

Success story # 3

DES MATÉRIEAUX DURABLES POUR L'IMPRESSION 3D

Une collaboration récemment soutenue par l'Union Européenne concerne l'étude des matériaux durables pour l'impression 3D. Coordinée par le Dr. Habibi, ce dernier a également été reconnu par la division «matériaux renouvelables» de l'American Chemical Society (ACS) pour contribuer à l'organisation de multiples symposiums de la prochaine réunion de l'ACS ; renforçant ainsi la solide réputation internationale du LIST dans le domaine des matériaux lignocellulosiques.







**NOTRE
INFRASTRUCTURE
DE RECHERCHE**

ZOOM SUR TROIS INFRASTRUCTURES HORS PAIR DU LIST

Pour innover, une entreprise a besoin de réunir certaines conditions : il faut à la fois disposer de compétences spécifiques, d'un état d'esprit propice à la création mais aussi d'infrastructures indispensables aux développements préindustriels. Notre infrastructure de pointe est un des atouts du LIST : la diversité et la qualité des équipements, leur regroupement dans un lieu unique, sont autant de grandes forces de l'institut. Un partenariat avec le LIST permet aux sociétés luxembourgeoises de mettre en commun leurs équipements afin de réduire les coûts et d'accélérer leurs agendas d'innovation.

LE GREEN TECH INNOVATION CENTRE : UN GUICHET UNIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT COMPLET DE PRODUITS ET PROCÉDÉS D'ORIGINE BIOLOGIQUE

Le GreenTech Innovation Centre (GTIC) est une installation d'innovation ouverte axée sur le développement de produits et procédés d'origine biologique et d'intérêt industriel, de nouveaux concepts de bioraffinage pour des procédés plus efficaces et plus durables, et de nouvelles technologies pour la détection et le traitement de la pollution environnementale. Le centre compte également des installations pour le développement de procédés à échelle préindustrielle et peut héberger des entreprises dans des laboratoires communs.

Plus de 60 scientifiques et ingénieurs peuvent offrir des compétences complémentaires pour assister les clients, depuis la génération d'une idée, en passant par les phases en laboratoire et pilotes, jusqu'à des substances, ingrédients et produits plus sûrs, durables et prêts à être commercialisés. Nous aidons également les clients dans l'optimisation des solutions existantes à toutes les étapes du développement des produits et procédés.

Les innovations sont généralement basées sur la biotechnologie industrielle, les techniques de biologie moléculaire, l'ingénierie métabolique, la culture de lignes de cellules végétales et de micro-organismes (bactéries, levures, champignons, micro-algues), la digestion anaérobie, la biocatalyse, la chimie verte et la formulation de produits.

Notre ensemble unique d'équipements et d'infrastructures nous permet de travailler sur des bioprocédés à échelle préindustrielle. Nos installations ultramodernes uniques pour la recherche en biotechnologies permettent à nos clients et chercheurs de développer des solutions, depuis les laboratoires jusqu'à l'échelle préindustrielle. La plateforme peut effectuer toute une gamme de services analytiques et s'appuie sur son instrumentation, son infrastructure et son savoir-faire pour offrir des analyses « à la carte ». Globalement, la superficie des installations pour l'ingénierie des bioprocédés s'élève à 500 m².





LA PLATEFORME DE FABRICATION DES MATÉRIAUX COMPOSITES : UN CATALYSEUR POUR LE DÉVELOPPEMENT DES TECHNOLOGIES RELATIVES AUX COMPOSITES

Les matériaux composites résultent d'un assemblage entre plusieurs composants dont les propriétés se complètent. On retrouve les composites, dans l'industrie automobile, l'aéronautique, l'électronique, la téléphonie, le sport ou la médecine. La Plateforme de Fabrication des Matériaux Composites du LIST fournit une infrastructure de recherche préindustrielle et des compétences clés dans le domaine des matériaux composites, depuis le traitement des polymères, la fabrication et le soudage des composites structuraux jusqu'à l'analyse et le test des matériaux composites.

La mission de cette plateforme est de dynamiser encore davantage le développement et le traitement de matériaux innovants. Ses objectifs clés sont :

- Jouer le rôle de catalyseur au niveau national pour le développement et l'implémentation des technologies de fabrication de matériaux composites avancés ;
- Établir des infrastructures de recherche préindustrielle soutenues par des compétences spécifiques au domaine des matériaux composites au Luxembourg ;
- Mettre l'accent sur la recherche collaborative, le transfert de technologie et de connaissances, en premier lieu pour l'industrie nationale ;
- Héberger et coordonner des laboratoires communs avec les industriels.

