

VECTEUR DE CHANGEMENT DANS UN MONDE EN MUTATION

RAPPORT ANNUEL 2020



LUXEMBOURG
INSTITUTE OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY





TABLE DES MATIÈRES

ÉDITORIAL	2
ENGAGÉ DANS LA LUTTE CONTRE LA COVID-19	4
LE LIST : UNE CONCEPTION DURABLE	10
NOTRE RECHERCHE	14
1. Garantir une transition énergétique et environnementale agile	16
2. Favoriser une bioéconomie circulaire	18
3. Assurer la résilience d'un monde en plein changement	20
4. Façonner la société intelligente de demain	22
5. Relever les défis d'une société digitale	24
6. Soutenir la conception de matériaux innovants et responsables	26
7. Les nanotechnologies et nanomatériaux : vecteurs d'une industrie digitale et durable	28
8. L'innovation pour des instruments, procédés et technologies de pointe	30
9. Réinventer les matériaux plastiques : polymères durables, biosourcés et haute-performance	32
10. Vers l'utilisation des ressources spatiales	34
NOTRE INFRASTRUCTURE DE RECHERCHE	36
Le Pilier cognitif : vers un jumeau numérique à l'échelle nationale	39
L'espace : une synergie interdépartementale forte	40
Expansion des plateformes matériaux pour des solutions semi-industrielles compétitives	40
Le GreenTech Innovation Centre : des produits et procédés préindustriels durables	42
Une nouvelle plateforme pour des données hydro-climatologiques nationales centralisées	43
NOS MODÈLES DE COLLABORATION	44
Le projet de collaboration	46
Le partenariat stratégique	46
La « spin-off » ou le « licensing »	47
Le programme stratégique	47
Le contrat de service	47
PARTAGER NOS CONNAISSANCES A LA SOCIÉTÉ ET AUX ENTREPRISES	47
SOUTENIR LA RECHERCHE	50
LE LIST EN BREF	54
Chiffres-clés	56
Thèses soutenues avec succès	59
Gouvernance	60
Bilan financier	62

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

VECTEUR DE CHANGEMENT DANS UN MONDE EN MUTATION

L'année dernière a été une période de bouleversements pour nous tous. La pandémie nous a obligés à passer à une « nouvelle normalité ». Nous avons appris à interagir, à vivre et à travailler différemment, et nous devons probablement continuer à le faire car il est peu probable que le monde de l'après Covid-19 redevienne celui que nous avons connu. La crise du coronavirus et ses conséquences économiques et sociales ont en effet contribué à l'accélération de nombreuses tendances qui façonneront la société au cours des prochaines décennies. C'est notamment le cas de la transformation digitale, avec l'accélération du rythme d'adoption de la télémédecine, du travail à distance, des événements virtuels, de l'enseignement en ligne et des paiements digitaux. La pénurie de biens essentiels et de matériaux bruts - des masques aux polymères - a également mis en évidence la faible résilience des chaînes d'approvisionnement mondiales, qui devront être reconfigurées pour garantir une capacité logistique et des capacités de fabrication plus solides. En plus de la crise sanitaire, l'année 2020 - la deuxième année la plus chaude jamais enregistrée - a également été marquée par des événements météorologiques extrêmes à travers le monde, nous rappelant l'urgence d'agir sur le changement climatique.

Dans ce contexte de perturbations, nos activités de recherche et d'innovation au LIST deviennent plus pertinentes que jamais. Au carrefour de l'informatique, des technologies environnementales, des technologies spatiales et des matériaux avancés, nous contribuons à créer des solutions innovantes pour relever les défis complexes auxquels sont confrontées les organisations publiques et privées au Luxembourg et au-delà, dans le but de créer une société digitalisée, résiliente et durable.

Bien que 2020 ait été une année exceptionnelle, le LIST n'a pas manqué de tenir sa promesse de travailler sur des projets qui bénéficient à la société et de devenir un accélérateur de changement global :

- Le LIST a contribué à la lutte contre la Covid-19 à travers huit projets mis en place en un temps record et menés au sein de la Task Force Nationale Covid-19 ou soutenus par le Fonds National de la Recherche. Parmi ceux-ci, l'initiative CORONASTEP, qui suit la présence du virus dans les eaux usées depuis le début de l'épidémie, et fournit ainsi des données essentielles au gouvernement pour prendre des décisions éclairées concernant la pandémie. Le mur de visualisation du LIST, un élément clé du jumeau numérique du Luxembourg, a également permis à nos décideurs politiques de se rendre compte des avantages de l'agrégation et du recouplement de données provenant de sources multiples pour la prise de décision.
- Au niveau institutionnel, le LIST s'est associé à l'Agence spatiale européenne (ESA) et à l'Agence spatiale luxembourgeoise (LSA) pour créer le European Space Resources Innovation Centre (ESRIC). Unique en son genre, ce nouveau département du LIST, dirigé par Mathias Link (Directeur par intérim), a pour objectif de devenir le centre d'expertise internationalement reconnu pour les aspects scientifiques, techniques, commerciaux et économiques liés à l'utilisation des ressources spatiales pour l'exploration humaine et robotique, ainsi que pour une future économie de l'espace.
- Pour soutenir les activités nationales autour de l'e-learning et créer une plateforme centralisée de services et d'innovation, le « Luxembourg Media and Digital Design Centre » (LMDDC) a été créé en tant que groupement d'intérêt économique (GIE) entre le LIST et le Gouvernement, représenté par le Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enfance et de la Jeunesse et le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche.



- En interne, six nouveaux projets innovants et exploratoires ont été sélectionnés dans la deuxième édition de notre programme InitialLIST. L'édition de cette année a introduit les critères de durabilité par la conception du LIST, soutenant ainsi l'engagement ferme du LIST à devenir un RTO durable.

Malgré des conditions de travail rendues parfois plus difficiles par la crise sanitaire, le LIST est resté fidèle à ses partenaires et a continué à remplir sa mission consistant à repousser les limites de la recherche pour une innovation à fort impact :

- La collaboration fructueuse du LIST avec Goodyear s'est intensifiée, avec l'ajout dans le pipeline de nouveaux projets sur la mobilité durable et les matériaux du futur.
- Grâce à un deuxième partenariat avec la société privée française 3D-Oxides pour développer des matériaux pour la production d'hydrogène, un nouveau laboratoire partagé a été inauguré.
- Les installations de recherche de notre Institut seront également partagées par le nouveau « Multifunctional Ferroc Materials », le premier groupe de recherche interinstitutionnel luxembourgeois jamais créé par un accord de coopération bilatérale avec l'Université du Luxembourg.
- Dans le cadre de leur partenariat incluant un laboratoire partagé, PM-International et le LIST ont organisé la deuxième édition du « LIST International Award in Bioinnovation » remporté par le Dr Ozan Ciftci, un leader mondial en chimie et ingénierie alimentaire.

L'augmentation du nombre de laboratoires partagés fait partie intégrante de la stratégie du LIST. Alors que notre expansion dans le bâtiment « Aile Nord Aile Sud » et la création du futur « Laboratoire des Ingénieurs » à Belval permettront de répondre à certains de nos besoins internes et de ceux de nos partenaires, le LIST continuera à étendre son empreinte à Hautcharage pour accueillir des lignes pilotes et des laboratoires plus importants. Une telle infrastructure permettra au LIST de mieux servir ses partenaires industriels en leur offrant la possibilité de tester ses technologies innovantes dans un environnement de production pré-commerciale.

L'excellence scientifique reste également au cœur des ambitions du LIST, comme en témoignent les chiffres suivants : 110 projets compétitifs nationaux, 37 projets compétitifs internationaux et 128 projets collaboratifs en cours en 2020, 132 publications scientifiques dans le top 10% de leur catégorie et 12 thèses soutenues avec succès.

Le présent rapport présente les résultats de cette année unique, notamment à travers une série de success stories qui mettent en lumière l'impact que nous avons et que nous continuerons à maintenir pour répondre aux défis globaux. Un impact que nous ne pourrions certainement pas avoir sans le talent, l'esprit de collaboration et l'engagement extraordinaire de notre personnel.



Jacques LANNERS
Président du Conseil d'administration



Dr Thomas KALLSTENIUS
Directeur général







**ENGAGÉ DANS
LA LUTTE CONTRE
LA COVID-19**

Notre mission : construire avec nos partenaires un Luxembourg résilient, durable et digital. A l'heure de la pandémie Covid-19, ces trois piliers s'avèrent indispensables pour repenser et bâtir le Luxembourg de demain : une industrie stratégique et locale, mais aussi globale, qui contribue à une économie solide.

Dans ce contexte particulier, l'excellence de nos scientifiques s'est particulièrement illustrée afin de fournir des conseils stratégiques pertinents pour soutenir le Gouvernement au cours de cette crise sanitaire. Ces avancées majeures n'auraient cependant pas pu voir le jour sans l'agilité et l'adaptabilité de l'ensemble des acteurs du LIST pour maintenir l'activité et assurer la sécurité de tous en un temps record.

L'UNION FAIT LA FORCE

L'apparition de ce nouveau coronavirus a fait naître une collaboration inédite des acteurs de la recherche scientifique. Coordonnés par la Task Force Covid-19 au sein de Research Luxembourg, et financés en grande partie par le Fonds National de la Recherche (FNR), plusieurs projets de recherche du LIST sont menés en vue de lutter contre cette pandémie : du suivi du SARS-CoV-2 dans les eaux usées à la détection d'une infection par ce virus grâce à l'analyse de la toux et de la voix.

UNE SYNERGIE FORTE ENTRE L'ENSEMBLE DES ACTEURS DU LIST

AGILITÉ ET RÉSILIENCE EXEMPLAIRES DU LIST

Face à l'inconnue d'un nouveau virus, la société s'est trouvée en suspens et nombreuses ont été les entreprises impactées. Dans ce contexte, le LIST a su tirer son épingle du jeu grâce à une gestion de crise efficace.

À la suite de l'annonce du premier confinement, moins de 48 heures ont été nécessaires pour assurer la connexion simultanée et à distance de l'ensemble de nos employés sur nos serveurs, ainsi que la mise en veille temporaire de nos laboratoires. Les activités essentielles ont pu être maintenues et les laboratoires de recherche rouverts au personnel prioritaire dès que la situation l'a permis.

Nous avons pris des mesures sanitaires allant au-delà de celles recommandées par le Gouvernement pour que chacun puisse se sentir et être en sécurité. Limitation des présences dans nos bâtiments, distanciation, désinfection, distribution de masques et gel : la stratégie payante a garanti un taux de contamination quasi nul au sein de nos bâtiments.

De l'infrastructure à l'informatique en passant par les ressources humaines, la sécurité, la communication et les départements R&D, les héros à l'origine de notre réussite sont multiples. Le LIST a ainsi organisé la livraison à domicile de matériel de travail, déployé de manière anticipative de nouveaux outils de communication ou encore mis à disposition de tous ses employés une plateforme de formation en ligne. Afin de garantir une bonne information de l'ensemble de nos équipes, nous avons développé une nouvelle section dédiée à la crise sur le site intranet du LIST et organisé dès mars 2020 une série de webinaires internes introduits par notre CEO, Thomas Kallstenius, un moyen efficace pour garder le lien et informer tout un chacun des évolutions de la pandémie.





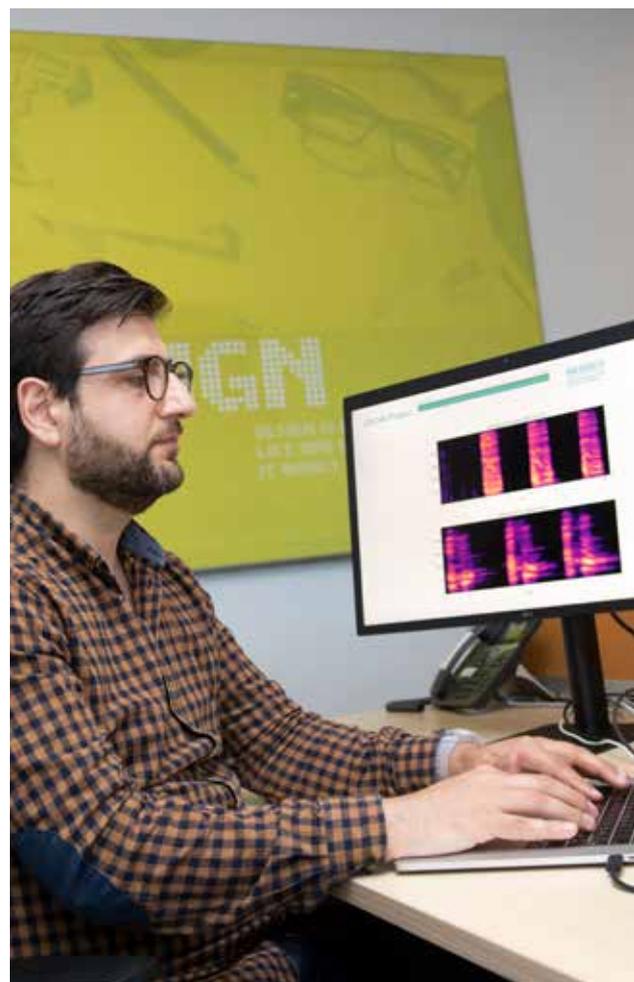
TRAQUER LE VIRUS DANS LES EAUX USÉES DU LUXEMBOURG

À travers le projet de recherche CORONASTEP, cinq microbiologistes dévoués travaillent sans relâche pour fournir une vue détaillée de l'évolution de la Covid-19 au Grand-Duché en traquant la présence de ce nouveau coronavirus dans les eaux usées. Complémentaire aux diagnostics cliniques effectués par nos partenaires, notre méthodologie dotée d'une grande sensibilité et fiabilité est capable de visualiser où, quand, et en quelle concentration le SARS-CoV-2 est présent au Luxembourg. Cela a notamment permis de retracer l'arrivée du virus dans le pays, tout comme de traquer les foyers d'infection en temps quasi-réel. Ces résultats fournissent des informations précoces (environ 24 à 48h) sur l'évolution de la circulation du virus à travers le pays. Un intérêt sanitaire remarqué et salué par le Gouvernement, qui s'appuie sur les rapports bi-hebdomadaires du LIST pour une gestion et prise de décision agiles depuis le début de la pandémie. Face à l'inconnue de ce coronavirus, les membres de l'équipe CORONASTEP jouent aussi un grand rôle d'information et de sensibilisation auprès des médias et de la population luxembourgeoise en donnant non seulement libre accès à leurs résultats et aux coulisses de leurs recherches, mais aussi en répondant au plus grand nombre de questions.

VERS UNE DÉTECTION DE LA COVID-19 À DISTANCE ET PRÉCOCE

Les problèmes respiratoires causés par la Covid-19 peuvent rendre la voix des patients distinctive. Face à ce constat, des chercheurs du LIST développent un système intelligent capable d'identifier une infection par ce virus grâce à la signature vocale des patients. Cette approche innovante pourrait limiter les dangers d'une exposition physique, mais aussi aider le corps médical à gérer les centres d'appels saturés en période de pandémie.

Un autre projet initié au LIST tend à développer une technologie capable de détecter l'infection à un stade précoce. L'objectif de cette équipe de recherche, utilisant des approches optiques et électrochimiques, est de fournir un appareil de diagnostic fiable, facile et rapide d'utilisation pour une meilleure gestion des soins de santé et un meilleur résultat clinique.



« Notre partenariat avec le LIST a été LE facteur clé qui nous a permis de développer un revêtement virucide pour les masques faciaux en un temps record. Grâce au travail exceptionnel du LIST, qui a développé un protocole de test robuste et effectué des milliers de tests de validation, nous sommes passés de l'idée à un produit certifié CE en moins de 12 mois. »

Marc Jacobs,
co-fondateur et Directeur général de la
société Molecular Plasma Group (MPG).



DÉCONTAMINER LES MASQUES

Le LIST et Molecular Plasma Group (MPG) font équipe pour trouver une méthode, basée sur l'utilisation des plasmas, permettant de décontaminer les masques et équipements de protection individuels usagés, en vue de les réutiliser. Fin 2020, MPG a obtenu un financement substantiel du Ministère de l'Économie pour continuer l'optimisation de la fonctionnalisation des masques avec le LIST au cours de l'année 2021. Ces travaux innovants permettront la production de masques « Made in Luxembourg » avec une haute efficacité virucide.

FAIRE LE TRI DANS LES DONNÉES DE LA PANDÉMIE

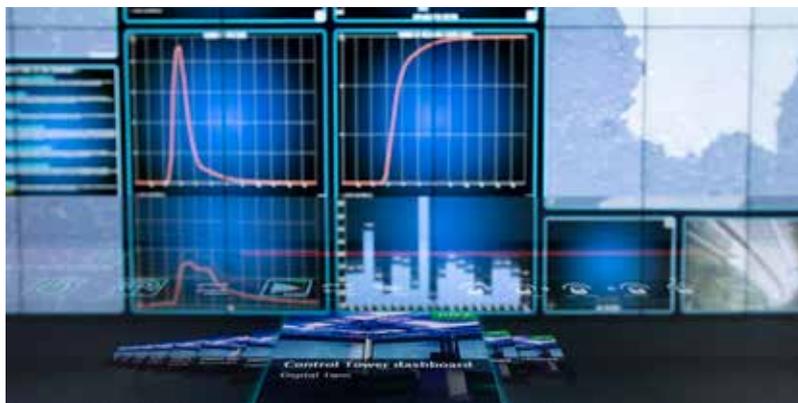
La recherche poursuit aujourd'hui un objectif commun : endiguer la pandémie. Chercheurs, corps médical et décideurs politiques ne pourront cependant y parvenir qu'en ayant facilement et rapidement accès aux milliers de travaux scientifiques. Nos chercheurs adaptent et mettent à disposition de tous leur logiciel de visualisation, recherche de données et informations, « Papyrus ».

En parallèle, l'Institut transforme en graphiques compréhensibles les milliers de données, concepts et terminologies jusqu'alors décrits sur la Covid-19. Un moyen essentiel pour correctement appréhender notre savoir sur ce nouveau coronavirus et obtenir un instantané de l'évolution de la connaissance sur le sujet à travers le temps.