La Plateforme de Fabrication des Matériaux Composites est composée de trois laboratoires :

- Un **laboratoire de traitement des polymères**, permettant de traiter des polymères de l'échelle du gramme jusqu'à l'échelle préindustrielle de centaines de kilogrammes ;
- Un **laboratoire de fabrication de composites structuraux**, permettant de développer des combinaisons de matériaux et de procédés innovants ;
- Un **laboratoire d'analyse thermique**, dédié à un large éventail de techniques avancées pour déterminer les propriétés thermo-physiques des matériaux et caractériser ainsi leur comportement thermique.

LA PLATEFORME DATA ANALYTICS : TROIS PILIERS QUI POSITIONNENT LE LIST COMME UN VÉRITABLE LEADER DANS LE DOMAINE DE L'ANALYSE DES DONNÉES

La Plateforme Data Analytics est une infrastructure hybride (Cloud externe et interne) couvrant toute la gamme des activités d'analyse des données. La plateforme, financée en partie par le Fonds européen de développement régional, soutient la capacité de recherche et d'innovation du LIST et le positionne comme un véritable leader dans ce domaine. Elle repose sur trois piliers :

UNE INFRASTRUCTURE DE CALCUL DE HAUTE PERFORMANCE (HPC) :

L'infrastructure HPC du LIST soutient principalement des équipes de projet de recherche internes dans le but de résoudre des problèmes de calcul avancés et complexes : par exemple des simulations de modélisation climatique, des simulations hydrologiques, des inondations, des simulations de dynamique moléculaire ou encore des alignements de séquences génomiques. Le HPC est constitué d'un cluster de 40 nœuds de calcul Linux, composé de 1280 cœurs CPU et 4960 cœurs Cuda, disposant d'une capacité de stockage centralisé de 321 TB, d'installations de sauvegarde et d'une infrastructure de gestion.

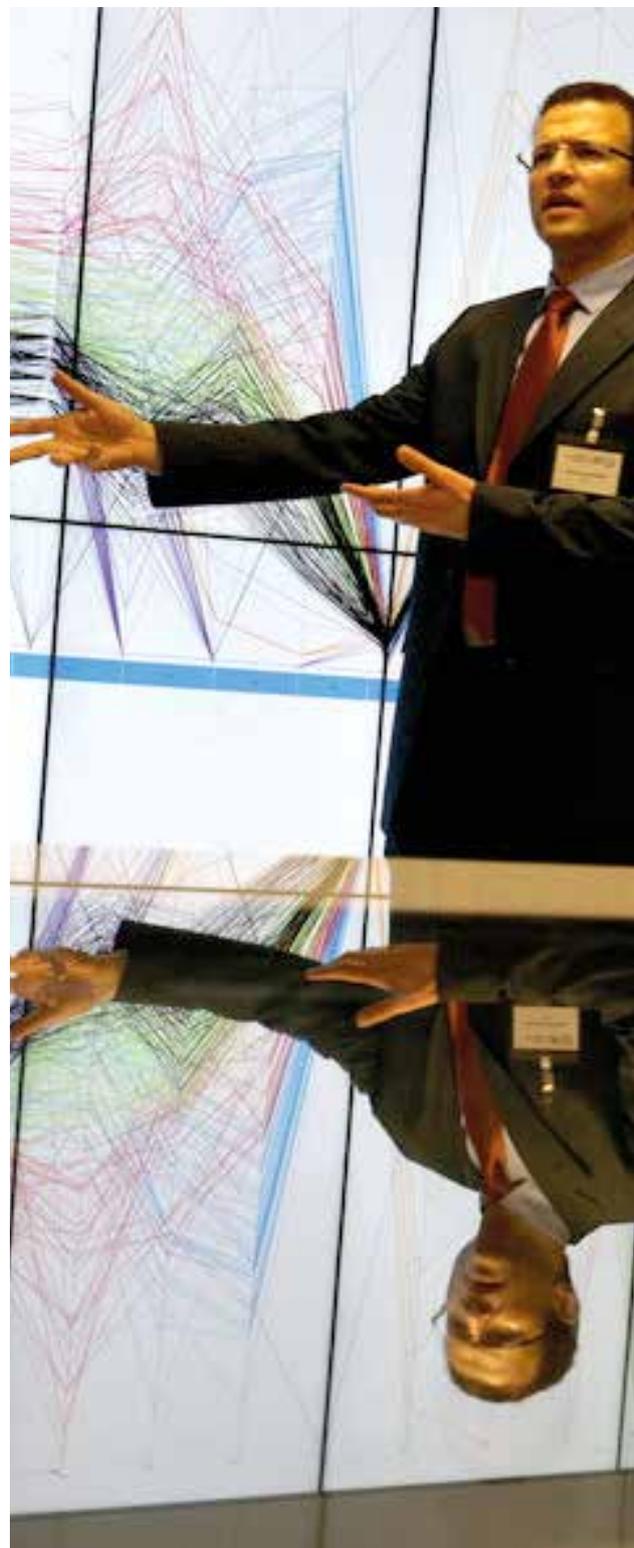
UN PILIER COGNITIF :