VISUALISER POUR MIEUX PRÉVENIR : LE TABLEAU DE BORD TRANSVERSAL

Afin de soutenir les preneurs de décision dans des situations de crises telles que la Covid-19, le LIST a mis en place un tableau de bord multifonctionnel (Cross-Functional Dashboard). Ce dernier offre une vue synthétique mais néanmoins la plus complète possible de la situation en cours et permet de visualiser les impacts de différents scénarios. Cette technologie de pointe, associant notre mur de visualisation (VisWall) à des tableaux interactifs, soutient également les scientifiques pour affiner leurs modèles, valider les hypothèses sous-jacentes et évaluer la qualité des données qu'ils utilisent.



ASSURER LOGISTIQUE ET APPROVISIONNEMENT EN TEMPS DE CRISE

Afin de limiter les perturbations des chaînes d'approvisionnement et de la logistique au cours de la pandémie, un prototype de tour de contrôle a été développé pour faciliter la prise de décision. En partenariat avec le Luxembourg Centre for Logistics and Supply Chain Management (LCL) et INCERT, ce prototype se compose d'une méthode d'évaluation de la résilience de la chaîne d'approvisionnement, d'un tableau de bord interactif présenté dans un environnement immersif, d'un simulateur pour évaluer l'impact de différents scénarios sur la gestion des stocks, et d'une application mobile qui permet d'être alerté rapidement et d'avoir accès aux données clés en continu. Avec le soutien de Santé Services, filiale de la Fondation Hôpitaux Robert Schuman, une application pour la chaîne d'approvisionnement en soins de santé a été développée. Par la suite, la tour de contrôle proposera des fonctionnalités plus avancées et veillera à la sécurité de l'information tout en garantissant visibilité et transparence.

Le groupe de travail Supply Chains and Logistics de la TaskForce Covid-19 analyse également l'impact de la pandémie et les risques potentiels pour les chaînes d'approvisionnement afin de fournir des conseils en fonction du produit. L'équipe s'intéresse aussi aux différents facteurs de risque et donne des recommandations au Gouvernement, ainsi qu'aux opérateurs privés, afin qu'ils puissent accroître leur résilience.



DES OUTILS D'AIDE À LA PRISE DE DÉCISION

Pour endiguer une crise telle que celle de la Covid-19, il est indispensable de pouvoir détecter et cartographier l'évolution du virus dans l'espace et le temps. C'est précisément l'objectif du LIST à travers le développement d'une plateforme web et d'outils d'aide à la prise de décision. L'idée de cette plateforme est similaire à celle de la cartographie des rues, mais au lieu de cartographier les services locaux, elle affichera et localisera les infections virales.

Pour soutenir une relance de l'activité économique au Luxembourg tout en minimisant le risque de nouvelles pandémies, nos chercheurs mettent à profit leur expertise pour contribuer à la création de scénarios prédictifs dans le cadre d'un projet avec l'Université du Luxembourg. Cette approche technologique hybride innovante permettra aux décideurs politiques de prévoir ce qu'il pourrait advenir en fonction des mesures de déconfinement choisies.





**LE LIST :
UNE CONCEPTION
DURABLE**

Au cœur de nos valeurs, la durabilité est pour nous plus qu'une approche. Elle est un état d'esprit à adopter et insuffler dans chacune de nos actions, tant personnelles que professionnelles. Notre conviction : nous pouvons et devons tous être vecteurs de changement pour une société comme pour une économie respectueuses de l'environnement et de nos générations futures.

ACTEUR D'UNE SOCIÉTÉ RESPECTUEUSE DE L'ENVIRONNEMENT

ÊTRE UN EXEMPLE DE DURABILITÉ

Changement climatique, perte de la biodiversité, exploitation des ressources non renouvelables, croissance des inégalités : nul doute n'existe au sein de la communauté scientifique quant à l'urgence d'agir. Nous nous engageons à donner l'exemple tant dans nos activités de recherche que dans notre mode de fonctionnement quotidien. Initiée en 2019 à travers la création du groupe de travail «Sustainability», nous avons achevé cette année une évaluation approfondie de notre empreinte carbone selon le standard international du « Greenhouse Gas Protocol ». Des impacts de nos bâtiments, à ceux de nos achats, de notre consommation ou encore habitudes de mobilité, nous avons analysé l'impact de chacune de nos opérations.

Cette première étape a déjà permis de soumettre plusieurs recommandations, dont certaines seront mises en œuvre dès 2021. Nous améliorerons par exemple la capacité de contrôle de notre consommation électrique et utiliserons une énergie verte certifiée. Dans une démarche d'amélioration continue, le LIST s'engage à suivre ces initiatives et leurs performances chaque année. Une démarche volontaire qui nous semble indispensable pour apporter notre pierre à l'édifice et montrer la voie vers une société durable.



UNE APPROCHE DÈS LA CONCEPTION

En adoptant « Sustainable by Design » comme valeur du LIST, nous reconnaissons l'importance de prendre en compte l'ensemble du cycle de vie d'un produit ou service pour garantir une véritable approche durable. Pour éviter tout biais ou effet indirect pernicieux, nous devons prendre en considération les phases de conception, de production, d'utilisation et de fin de vie de tout objet, y compris des nouvelles technologies. C'est pourquoi nous avons intégré l'identification des impacts positifs et négatifs des technologies futures lors de notre dernier appel à projets de recherche interne, nommé InitialIST. L'utilisation réduite de matières premières et une utilisation accrue de matériaux recyclés ou recyclables, biologiques ou biodégradables, font partie des critères environnementaux évalués par nos chercheurs lors de la définition des projets.

Enfin, nos activités de recherche avec et pour nos partenaires sont, elles aussi, guidées par notre volonté de réduire l'empreinte environnementale de notre société et de promouvoir une économie circulaire tout en évitant tout risque de « greenwashing ». Afin d'opérationnaliser une conception durable et une quantification des impacts, nous avons en effet mis à profit notre expertise pour développer un nouveau cadre méthodologique. Que ce soit en environnement, matériaux ou informatique, nos projets ont pour ambition de développer de nouveaux produits, services, technologies et procédés plus durables et responsables.







| **NOTRE RECHERCHE**

« Nos recherches adoptent une vision plus large d'un problème en réalisant des évaluations sectorielles ou du cycle de vie, et nos projets portent sur la mise en pratique de ces résultats. Nous avons besoin de ce type de recherche - axée sur une vue d'ensemble et une mise en œuvre rapide - étant donné que la fenêtre qui nous est offerte pour enrayer le changement climatique et préserver la biodiversité se referme. »

Claudia Hitaj,
chercheuse en Analyse du Cycle de Vie (ACV)
environnemental



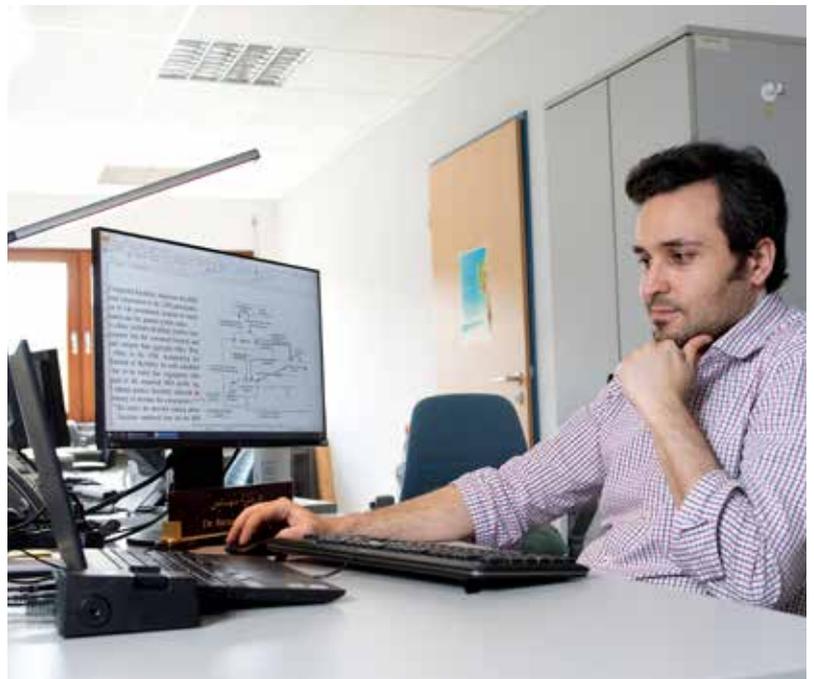
1. GARANTIR UNE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ET ENVIRONNEMENTALE AGILE

En vue de contribuer activement à la transition environnementale et énergétique, nous adoptons une approche multidisciplinaire pour assurer la durabilité de nos sociétés. Nous souhaitons être vecteur d'impact en axant nos recherches sur le développement d'indicateurs environnementaux et sociaux, l'évaluation de la qualité de l'air et de la toxicité de substances, mais aussi la création de solutions innovantes pour une construction durable et une utilisation agile des énergies renouvelables. Au-delà d'un soutien à l'élaboration de politiques environnementales éclairées, nous nous efforçons d'accompagner les entreprises de tout secteur dans leurs initiatives, et de sensibiliser le grand-public aux enjeux environnementaux des prochaines décennies.

— Success story #1 —

VERS UN RÉSEAU DE DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE INTELLIGENT ET FLEXIBLE

En décembre, deux projets du LIST ont retenu l'attention de la Commission européenne pour relever les défis techniques, économiques et environnementaux de l'énergie des prochaines décennies : de la mise en œuvre de réseaux intelligents à l'intégration des énergies renouvelables. À travers un nouveau projet européen, le LIST mettra à profit sa forte expertise en systèmes énergétiques pour développer et opérationnaliser une plateforme sécurisée à destination des opérateurs de transport et distribution de l'énergie. Acteurs clefs de la transition énergétique, ils pourront ainsi opérer, maintenir et planifier ensemble les réseaux d'énergie de demain. Aux côtés de ses partenaires européens, l'Institut a également l'ambition d'assurer une réponse agile des petits et moyens gestionnaires de réseaux de distribution devant une demande en pleine expansion. Dans le cadre de ce second projet, les opérateurs disposeront d'un système réseau électrique capable de faire face à la volatilité des énergies renouvelables, et ce, grâce à la flexibilité et à l'optimisation des anciens systèmes avec des technologies intelligentes.





Success story #2

DIMINUER L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES BÂTIMENTS ET DES QUARTIERS

Les villes sont responsables de 75 % de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre dans le monde, dont plus de 40 % sont attribués aux bâtiments. Engagés pour une société responsable, le LIST et l'Université de Cardiff (Royaume-Uni) veulent diminuer et contrôler positivement l'impact des bâtiments sur l'environnement grâce à une nouvelle génération de méthodes et outils d'analyses. Leur hypothèse : l'évaluation du cycle de vie, étayée par la sémantique et éclairée par des données dynamiques, ouvre la voie à une évaluation plus précise, tout en soutenant la prise de décision et le contrôle actif des bâtiments ainsi que des quartiers. Débutée en juin et cofinancée par le Fonds National de la Recherche (FNR, Luxembourg) et le UK Research and Innovation (UKRI, Royaume-Uni), cette recherche a aussi pour but de concevoir des actions correctives en s'appuyant sur des données en temps réel issues de l'internet des objets et de l'intelligence artificielle.

Success story #3

UN CADRE EUROPÉEN POUR L'ESSOR DES NANO-PHARMACEUTIQUES

Les produits nano-pharmaceutiques ont le potentiel de favoriser l'essor scientifique et technologique, offrant de grands avantages cliniques et socio-économiques à la société, à l'industrie, aux principales parties prenantes et aux patients. Par définition, ces médicaments utilisent la nanotechnologie sous une forme ou une autre, pour l'optimisation de l'adsorption et distribution d'un médicament par exemple. L'établissement de bonnes pratiques de fabrication (BPF) pour leur production à grande échelle est une étape clé pour un transfert efficace, sûr et responsable sur le marché. Cependant, en raison du manque de ressources pour mettre en œuvre ces BPF, la mise à l'échelle et la production de ces produits innovants restent un défi pour les principaux acteurs du marché européen de la nano-médecine. Financé à hauteur de 11,1 millions d'euros en 2020 par la Commission européenne à travers son programme H2020, le projet PHOENIX, coordonné par le LIST, rassemble un consortium de 11 partenaires universitaires et industriels. Son objectif : créer un banc d'essai d'innovation ouverte pour les produits nano-pharmaceutiques afin d'établir des BPF qui garantissent un transfert industriel.



« Pour assurer la durabilité des ressources primaires, nous devons convertir la biomasse lignocellulosique, largement disponible et encore sous-utilisée, en produits chimiques et biocarburants de valeur. Nos études nous ont permis d'identifier de nombreux microbes et enzymes présentant un intérêt industriel potentiel. Maintenant, nous devons transférer ces connaissances dans une application réelle. »

Magdalena Calusinska,
chercheuse en ingénierie des systèmes
et des bioprocédés



2. FAVORISER UNE BIOÉCONOMIE CIRCULAIRE

Au LIST, nous puisons notre inspiration dans l'ingéniosité de la nature et du monde du vivant. Nous transférons sur le marché des solutions innovantes qui favorisent une bioéconomie circulaire tenant compte des impacts directs comme indirects d'un produit tout au long de son cycle de vie. Grâce à l'analyse et l'évaluation du potentiel d'innovation de la biodiversité végétale comme microbienne, nous concevons des substances et cultivons des communautés microbiennes pour des applications prometteuses dans des secteurs tels que l'énergie, la cosmétique, l'industrie et l'agriculture. Issus de la biologie synthétique, la bio-informatique et le génie génétique sont deux de nos approches phares.

Nos processus de production biotechnologique sont développés, optimisés et mis à l'échelle grâce à des infrastructures de pointe et à des compétences en biologie moléculaire, ingénierie, bioprocédés et bio-informatique. Parallèlement, nous utilisons notre expertise en microbiologie environnementale pour développer des outils de diagnostic rapide de pathogènes émergents, ou encore valider des technologies de décontamination et agents de nettoyage.

— Success story #1 —

UN PROCÉDÉ BIOLOGIQUE INNOVANT CAPABLE DE PRODUIRE DU BIOMÉTHANE

Par l'intermédiaire de la digestion anaérobie, diverses communautés microbiennes rendent possible la production de bioénergie et d'engrais naturels à partir de déchets organiques. Illustration d'une économie circulaire, ce processus pourrait également jouer un rôle clef dans le portefeuille énergétique du Luxembourg et de la Grande-Région. Au LIST, nous développons une technologie capable d'augmenter la production et la qualité du biométhane, tout en valorisant le surplus d'électricité renouvelable qui résulte d'un déséquilibre entre sa production et sa demande. Cette technologie en deux étapes fait appel à un procédé biologique innovant capable de produire du biométhane à partir d'hydrogène – produit par électrolyse de l'eau en utilisant l'excédent d'électricité renouvelable – et de dioxyde de carbone produit par les communautés microbiennes qui se développent naturellement dans les digesteurs anaérobies. En 2020, ces recherches ont conduit à la finalisation d'un prototype mobile à l'échelle pilote constitué de deux bioréacteurs de 800 litres. Intégré dans un conteneur maritime, il sera un outil précieux pour évaluer la technologie de méthanisation dans des unités de digestion anaérobie à l'échelle réelle.





— Success story #2 —

VERS UNE PRODUCTION INDUSTRIELLE ET DURABLE DE MOLÉCULES VÉGÉTALES

Les plantes sont des sources précieuses de composés bioactifs. Au cours de la dernière décennie, le LIST s'est intéressé aux triterpènes, des molécules naturellement présentes dans la pomme qui présentent un fort intérêt pour des applications cosmétiques. Engagés pour une utilisation responsable et durable des ressources naturelles, l'Institut a fait usage de son expertise en métabolomique, transcriptomique et génomique fonctionnelle afin de développer plusieurs lignées de suspension cellulaire de pomme pour une production industrielle de ces composés. En 2020, l'analyse de marché réalisée a permis une mise en contact prometteuse avec des acteurs clés du secteur des cosmétiques. En 2021, le LIST devrait franchir une nouvelle étape pour la production d'ingrédients cosmétiques à l'aide de cultures cellulaires végétales. L'équipe dirigera en effet la mise à l'échelle d'un processus de production biotechnologique dans le cadre d'un projet H2020 récemment acquis.

— Success story #3 —

DES PROBIOTIQUES POUR DES PRODUITS DE NETTOYAGE NATURELS

Les probiotiques sont des agents microbiens qui présentent des effets bénéfiques sur la santé lorsqu'ils sont ingérés ou appliqués sur la peau. Ils combattent l'installation de microbes pathogènes au moyen de différents mécanismes écologiques, comme la compétition pour les ressources ou la production de composés antimicrobiens. Le projet, en collaboration avec la société Probiotic Group Luxembourg, innove en appliquant ce même principe dans l'environnement. Un défi de taille en raison d'une connaissance bien moindre des communautés microbiennes présentes dans un environnement construit (maisons, hôpitaux, restaurants, etc.) que de celles du microbiome intestinal ou cutané humain. A partir de surfaces diverses allant de tables de cuisine aux lavabos des salles de bain, le LIST, en collaboration avec l'Université du Luxembourg, a réussi à isoler plus de 50 bactéries présentant plusieurs caractéristiques recherchées des probiotiques. En les caractérisant, l'Institut vérifie leur capacité à être produites en masse afin d'être incorporées dans des produits détergents, et ainsi remplacer l'usage de produits chimiques agressifs ou nocifs pour l'environnement et notre santé. L'objectif est de pouvoir étendre dès que possible la gamme de produits naturels de nettoyage domestique.