Le pilier cognitif, lancé en septembre 2019, vise à mettre à disposition de la communauté des chercheurs du LIST des technologies, services et solutions avancées en data/business analytics, intelligence artificielle et « big data » (plus d'informations page 12, « Vers une plateforme moderne et puissante »).

UN MUR DE VISUALISATION INTERACTIF (VISWALL) :

Le mercredi 4 décembre 2019, le LIST a mis en fonction le Viswall : un mur d'écrans de très haute résolution multitactile avec système de suivi de mouvements unique dans la Grande Région. Le VisWall est constitué d'un immense écran haute résolution de 50 millions de pixels pour s'adapter à des quantités de données sans précédent grâce à des visualisations multiples de données synchronisées. Cet écran de 7 mètres de la taille d'un mur permet la prise de décisions concertées relatives à des tâches analytiques complexes. Le VisWall est couplé à un puissant cluster d'ordinateurs pour effectuer des calculs à la volée déclenchés par les interactions utilisateur et fournir un feedback immédiat. Les utilisateurs bénéficient d'une expérience immersive grâce aux nombreuses façons d'interagir avec le VisWall, y compris l'interaction tactile multipoint, le suivi des mouvements basé sur les périphériques d'interaction 3D personnalisés pour la navigation au sein de vastes espaces de données, orchestrés pour répondre à leurs besoins.

La visualisation et l'analyse avancée de données, l'organisation d'ateliers ou de réunions, et l'enseignement figurent parmi les utilisations possibles. Les applications possibles se situent dans les domaines de l'espace, de la gestion des infrastructures, de la réponse à des situations d'urgence, de la modélisation de phénomènes biologiques ou physiques, de l'amélioration des processus d'entreprise ou de la conception de produits industriels. Cet équipement n'a aucun équivalent dans un rayon de 400 km.







NOS MODÈLES DE COLLABORATION

Nos équipes dédiées aux partenariats et au développement commercial vous proposent toute une gamme de modèles de collaboration, dans le but de trouver la solution idéale correspondant à vos besoins.



RECHERCHE BILATÉRALE

Si vous avez besoin d'une expertise spécifique ou si vous souhaitez utiliser les meilleures infrastructures de recherche, engagez-vous dans une collaboration bilatérale avec le LIST. Quatre types de collaboration bilatérale sont à votre disposition :

LE CONTRAT DE SERVICE

Pour des résultats qui vous aident à atteindre rapidement vos objectifs en matière d'innovation : nous partageons nos experts hautement qualifiés avec votre société.

Le contrat de service peut également couvrir la mise à disposition de nos infrastructures. Accédez à des laboratoires, de l'équipement et des méthodes de pointe afin de répondre à un besoin spécifique. Ainsi, vous tirez parti de notre expertise technologique, notamment en matière d'essais, de mesures, d'analyses, de gestion de l'innovation et de développement de méthodes ou de logiciels. Nous proposons une vaste gamme de services standardisés et réalisés sur mesure.

Dans le cadre du contrat de service, vous assumez l'ensemble des coûts mais disposez en retour de résultats rapides.

LE PROJET DE COLLABORATION

Il s'agit d'un contrat bilatéral dans lequel le LIST investit avec vous. Nous partageons avec notre partenaire nos ressources, notre expertise ou encore notre infrastructure, mais dans le cas du projet de collaboration les coûts d'innovation sont partagés, et la propriété intellectuelle revient aux contributeurs bien identifiés.

LE PARTENARIAT STRATÉGIQUE

Pour des résultats remarquables et durables qui nécessitent des compétences variées : nous définissons conjointement un contrat-cadre pour un partenariat stratégique de R&D à moyen ou long terme, basé sur votre feuille de route d'innovation. Il s'agit d'un contrat bilatéral avec éventuellement le recrutement de doctorants dédiés à votre projet de recherche. La propriété intellectuelle suit les contributeurs de l'invention.