3. ASSURER LA RÉSILIENCE D'UN MONDE EN PLEIN CHANGEMENT

« Depuis de nombreuses années, nous explorons comment utiliser les données satellitaires, et ainsi définir et mettre en œuvre des algorithmes automatiques innovants pour des applications de surveillance des inondations. Grâce au développement de l'infrastructure satellitaire, nous nous sommes rapprochés d'un système opérationnel de surveillance des inondations par satellite à l'échelle mondiale, qui fait aujourd'hui partie intégrante de la spin-off WASDI. »

Ramona Pelich,
chercheuse en détection et modélisation
environnementales

Face au changement climatique, nous souhaitons favoriser la prise de conscience et aider tout un chacun à devenir acteur de changement en améliorant notre compréhension des écosystèmes et de leurs réponses face à des pressions nouvelles. L'eau voit son cycle radicalement changer avec une distribution mondiale bouleversée et une intensification des événements climatiques extrêmes. En dépit d'une communauté scientifique mobilisée, les récentes avancées témoignent de la difficulté de prévision et prédiction de la réponse de nos systèmes environnementaux au changement global. Afin de réduire ces incertitudes, nous repoussons les frontières de la recherche pour développer des technologies de surveillance à une résolution spatiale et temporelle sans précédent, mais aussi aider à une compréhension et utilisation optimale de ces données en vue d'assurer la résilience de nos agro-, éco- et hydrosystèmes.

Success story #1

SURVEILLER LES CATASTROPHES NATURELLES EN TEMPS QUASI-RÉEL

Le 23 décembre 2020, le LIST a signé l'accord scellant la création d'une nouvelle spin-off nommée WASDI, pour « Web Advanced Space Developer Interface ». Elle transfère sur le marché la technologie HASARD® développée et brevetée au LIST. À partir de données satellitaires, cet outil sans précédent permet de générer des cartes d'inondations à l'échelle mondiale. Il a notamment prouvé son utilité lors d'inondations liées à un cyclone au Mozambique en mars 2019 ou en Birmanie en mai 2019. Si les cartes générées ont attiré l'attention des agences spatiales luxembourgeoise et européenne, elles ont également été utilisées à travers le programme de la NASA sur les catastrophes en sciences de la Terre, le World Food Programme des Nations Unies et par différents membres du Global Flood Partnership. À partir de cette technologie, le consortium de WASDI, composé de la société italienne FadeOut, de RSS Hydro et du LIST, va développer et mettre à disposition un plus grand nombre d'applications, telles que la cartographie des feux de forêt, la surveillance des mouvements des navires et la cartographie des changements urbains.





Success story #2

PERCER LES MYSTÈRES DU CYCLE DE L'EAU

Ressource indispensable pour l'environnement et tout être-vivant, l'eau parcourt des chemins souvent méconnus qui peuvent accélérer comme ralentir son avancée. Le changement climatique menaçant de plus en plus son avenir, suivre une goutte d'eau de pluie depuis son impact sur le sol jusqu'à son arrivée dans un cours d'eau est primordial pour évaluer et contribuer à la résilience de nos ressources en eau dans les décennies à venir. Forts de leur expérience en hydrologie et hydrogéologie, les chercheurs du LIST ont vu leurs efforts menés depuis plusieurs décennies sur ce sujet récompensés lors des « FNR Awards 2020 » par l'attribution du prix « Outstanding Scientific Publication ». Cette distinction constitue une reconnaissance nationale de leurs travaux publiés en 2017. Avec plus de 10 ans de suivi sur la circulation de l'eau dans les bassins versants du Grand-Duché et de nombreuses collaborations internationales, les chercheurs ont pu démontrer pour la première fois le rôle prépondérant du type de roches sur l'âge de l'eau et sa capacité de stockage. Plus une roche va être perméable ou imperméable, plus cela va respectivement retarder ou accélérer la réapparition de l'eau. Il peut s'agir de jours, mois, années voire de plusieurs décennies.

Success story #3

PRÉDIRE L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR L'AGRICULTURE

Les travaux de longue date du LIST liés au changement climatique ont pris un nouvel élan en 2020, avec des projets acquis dans le cadre de programmes de financement compétitifs nationaux et internationaux. Financée par le FNR, une étude s'intéresse au contrôle des caractéristiques hydrauliques des plantes afin de diminuer l'incertitude de la prévision de la sécheresse sur le continent européen sous différentes conditions climatiques. En parallèle, l'Institut étudie l'exacerbation potentielle des parasites et maladies des plantes dans le cadre du changement climatique à travers un nouveau projet européen. Les chercheurs visent à mieux comprendre les interactions entre les vecteurs végétaux et les virus en tenant compte de projections numériques du changement climatique cohérentes sur le plan physique et régional. Des solutions seront proposées, notamment des vaccins végétaux et des biopesticides contre les vecteurs de virus, ainsi que des stratégies de lutte intégrée contre les parasites. Dans le même ordre d'idées, un projet financé par le Ministère de l'Environnement, du Climat et du Développement Durable (MECDD) fournira des projections climatiques sur mesure pour le Luxembourg et la Grande Région - ouvrant la voie à de futurs projets de collaboration dans le domaine de la recherche fondamentale et appliquée liée au climat, ainsi qu'aux activités de soutien politique de l'Institut.



« Les tablettes et les écrans muraux interactifs peuvent nous aider à relever les défis complexes du monde du XXI^{ème} siècle. Ils facilitent et soutiennent la collaboration, et permettent de présenter de grandes quantités de données. Les décideurs peuvent visualiser et travailler ensemble sur des tâches complexes, en suivant les actions, les réactions et les intentions de chacun. »

Valérie Maquil,
chercheuse en interactions Homme-Machine



4. FAÇONNER LA SOCIÉTÉ INTELLIGENTE DE DEMAIN

Au LIST, nous exploitons le potentiel des données pour dessiner les contours de la société de demain : un environnement intelligent où les interactions entre humains, technologies et données s'entremêlent. Nous nous efforçons ainsi d'améliorer la performance, la résolution de problèmes et la prise de décision dans ces systèmes connus sous le nom de CPS-S (de l'anglais : Cyber-Physical-Social Systems).

En vue d'assurer une utilisation éthique et responsable des sciences des données, nous modélisons, concevons, implémentons et évaluons de nouvelles technologies informatiques, comme l'intelligence artificielle, tout en prenant en compte les capacités humaines. De ce point de vue, nos travaux se concentrent plus particulièrement dans le domaine des interactions Homme-machine basées sur la visualisation, les systèmes collaboratifs et la réalité augmentée.

— Success story #1 —

DE LA RECHERCHE AU MARCHÉ, L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE SOUS LES PROJECTEURS

De la médecine à la finance en passant par la justice, les terminologies utilisées pour décrire un concept, une donnée, ou leurs relations, sont multiples entre entités et pays, et appelées à s'adapter au gré de l'évolution de nos connaissances. Pour apporter une solution agile aux parties prenantes, 10 ans de recherche en intelligence artificielle (IA) symbolique portant sur la gestion de la dynamique de l'évolution des connaissances ont abouti cette année. Une nouvelle spin-off de l'Institut, dénommée DYNACCURATE devrait ainsi voir le jour en 2021. Issue de projets fructueux financés par le FNR, cette spin-off illustre la transformation de notre savoir sur l'évolution des graphes de connaissances et de son impact sur les alignements, ainsi qu'annotations sémantiques associées, en solutions innovantes sur le marché. Les travaux menés ont en effet d'ores et déjà démontré leur potentiel d'application pour le secteur de la santé luxembourgeois.





— Success story #2 —

LA RÉALITÉ AUGMENTÉE COMME OUTIL DE FORMATION

Depuis 2015, le LIST est un acteur majeur dans l'utilisation de la réalité augmentée pour des besoins de formation. Des forces de l'ordre au corps médical, cette technologie immersive alloue une formation plus rapide, plus simple et plus sûre à la gestion d'événements particuliers. À ce titre, le système STARRI développé par le LIST pour la formation aux incidents radiologiques - de nature terroriste ou accidentelle - est en phase de commercialisation. Un transfert sur le marché de ce système est prévu au cours de 2021 et permettra notamment aux intervenants comme opérateurs de visualiser les radiations inhérentes à ce type d'incidents. D'autres projets de recherche nationaux et internationaux compétitifs sont menés par le LIST pour développer des solutions innovantes basées sur la réalité augmentée.

— Success story #3 —

OPTIMISER LES PROCESSUS DE PRODUCTION D'ARCELOR MITTAL

Ces dernières années, le LIST s'est imposé comme un partenaire de confiance dans l'industrie 4.0. Dans un projet en collaboration avec ArcelorMittal, l'Institut a développé des techniques de pointe basées sur l'IA pour extraire les connaissances pertinentes à partir de données complexes. Ces techniques comprennent, par exemple, des méthodes de réduction de dimension non linéaire ou d'analyse exploratoire avancée. L'outil logiciel innovant mis au point a permis de pleinement tirer parti du potentiel des données collectées, en aidant notre partenaire à optimiser ses produits, mais aussi en fournissant une compréhension analytique plus pertinente des processus de production. Ce projet illustre l'engagement du LIST envers ses partenaires pour les accompagner dans leur transformation digitale à travers un portefeuille d'activités et de solutions avancées sur le thème de l'industrie 4.0, et plus particulièrement la thématique de l'« IA Explicable » (de l'anglais : Explainable AI).