LA « SPIN-OFF » OU LE « LICENSING »

Le transfert de technologies est une partie importante du processus de valorisation. Il implique le transfert de technologies vers le marché par la création de nouvelles entreprises (spin-off) ou par l'octroi de licences à des entreprises existantes. C'est ainsi que les innovations du LIST sont transformées en produits, en activité économique et en emplois de qualité. Le contrat peut prendre la forme d'une participation au capital, de royalties ou encore d'achat de licences.

RECHERCHE AVEC DE MULTIPLES PARTENAIRES : LES PROGRAMMES DE PARTENARIAT DU LIST

Le LIST facilite les synergies entre partenaires, en les rassemblant autour de ses compétences, de ses talents et de son infrastructure. Ce modèle de collaboration est la base des centres d'innovation du LIST. Le partage de l'expertise, de la recherche et des risques entre les partenaires, tout au long de la chaîne de valeur, permet de réduire les coûts pour l'ensemble des parties concernées. L'ensemble des partenaires, ainsi que leurs propres équipes de recherche, s'intègrent au LIST et bénéficient des atouts uniques qu'offre le LIST : une infrastructure de recherche et de technologie ouverte et des talents de premier plan.

Comment cela fonctionne-t-il ? Nous mettons en place un programme stratégique. Il s'agit d'un contrat multilatéral, avec un partage de la propriété intellectuelle entre les différents partenaires du projet.

PARTAGE DE CONNAISSANCE : RESTITUER NOTRE SAVOIR-FAIRE À LA SOCIÉTÉ

La connaissance et l'innovation sont de plus en plus reconnues comme des moteurs importants de la croissance économique, du développement social et de la création d'emplois.

Nous partageons nos connaissances et notre savoir-faire avec des chercheurs du monde entier, par exemple dans le cadre de symposiums et conférences scientifiques internationales, avec des acteurs des secteurs public et privé, mais aussi avec la société dans son ensemble. Ce partage de connaissance est libre de droits et permet de faire avancer la recherche et l'éducation scientifique, une valeur qui nous tient particulièrement à cœur.



PARTENAIRES RDI AU LUXEMBOURG ET EN EUROPE



BALZOLA





LIST

Notre Ministère de tutelle



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Enseignement supérieur
et de la Recherche



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère des Affaires étrangères
et européennes

Direction de la Défense



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Agriculture,
de la Viticulture et du
Développement rural



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Énergie et
de l'Aménagement du territoire



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Environnement, du Climat et
du Développement durable



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de la Digitalisation



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Économie



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère d'État

Service des médias et des communications



Fonds National de la
Recherche Luxembourg



LUXINNOVATION
TRUSTED PARTNER FOR BUSINESS



**SECURITY
MADEIN.LU**







**SOUTENIR LA
RECHERCHE**

Faire partie des meilleurs RTO européens est un des objectifs ambitieux du LIST. Pour atteindre ce positionnement international et réussir son expansion, l'institut a besoin de chercheurs talentueux, mais également de services de support efficaces et efficaces. La vision et la mission proposées par le nouveau Directeur général, Thomas Kallstenius, arrivé à la tête du LIST en 2019, impliquent le besoin de repenser certains services support de l'institut. Pour s'assurer de l'alignement des services de support aux besoins des départements RDI, le Comité de Direction a décidé de lancer plusieurs projets. Leur dynamique se veut transversale. Chacun de ces projets d'amélioration continue implique en effet *a minima* des spécialistes des services support et des représentants des départements de recherche, principaux bénéficiaires de ces avancées.



1

SOUTENIR LA RECHERCHE

VERS UN NOUVEAU SYSTÈME DE SUIVI ADMINISTRATIF ET FINANCIER

L'objectif principal du projet baptisé SAFIRE ¹, lancé en 2019, est d'assurer la génération de rapports administratifs et financiers fiables et pertinents dans un format convivial pour les utilisateurs finaux. Le projet regroupe 12 sous-projets « customer-oriented ». Ils se concentrent sur la préparation de tableaux de bord et de rapports dans Business Object (BO) afin de permettre aux utilisateurs de générer des rapports en fonction de leurs besoins. L'équipe travaillant sur le projet comprend des membres des unités Finance & Administration, des membres du Conseil de concertation et des utilisateurs finaux.

UNE GESTION DE PROJET EFFICIENTE ET EFFICACE

Le projet interne baptisé « List for NEw Research Administration » (LINERA) ² s'inscrit dans le cadre de la mise en place d'une gestion de projet plus efficace et plus efficace. L'objectif est d'harmoniser le mode de fonctionnement au sein du LIST en matière de gestion de projet et de clarifier les rôles et responsabilités de chacun des intervenants. LINERA compte deux phases.

La première va de l'idéation à la signature du projet et traite de la définition du processus. Elle a été initiée en 2019 et achevée mi-novembre. La seconde phase s'intéresse à l'exécution du projet, son archivage et au retour d'expérience. Après avoir pu compter sur l'analyse et l'expertise de PricewaterhouseCoopers, une équipe projet interne multidisciplinaire a été mise en place en fin d'année afin de mettre en œuvre une nouvelle procédure dûment documentée.



2

RISQUE ET CONFORMITÉ POUR PLUS DE SÉCURITÉ

Le cœur de l'activité d'un RTO se situe au sein de ses laboratoires. En plus de mettre tout en œuvre pour proposer une infrastructure de recherche répondant aux attentes de ses chercheurs, l'équipe « Infrastructure & Safety, Compliance and Quality » ³ a mené différents projets visant à offrir les meilleures conditions de sécurité possible au LIST. Une campagne d'analyse des risques et de la conformité a été menée. Ses résultats ont permis de définir 10 actions prioritaires, validées par le Comité Hygiène et Sécurité, ayant un impact sur la sécurité ou les infrastructures du LIST.

Dans le même objectif, le LIST a déployé le « Risk Process Assessment ». Il est destiné à garantir que toute nouvelle expérimentation à risques fait bien l'objet d'une analyse de risques, d'un processus formel d'évaluation des risques et d'une prise de décision.



Enfin, une campagne de communication interne baptisée « Objectif Zéro », comme zéro accident grave au LIST, a été lancée de mai à juillet pour sensibiliser l'ensemble des collègues à la sécurité.

UN LIST OÙ IL FAIT BON TRAVAILLER

En matière de ressources humaines ⁴, le LIST veut proposer un cadre de travail où il fait bon vivre. Avec l'arrivée d'une nouvelle direction, 2019 fut une année de transition. Elle a permis de mener les travaux préparatoires visant à mettre en œuvre deux grands objectifs dès 2020. Le premier est la création d'une équipe « Talent acquisition », chargée de repérer et d'attirer les meilleurs profils au LIST. Ses mots d'ordre, comme ceux de l'ensemble du service, sont : conseil RH, excellence opérationnelle, processus simples et efficaces.

Le deuxième objectif était de préparer une offre de formation et de développement sur base des besoins exprimés en 2019. Développée en collaboration avec la délégation du personnel, cette offre sera mise en œuvre en 2020. De quoi doter l'institut de nouveaux atouts qui feront de lui un endroit attrayant où il fait bon travailler !



DANS LE RESPECT DE LA PROTECTION DES DONNÉES

Le LIST a décidé d'accélérer la mise en conformité de ses activités en matière de protection des données personnelles en accord avec le « Règlement général sur la protection des données » (RGPD). Un projet interne a été initié par le Data Protection Officer, Caroline Roch ⁵, et le Directeur général. Il est mené en collaboration avec des collègues du département IT for Innovative Services apportant, en plus de leur expérience en gestion de projet, une expertise dans le domaine de la protection des données personnelles acquise dans le cadre de projets RDI.

Pour rappel, suite à l'entrée en vigueur du RGPD, le LIST est tenu de prendre les mesures appropriées pour s'assurer que les principes et exigences de ce règlement sont en place. Le rôle du Data Protection Officer est notamment d'informer et de conseiller le LIST et ses employés sur leurs obligations en matière de RGPD et de veiller au respect du règlement.





| LE LIST EN BREF

Au 31/12/2019

collaborateurs | **617****66 %**

hommes

**34 %**

femmes

**46**

nationalités

75 %chercheurs ou
spécialistes de
l'innovation

RESSOURCES HUMAINES

Pour l'ensemble de l'année 2019

80personnes
embauchées
en 2019**93**doctorants
accueillis au LIST
en 2019

SCIENCE ET TRANSFERT

**21**

licences payantes

230articles
scientifiques
dans revues
1^{er} quartile**1**

spin-off

100 | projets
compétitifs
nationaux



25 projets
compétitifs
européens

1

projet compétitif
international
(hors EU)

7,87 %

de revenus en
prestation de services

63 

projets collaboratifs
et assimilés

Σ 297 | 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.