« Dans l'économie digitale, la 5G joue le rôle d'une infrastructure de communication, mais aussi celui d'un catalyseur pour les services émergents comme la mobilité et les véhicules autonomes. Cela nous pousse à nous concentrer sur les problèmes de sécurité et les nouvelles solutions pour les réseaux centraux de la 5G et les technologies affiliées telles que l'IoT. En collaborant avec des partenaires industriels et des collègues du LIST, nos efforts aboutiront à des technologies fiables et contribueront à la construction d'une société résiliente.

Qiang Tang,
chercheur en sécurité 5G et IoT



5. RELEVER LES DÉFIS D'UNE SOCIÉTÉ DIGITALE

Face à un monde de plus en plus interconnecté, de nouveaux défis se dressent pour assurer des systèmes de services fiables et qualitatifs prenant en compte l'ensemble des parties prenantes. Au LIST, nous voulons garantir une transition digitale sûre et optimale. C'est pourquoi nos activités de recherche et innovation se concentrent non seulement sur la mobilité et la logistique de demain, mais aussi sur la conformité, la sécurité, les infrastructures essentielles, et les services informatiques à forte intensité de données.



Success story #1

UNE NOUVELLE PLATEFORME DE RÉGULATION POUR LES OPÉRATEURS DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

En juillet 2020, l'Institut Luxembourgeois de Régulation (ILR) a inauguré la nouvelle plateforme d'analyse de risques SERIMA, signifiant « SEcurity RiSk MAnagement ». Conçue par le LIST ainsi que l'ILR et développée par Westpole Luxembourg SA, cette plateforme permet aux opérateurs de procéder à une analyse pour évaluer les risques dans le secteur des télécommunications. Elle est une version révisée et évolutive de l'outil de gestion des risques TISRIM, développé initialement par le LIST en collaboration avec l'ILR. Déjà adoptée par l'Institut Belge des services Postaux et des Télécommunications (IBPT), qui est l'autorité compétente du secteur des télécommunications en Belgique, SERIMA a aussi pour ambition de s'appliquer à d'autres domaines. Elle cible notamment les secteurs visés par la Directive NIS (de l'anglais : Network and Information Security), et servira également de plateforme pour les notifications d'incidents.

Success story #2

ASSURER UN DÉPLOIEMENT SÛR ET OPTIMISÉ DE LA 5G AU LUXEMBOURG

La 5G repose sur une multitude de technologies aux applications variées voire méconnues qui soulèvent de nouvelles problématiques. De l'intensité des émissions de champs électromagnétiques (EMF) aux applications de mobilité connectée ou cybersécurité, l'Institut développe une stratégie multifacette pour garantir un



déploiement sûr et optimisé de cette nouvelle technologie. À ce titre, deux projets de recherche du LIST ont été retenus en 2020 par le Service des Médias et des Communications (SMC) du Luxembourg et débuteront courant 2021. À travers l'un d'eux, l'Institut évaluera et facilitera le déploiement du réseau 5G au Luxembourg en tenant compte de l'intensité des EMF en provenance des stations de base et des régulations en vigueur. Notre ambition : développer une plateforme de suivi de ce déploiement à destination des principales parties prenantes. Au cours de cette année, le FNR a également sélectionné un projet coordonné par l'Université du Luxembourg au sein duquel le LIST apporte son expertise pour évaluer les questions de sécurité dans les applications de mobilité exploitant la 5G en zones transfrontalières.

Success story #3

TIRER PARTI DES ÉCOSYSTÈMES DE DONNÉES

L'accès aux « open data » renforce la transparence et le développement de services, tout en stimulant la croissance économique. Leur potentiel n'est cependant que rarement exploité avec un nombre de services créés marginal. Pour pallier ce problème, le LIST s'est associé en 2016 avec ses partenaires à travers un projet Interreg pour libérer, réutiliser et extraire la valeur des informations du secteur public (ISP). Ils s'apprêtent désormais à achever le développement de services innovants basés sur les données dans le domaine de la santé, de l'infrastructure et de l'environnement. L'Institut a aussi été commissionné par le Joint Research Centre de la Commission européenne (JRC) pour l'émission de recommandations sur la mise en place d'Éco-Systèmes basés sur les données géospaciales. Achevée en 2020, cette étude a permis de soutenir l'évolution des infrastructures contemporaines de données spatiales et la mise en œuvre d'innovations basées sur les données, conformément à la stratégie européenne en matière de données récemment publiée.



Success story #4

ÉVALUER ET GARANTIR LA SÉCURITÉ DES DONNÉES

De l'économie à l'énergie en passant par les technologies modernes, les multiples activités de recherche du LIST sur la sécurité des données veulent soutenir une transition digitale forte, sûre et éthique. Des travaux sont par exemple menés en partenariat avec le Ministère de la Digitalisation en vue d'intégrer le Luxembourg dans l'infrastructure européenne des services blockchain (EBSI, de l'anglais : European Blockchain Services Infrastructure) à travers un cas d'utilisation européen au niveau national, et ce, tout en améliorant la robustesse et la sécurité globale de l'EBSI. En collaboration avec l'Université du Luxembourg, le LIST s'intéresse aussi au développement de procédures et outils qui permettent d'évaluer la présence de « dark patterns » dans les services en ligne. L'objectif : révéler si les technologies modernes instillent de fausses croyances ou influencent les comportements des utilisateurs sans que ceux-ci en soient conscients. Enfin, un projet de recherche en collaboration avec l'ILR contribue à l'utilisation de la digitalisation des réseaux énergétiques pour améliorer le processus de garantie de l'électricité verte, comprendre les comportements de consommation et de production des citoyens, et anticiper la réglementation ainsi que l'impact des communautés énergétiques.

« Nos activités sont motivées par des défis industriels pour concevoir et fabriquer des matériaux et structures composites plus légères, plus fiables et respectueuses de l'environnement. De la matière brute à la pièce finie, nos travaux nous permettent de comprendre les phénomènes aux interfaces, d'améliorer l'adhésion ou de réduire les contraintes résiduelles. Nous développons aussi des outils avancés de modélisation et de simulation numérique capables d'appréhender les liens entre les échelles, et de les mettre en œuvre sur une large gamme de matériaux composites, dont ceux à matrice polymère. »

Salim Belouettar,
chercheur en matériaux composites



6. SOUTENIR LA CONCEPTION DE MATÉRIAUX INNOVANTS ET RESPONSABLES

Engagés auprès de nos partenaires pour une industrie forte et durable, nous concevons la nouvelle génération de matériaux composites de demain. Pour garantir des choix de conception et de fabrication efficaces comme respectueux de l'environnement, nous menons des collaborations et recherches qui associent efficacement modélisations et expérimentations sur l'ensemble de la chaîne de développement : de l'ingénierie à la production en passant par l'optimisation de la conception de matériaux et de structures composites structurels.

— Success story #1 —

UN RECYCLAGE OPTIMISÉ DES COMPOSITES GRÂCE À LA CHIMIE

Un nouveau projet CORE a été accordé par le FNR et sélectionné parmi plus de 30 propositions. À travers cette recherche, le LIST souhaite incorporer des additifs chimiques dits intelligents (de l'anglais : smart chemical additives) pendant la fabrication et l'assemblage des composites. Un moyen innovant pour faciliter la séparation de structures multimatériaux en blocs uniques, et les sous-parties de composites en matières premières. En favorisant la réparation, la réutilisation et le recyclage des matériaux composites, l'Institut a non seulement pour ambition de fournir des alternatives durables aux parties prenantes, mais aussi de contribuer activement à une économie circulaire responsable.



— Success story #2 —

UN SYSTÈME D'AIDE À LA DÉCISION POUR MIEUX CHOISIR ET CONCEVOIR DES MATÉRIAUX INNOVANTS

Afin de mieux appréhender les enjeux sociétaux et faciliter la transition écologique comme digitale, tout en réduisant les coûts et les risques éventuels, les fabricants doivent prendre des décisions éclairées quant au choix et à la conception des matériaux. En 2017, le LIST s'est associé à des partenaires stratégiques en Europe pour développer COMPOSELECTOR : un système d'aide à la décision – aussi connu sous



— Success story #4 —

UN BOIS NOUVEAU POUR LE SECTEUR DE LA CONSTRUCTION

Les structures en bois d'ingénierie présentent de plus grands avantages pour l'environnement et des énergies intrinsèques plus faibles que les matériaux de construction conventionnels, tels que l'acier et l'aluminium. Cependant, l'utilisation d'adhésifs et d'attaches métalliques pose des problèmes qui affectent leur durabilité, leur recyclabilité, et plus largement, leur impact environnemental en raison de l'émission de gaz toxiques. Soucieux d'avoir une approche durable dès la conception et tout au long du cycle de vie d'un produit, le LIST a mis au point une technologie plus respectueuse de l'environnement permettant d'attacher les laminés de bois et les éléments structurels à l'aide de chevilles et attaches en bois comprimé. En collaboration avec Luxinnovation, cette innovation à fort potentiel, qui comprend l'outil de simulation du LIST et les composants bois prometteurs de son partenaire, a donné lieu en 2020 à une présentation auprès de plus de 70 industriels.

l'acronyme anglais «BDSS» - pour la sélection et la conception de composites à base de polymères, qui s'appuie notamment sur la modélisation et la simulation de matériaux. Les recherches menées par l'Institut dans ce cadre ont permis le développement de 11 innovations majeures faisant de COMPOSELECTOR un système unique reconnu. En 2020 et pour la deuxième année consécutive, ce projet a en effet été identifié par l'« Innovation Radar » de la Commission européenne comme innovation à haut potentiel. Cet outil permet ainsi aux industriels d'améliorer les phases de sélection et de conception, de réduire les coûts et de prendre le pli du digital, en leur offrant la possibilité d'adapter leurs activités à des environnements souvent volatiles, leur garantissant ainsi des bénéfices durables.