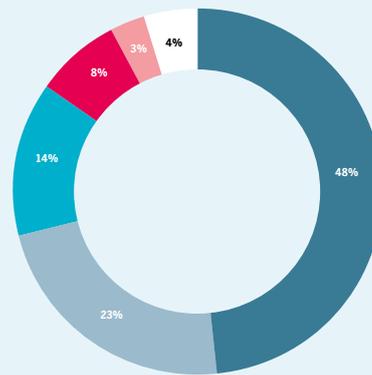
N.B. Depuis 2018, les projets FNR incluant des partenariats public-privé sont inclus dans les projets collaboratifs.

NOMBRE DE CONTRATS PAR PAYS

France	16
Belgique	9
Italie	7
Allemagne	6
Suisse	6
Royaume-Uni	5
Pays-Bas	4
Autriche	1
Bulgarie	1
Espagne	1
Norvège	1
Portugal	1
Roumanie	1
<hr/>	
États-Unis	4
Canada	2
Brésil	1

COLLABORATIONS INTERNATIONALES

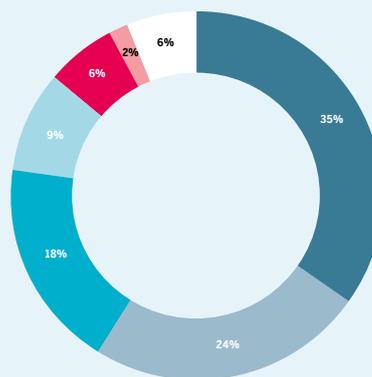
RÉPARTITION DES PARTENARIATS SIGNÉS EN 2019 PAR TYPE DE PARTENAIRE



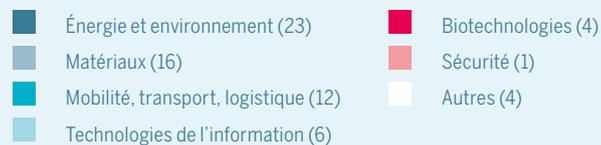
Type de partenaire



COUVERTURE SECTORIELLE DES PARTENARIATS SIGNÉS EN 2019



Secteur d'activité



Gabriel DA SILVA SERAPIAO LEAL

« Decision support for interoperability readiness in networked enterprises »,
Université de Nancy, 11/01/2019

Gabriele DE PIETRO

« Modelling and design of multi-stable composite structures »,
Politecnico di Torino, 08/03/2019

Yanchuan HUI

« Multi-scale Modelling and Design of Composite Structures »,
Politecnico di Torino, 11/03/2019

Shankari NADUPALLI

« Stress-Modulated Bulk Photovoltaic Effect in Polar Oxide Crystals »,
Université du Luxembourg, 27/03/2019

Carlos ESCORIHUELA SAYALERO

« Second-principles methods for large-scale simulations of realistic functional oxides »,
Université de Luxembourg, 29/04/2019

François LOYER

« Study of Nanosecond Pulsed Discharges for Plasma-Initiated Polymerization: Experimental Characterization and Theoretical Understanding of the Growth Mechanisms in the Deposition of Functional Polymer Thin Films »,
Université du Luxembourg, 18/07/2019

Urszula CZUBA

« Multifunctional titanium implant surfaces based on the attachment of natural biomolecules on catecholrich plasma methacrylic thin films »,
Université de Liège, 21/11/2019

Divya BALAKRISHNAN

« Acidity control in miniaturised volumes »,
Université de Twente, 29/11/2019

Serena ROLLO

« A new design of an electrochemical (bio)sensor: High aspect ratio Fin-FET »,
Université de Twente, 29/11/2019



CONSEIL D'ADMINISTRATION 2019



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)

OBSERVATEURS

Thomas Kallstenius¹

Directeur général

Fernand Reinig²

Directeur général a.i.

Stéphane Jacquemart

Président de la Délégation du personnel

COMMISSAIRES DU GOUVERNEMENT

Robert Kerger³

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

Gaston Schmit⁴

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

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

¹ à partir du 01.02.2019

² jusqu'au 31.01.2019

³ jusqu'au 31.01.2019

⁴ à partir du 01.02.2019

DIRECTION GÉNÉRALE



Dr Thomas Kallstenius¹
Directeur Général

RESSOURCES HUMAINES



Dr Fernand Reinig²
Directeur des Ressources Humaines



Kristel Williquet³
Directrice des Ressources Humaines

FINANCE & ADMINISTRATION



Laurent Cornou⁴
Directeur Administratif et Financier



Dr Aziz Zenasni⁵
Directeur des 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)

¹ à partir du 01.02.2019

² du 01.02 au 21.07.2019

³ à partir du 22.07.2019

⁴ à partir du 25.03.2019

⁵ jusqu'au 14.12.2019

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 2019

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 24 avril 2020.

Le rapport financier complet est disponible sur www.list.lu

	2019	2018
Actif immobilisé		
Immobilisations incorporelles	658.491,56	669.118,93
Concessions, brevets, licences, marques ainsi que droits et valeurs similaires	658.491,56	669.118,93
Immobilisations corporelles	23.636.202,55	22.047.154,84
Terrains et constructions	459.697,36	1.008.591,58
Installations techniques et machines	20.234.147,74	17.405.068,64
Autres installations, outillage et mobilier	1.223.056,31	1.324.468,13
Acomptes versés et immobilisations corporelles en cours	1.719.301,14	2.309.026,49
Immobilisations financières	460.938,20	770.103,92
Parts dans des entreprises liées	410.938,20	410.938,20
Créances sur des entreprises liées	-	359.165,72
Titres ayant le caractère d'immobilisations	50.000,00	-
Total de l'actif immobilisé	24.755.632,31	23.486.377,69
Actif circulant		
Stocks	374.088,69	284.592,32
Matières premières et consommables	374.088,69	284.592,32
Créances	23.317.420,05	22.884.152,60
Créances résultant de ventes et prestations de services	2.788.234,22	2.730.781,20
Autres Créances	20.529.185,83	20.153.371,40
Avoirs en banques, avoires en compte de chèques postaux, chèques et encaisse	72.483.196,58	65.758.027,08
Total de l'actif circulant	96.174.705,32	88.926.772,00
Comptes de régularisation	763.295,59	523.664,91
Total du bilan (actif)	121.693.633,22	112.936.814,60
	2019	2018
Capitaux propres	86.332.785,70	81.297.539,66
Dotations	37.518.673,70	33.497.399,82
Réserves	43.778.865,96	43.602.775,95
Résultat de l'exercice	5.035.246,04	4.197.363,89
Provisions	70.000,00	95.504,85
Autres provisions	70.000,00	95.504,85
Dettes	32.669.112,27	29.133.750,82
Acomptes reçus sur commandes pour autant qu'ils ne sont pas déduits des stocks de façon distincte	24.559.069,71	21.672.654,68
Dettes sur achats et prestations de services	2.638.665,67	2.015.043,88
Autres dettes	5.471.376,89	5.446.052,26
Dettes fiscales	1.199.096,82	1.815.239,52
Dettes au titre de la sécurité sociale	1.532.290,18	1.560.731,28
Autres dettes	2.739.989,89	2.070.081,46
Comptes de régularisation	2.621.735,25	2.410.019,27
Total du bilan (capitaux propres et passif)	121.693.633,22	112.936.814,60

COMPTE DE PROFITS ET PERTES POUR L'EXERCICE 2019

	2019	2018
Chiffre d'affaires net	8.492.157,53	7.087.108,90
Autres produits d'exploitation	65.485.112,93	60.673.954,70
Matières premières et consommables et autres charges externes	-15.192.309,30	-12.197.275,17
Matières premières et consommables	-5.371.156,65	-4.109.401,57
Autres charges externes	-9.821.152,65	-8.087.873,60
Frais de personnel	-46.659.340,76	-44.970.151,61
Salaires et traitements	-41.221.565,07	-39.662.630,41
Charges sociales	-5.371.221,07	-5.261.501,46
couvrant les pensions	-3.225.918,68	-3.114.948,76
autres charges sociales	-2.145.302,39	-2.146.552,70
Autres frais de personnel	-66.554,62	-46.019,74
Corrections de valeur	-5.666.324,78	-5.027.135,13
sur frais d'établissement et sur immobilisations corporelles et incorporelles	-5.402.861,78	-5.027.135,13
sur éléments de l'actif circulant	-263.463,00	-
Autres charges d'exploitation	-1.441.252,74	-1.385.839,17
Autres intérêts et autres produits financiers	21.938,43	22.353,17
provenant d'entreprises liées	-	-
autres intérêts et produits financiers	21.938,43	22.353,17
Corrections de valeur sur immobilisations financières et sur valeurs mobilières faisant partie de l'actif circulant	-	6.561,11
Intérêts et autres charges financières	-4.735,27	-12.212,91
concernant des entreprises liées	-	-
autres intérêts et charges financières	-4.735,27	-12.212,91
Résultat après impôts sur le résultat	5.035.246,04	4.197.363,89
Résultat de l'exercice	5.035.246,04	4.197.363,89