— Success story #3 —

UNE NOUVELLE FAMILLE DE MATÉRIAUX POUR L'AÉROSPATIAL ET L'AUTOMOBILE

Associé à des partenaires stratégiques européens, le LIST a pour objectif de développer une nouvelle famille de matériaux fonctionnels basés sur des composites à matrice céramique oxydée (CMC) renforcés par des fibres céramiques oxydées et des nanostructures de carbone. L'intérêt : transférer sur le marché un matériau de pointe produit par impression 3D et doté de propriétés thermomécaniques et de durabilité améliorées. Ces matériaux, qui intègrent également des mécanismes de détection de leur qualité structurelle, sont très prisés dans les industries aérospatiales et automobiles, pour qui la surveillance de la santé structurelle de chaque pièce est primordiale. À ce titre, deux prototypes fonctionnels seront produits et validés au niveau 4 de l'échelle des TRL (de l'anglais : Technology Readiness Level) pour ces secteurs, y compris un logiciel amélioré pour modéliser les propriétés mécaniques et optimiser davantage les performances mécaniques et de détection.



« Au sein de notre unité, nous développons des matériaux dits intelligents, qui sont capables de répondre à divers stimuli. Certains peuvent jouer un rôle clé dans la production d'hydrogène ou de produits cosmétiques, d'autres créent du froid à partir d'une tension électrique. Nos travaux sont reconnus au plus haut niveau mondial. »

Emmanuel Defay,
Chef du groupe matériaux ferroïques pour
les transducteurs



7. LES NANOTECHNOLOGIES ET NANOMATÉRIAUX : VECTEURS D'UNE INDUSTRIE DIGITALE ET DURABLE

Notre devise : l'impact est le moteur de notre excellence. Nos recherches sont guidées par notre volonté d'apporter des solutions innovantes pour faire face aux enjeux sociétaux, économiques et environnementaux d'une société en pleine transition. Des défis énergétiques à ceux de la santé et de la cosmétique, nous menons des travaux fondamentaux comme appliqués sur les nanotechnologies et nanomatériaux qui permettent le transfert sur le marché de technologies et procédés de haute performance. En conjuguant le contrôle des matériaux à l'échelle nanométrique à une chimie révolutionnaire, nous assurons en effet le développement et l'application de propriétés inégalées.

Success story #1

UNE AVANCÉE REMARQUABLE POUR LES FRIGOS DE DEMAIN

Environ 20 % de la consommation mondiale d'énergie est utilisée à des fins de réfrigération et la quantité absolue d'unités de climatisation devrait doubler d'ici 2040 d'après l'International Energy Agency. Source de gaz à effet de serre et pollution sonore, les systèmes de réfrigération actuels, basés sur la compression de vapeur, ont atteint leur limite thermodynamique après 100 ans de progrès. Le développement de systèmes énergétiques hautement efficaces et respectueux de l'environnement est donc une préoccupation majeure pour atténuer le réchauffement climatique et promouvoir une utilisation durable des ressources naturelles. Le 2 octobre 2020, le LIST a fait une avancée remarquable en ce sens avec la parution de résultats prometteurs sur les matériaux électrocaloriques dans le prestigieux magazine Science. Les chercheurs ont franchi une barrière cruciale en atteignant une différence de température de 13 degrés autour de la température ambiante dans un prototype d'échangeur thermique. Fruit de plusieurs années d'efforts dans le domaine, ces travaux confirment l'intérêt des matériaux électrocaloriques pour des applications de refroidissement durables et responsables.





Success story #3

FABRIQUER LES MATÉRIAUX DU FUTUR : VERS UNE APPROCHE BIOSOURCÉE

La commercialisation de cosmétiques naturels fait face à de fortes limitations. Les technologies actuellement employées ne permettent en effet pas de protéger efficacement les composés actifs les plus sensibles. En vue de pallier ce problème et promouvoir le développement de produits efficaces et naturels, l'Institut s'est associé avec la prestigieuse société SRC-Nuxe à travers un nouveau projet de recherche co-financé par le FNR en décembre 2020. L'objectif de cette recherche est de transférer sur le marché des technologies permettant une commercialisation responsable de nouveaux produits cosmétiques naturels. Dans ce cadre, le LIST mettra à profit sa forte expertise en fabrication et ingénierie des particules biosourcées.

Success story #2

EN QUÊTE D'UNE PRODUCTION DURABLE DE L'HYDROGÈNE

Le département Matériaux du LIST a fait de l'énergie l'un de ses axes stratégiques et explore plusieurs alternatives permettant d'envisager la filière hydrogène comme une solution sérieuse au défi énergétique du 21^{ème} siècle. À ce titre, l'Institut s'est associé à 3D-Oxides, une compagnie française qui développe des matériaux fonctionnels aux propriétés singulières grâce à la technologie du dépôt de vapeur par faisceau chimique (de l'anglais : Chemical Beam Vapor Deposition - CBVD). Ce partenariat, conclu en avril 2020 pour une durée de quatre ans et ayant donné lieu à la création d'un laboratoire commun, vise à mener un programme de recherche sur le développement de nouveaux matériaux pour la filière hydrogène, nécessaires à la création de piles à combustibles à faible teneur en catalyseurs, au développement d'électrolyseurs de nouvelles générations ou de systèmes photo-électro-catalytiques hyper performants. L'objectif ultime : rendre le fractionnement de l'eau, ou la recombinaison de ces éléments, plus facile, plus efficace et plus abordable, tout en respectant l'environnement.



« A travers notre nouveau projet PlaSprayNano, nous poursuivons notre quête pour le carburant propre de demain : l'hydrogène. L'objectif de notre recherche est de développer un procédé pour la synthèse de nanoparticules bi-matériaux permettant une production d'hydrogène simplement à partir de la lumière du soleil et d'eau. »

Simon Bulou,
chercheur en procédés plasma et application.



8. L'INNOVATION POUR DES INSTRUMENTS, PROCÉDÉS ET TECHNOLOGIES DE POINTE

Nous nous efforçons de repousser les limites des processus de fabrication et de caractérisation actuels pour développer de nouveaux instruments, procédés, et méthodologies indispensables à une industrie autonome et efficiente. De la recherche à l'innovation, nos activités tirent parti de nos connaissances fondamentales pour créer des démonstrateurs innovants à l'échelle industrielle. Notre expertise s'axe plus particulièrement sur les sciences et technologies du plasma, le traitement des couches minces ainsi que la nano-analyse, et nous renforçons notre positionnement dans le domaine de la modélisation et de l'automatisation des procédés. Nous voulons mettre en place des infrastructures de synthèse automatisées capables de s'auto-optimiser en fonction de paramètres cibles prédéfinis, et notamment l'efficacité globale des systèmes.

— Success story #1 —

UN MICROSCOPE RÉVOLUTIONNAIRE RECONNU INTERNATIONALEMENT

Le LIST a reçu le prestigieux « Microscopy Today Innovation Award 2020 » pour son système de spectrométrie de masse révolutionnaire. Dès 2011, le LIST a entamé des recherches sur une technologie de microscope capable non seulement d'observer des échantillons dans leurs moindres détails, mais aussi de déterminer leur composition de manière simultanée. Cette avancée majeure pour le monde de la microscopie a été reconnue internationalement et a donné vie à la spin-off LION Nanosystems en 2018. Le spectromètre de masse, développé par l'Institut grâce à une étroite collaboration avec l'entreprise Zeiss, équipe désormais les microscopes ioniques de pointe de tous les grands fabricants et permet une visualisation ainsi qu'une caractérisation chimique à une résolution nanométrique. Le prix décerné au LIST souligne ainsi tant l'innovation scientifique et technologique, que son succès commercial. Cette recherche « made in LIST » accélère notablement la compréhension à l'échelle nanométrique des mécanismes physico-chimiques gouvernant les technologies les plus stratégiques de la société post-Covid-19 : semi-conducteurs, batteries ou hydrogène.