PROJETS RÉFÉRENCÉS :

- DAP FEDER : « Plateforme d'analyse des données », projet cofinancé par le Fonds Européen de Développement Régional
- PAsCAL : « Améliorer le comportement des conducteurs et l'acceptation par le public des véhicules connectés et autonomes », projet cofinancé par le programme Horizon 2020 de la Commission européenne
- CrossCult : « Permettre la réutilisation du patrimoine culturel numérique dans les recoupements de l'histoire européenne en tenant compte du contexte », projet cofinancé par le programme Horizon 2020 de la Commission européenne
- SWAM : « Systèmes intelligents de collecte des déchets », projet cofinancé par le Fonds National de la Recherche Luxembourg
- OCTogone : « Optimisation de la gestion des centres de tri des déchets pour Polygone », projet cofinancé par Polygone
- MODALES : « Modifier le comportement des conducteurs pour des émissions plus faibles », projet cofinancé par le programme Horizon 2020 de la Commission européenne
- 5G-MOBIX : « 5G pour la mobilité automatisée coopérative et connectée sur les axes transfrontaliers », projet cofinancé par le programme Horizon 2020 de la Commission européenne
- SECURE : « Energie des villes et régions intelligentes », projet cofinancé par la Fondation ENOVOS
- PUBLIMAPE : « L'information publique liée aux événements environnementaux », projet cofinancé par le Fonds National de la Recherche Luxembourg
- WAVE : « L'eau et la végétation dans un environnement en mutation », projet cofinancé par le Fonds National de la Recherche Luxembourg
- Clim4Vitis : « Atténuation de l'impact du changement climatique pour la viticulture européenne », projet cofinancé par le programme Horizon 2020 de la Commission européenne
- CLOMICS : « Caractérisation assistée par ordinateur et culture/enrichissement du candidat phylum Cloacimonetes – le contexte de la digestion anaérobie », projet cofinancé par le Fonds National de la Recherche Luxembourg
- AskREACH : « Activer les droits d'information des consommateurs sur les substances chimiques contenues dans les articles, en application de la directive européenne REACH, grâce à des outils informatiques », projet cofinancé par le programme LIFE de la Commission européenne
- Nature4Cities : « Solutions basées sur la nature pour renouveler les villes: plateforme de diffusion des connaissances et d'aide à la décision à travers de nouveaux modèles collaboratifs », projet cofinancé par le programme Horizon 2020 de la Commission européenne

- ElectroMed : « Peptidomique électrochimique à haut débit pour la médecine de précision de prochaine génération », projet cofinancé par le programme Horizon 2020 de la Commission européenne
- NBactspace : « Revêtements adaptables et non toxiques avec une activité antimicrobienne à large spectre pour l'intérieur des navettes spatiales », projet cofinancé par l'Agence Spatiale Européenne (ESA)
- CLEANH2 : « Ingénierie chimique de polymère de métalloporphyrines pour la production propre d'hydrogène », projet subventionné par le Conseil Européen de la Recherche (ERC)
- npSCOPE : « Un nouvel instrument pour la caractérisation physico-chimique des nanoparticules », projet cofinancé par le programme Horizon 2020 de la Commission européenne
- AFTB : « Vers des bâtiments en bois sans adhésif », projet cofinancé par le Fonds Européen de Développement Régional et le programme INTERREG North-West Europe de la Commission européenne
- FullComp : « Analyse, conception, fabrication et surveillance entièrement intégrées des structures composites », projet cofinancé par le programme Horizon 2020 de la Commission européenne
- COMPOSELECTOR : « Plateforme de sélection de matériaux composites à échelle multiple avec une intégration transparente des modèles de matériaux et un cadre de conception pluridisciplinaire », projet cofinancé par le programme Horizon 2020 de la Commission européenne

Nous vous invitons à découvrir tous ces projets, et bien d'autres encore, sur notre site Internet : 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, ESA, NASA, National University of Ireland Galway, Bund für Umwelt und Naturschutz (BUND), zeroK NanoTech

© LIST, Esch-sur-Alzette | Juin 2020

Suivez-nous sur les réseaux sociaux

<https://tinyurl.com/ybwfk783>