Success story #2

LES TECHNOLOGIES PLASMA DU LIST POUR L'ADMINISTRATION DE MÉDICAMENTS

En 2020, le LIST a obtenu de premiers résultats prometteurs pour l'un de ses projets de recherche visant à révolutionner la performance et les propriétés des hydrogels. Ces gels disposent d'un large spectre d'applications dans le domaine médical et plus encore. Ils peuvent par exemple être employés sur des lentilles de contact, ou dans le cadre d'implants pour favoriser le processus de guérison. En associant deux de ses technologies de polymérisation par plasma à pression atmosphérique, l'Institut souhaite fournir une approche nouvelle, rentable et flexible pour la préparation de revêtements hydrogels. Par l'intermédiaire d'un dépôt direct de revêtements chargés de peptides antimicrobiens, le LIST a obtenu d'excellentes propriétés antibactériennes de niveau log 6 - utilisé dans le secteur médical pour désigner un processus de stérilisation hautement efficace - sur des surfaces plastiques et métalliques. Sur des surfaces de zircone imprimées en 3D, l'approche de dépôt a également permis de renforcer leur biocompatibilité.

Success story #3

UN NOUVEAU MODE D'IMAGERIE QUANTITATIVE À L'ÉCHELLE NANOMÉTRIQUE

En 2020, le LIST a mis au point la toute première imagerie simultanée en champ clair et en champ sombre à l'aide d'ions hélium transmis. Procédé innovant pour le monde de la microscopie, le recours à des ions héliums transmis, à la place d'électrons, permet d'accéder à de nouvelles fonctionnalités. Du fait de la nature et de la taille de ces ions, de nouveaux modes de contraste sont accessibles, et ce, même pour les caractéristiques sub-superficielles d'un échantillon. Ce mode d'imagerie permet également d'étudier quantitativement les variations de la transmission ionique et des angles de diffusion avec une résolution latérale à l'échelle nanométrique. Ces résultats, confirmés par des démonstrations de validation de concept, ouvrent la voie à des expériences avancées en physique fondamentale ainsi qu'à des applications dans les technologies des matériaux, comme l'édition de circuits semi-conducteurs.



« Une des activités de notre unité est le développement de nouvelles résines therm durcissables pour l'élaboration de nouveaux matériaux dans une logique de durabilité. Dans le cadre d'un projet interne, nous développons de nouveaux matériaux composites réparables, réutilisables et recyclables à partir de résines biosourcées. »

Laura Puchot,
chercheuse en biopolymères et polymères fonctionnels



9. RÉINVENTER LES MATÉRIAUX PLASTIQUES : POLYMÈRES DURABLES, BIOSOURCÉS ET HAUTE-PERFORMANCE

En étroite collaboration avec nos partenaires nationaux comme internationaux, nous synthétisons, formulons et traitons les polymères pour transférer sur le marché des matériaux optimisés et multifonctionnels. Macromolécules extraordinaires, les polymères fonctionnels disposent de propriétés uniques de haut intérêt pour un large panel de secteurs, dont l'aérospatial et l'automobile. Nous nous efforçons de pleinement tirer parti du potentiel de ces polymères pour faciliter la transition durable de notre société. Les activités de recherche du LIST se concentrent en effet sur le développement de matériaux polymères durables, ainsi que la chimie et la physique des polymères dits intelligents/réactifs.

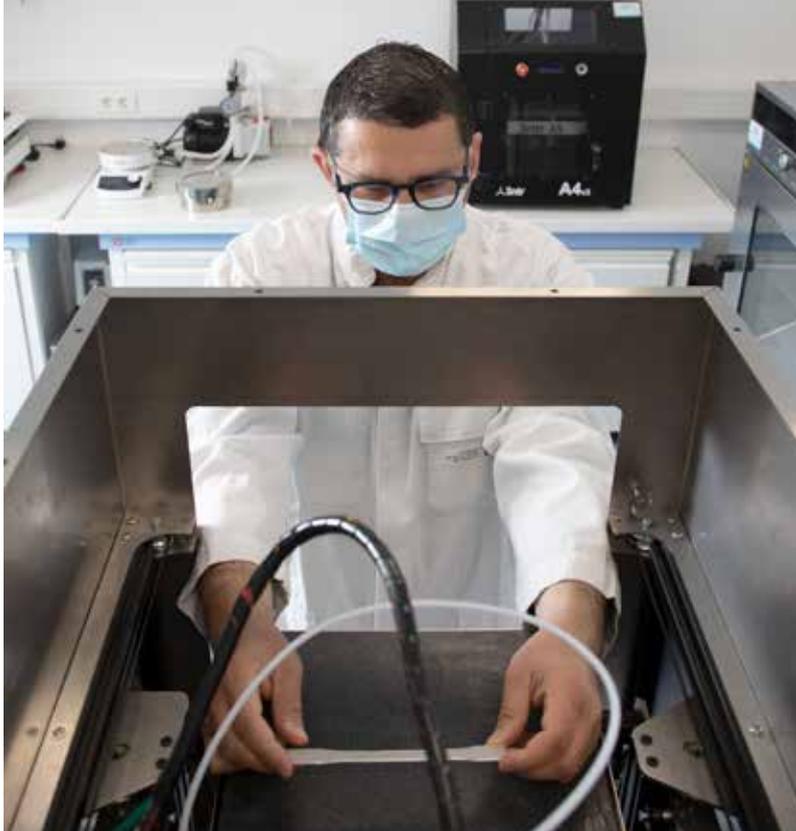


— Success story #1 —

DES HUILES VÉGÉTALES BREVETÉES POUR DES PNEUS OPTIMISÉS

En 2020, la collaboration avec Goodyear a retenu une nouvelle fois l'attention de la communauté scientifique internationale lors du prestigieux événement virtuel « International Elastomer Conference ». Le jeune doctorant Arpan Datta Sarma a été récompensé par le « 2020 Best Presentation Award » pour sa présentation des travaux de recherche menés dans le cadre de ce partenariat, portant sur la modification d'huiles végétales et l'étude approfondie de leur effet sur le traitement et les performances de nouveaux composés de caoutchouc SBR chargés de silice. Ces recherches innovantes ont d'ores et déjà conduit au développement d'huiles modifiées et brevetées par le LIST. Elles améliorent non seulement le traitement du caoutchouc constituant les pneus de Goodyear, mais aussi sa résistance au roulement. Avant cette découverte, aucun additif de traitement capable d'effectuer ces deux actions ensemble n'existait.





Success story #2

L'IMPRESSION 3D AU CŒUR DE LA COLLABORATION AVEC GUALA CLOSURES

La fabrication additive est une solution novatrice pour développer des formes et des pièces multifonctionnelles. Cependant, ces éléments soulèvent un défi majeur dès lors qu'ils sont employés dans un contexte industriel. Afin d'assurer leur qualité, voire améliorer leur conception, il est en effet indispensable de pouvoir connaître et mesurer précisément les charges mécaniques internes, ainsi que les contraintes et déformations auxquelles ils sont soumis en fonction des conditions d'utilisation et des sollicitations mécaniques. À cette fin, le LIST et le groupe Guala Closures se sont associés dans le cadre d'un nouveau projet de recherche financé par le FNR. Leur objectif est d'intégrer des capteurs mesurant *in situ* la déformation des pièces fabriquées de manière additive et soumises à différentes contraintes, notamment de températures. À moyen et long terme, ces structures intelligentes devraient permettre de réduire les coûts de maintenance, de détecter en temps réel les paramètres critiques de défaillance, et de contrôler leur intégrité.

Success story #3

VERS DES SUPERCONDENSATEURS SÛRS, PERFORMANTS ET FLEXIBLES

Du fait de leur densité de puissance et d'énergie, les supercondensateurs sont très prisés pour stocker et restituer l'énergie de manière rapide. Ils offrent en effet de nombreux avantages dans des domaines tels que la mobilité. Débuté en 2019, un projet de recherche du LIST, en collaboration avec deux partenaires internationaux, a accompli des avancées considérables pour la future génération de supercondensateurs basés sur les électrolytes polymères. Les travaux menés par les doctorants et chercheurs du projet ont permis de synthétiser pas moins de huit nouveaux liquides ioniques polymériques (de l'anglais : Polymeric Ionic Liquids - PILs) à haute conductivité ionique, et dont l'un figure parmi les cinq PILs les plus conducteurs connus à ce jour.



« Les missions d'ESRIC s'articulent autour des infrastructures et activités de recherche, des partenariats commerciaux et du soutien aux start-ups, mais aussi de la gestion de la communauté et des connaissances. En termes de recherche, nous allons commencer à mettre sur pieds un laboratoire de pointe pour installer différents démonstrateurs d'extraction d'oxygène et de métaux, à partir de régolite lunaire. »

Mathias Link,
Directeur ad intérim du département ESRIC



10. VERS L'UTILISATION DES RESSOURCES SPATIALES

L'année 2020 fut marquée par la création d'un département de recherche unique en son genre : le « European Space Resources Innovation Centre – ESRIC ». Issu d'une initiative conjointe entre le LIST, l'Agence spatiale européenne (ESA) et l'Agence spatiale luxembourgeoise (LSA), ce centre d'innovation renforce la position du Luxembourg comme un acteur clef pour l'exploration et l'utilisation des ressources spatiales.

De l'extraction des ressources *in situ* à leur utilisation pour différentes applications dans l'espace, les activités couvriront l'ensemble de la chaîne de valeur pour une innovation à fort impact. ESRIC vise ainsi à devenir un centre d'expertise internationalement reconnu tant d'un point de vue scientifique que technique et économique. Par son soutien actif aux initiatives commerciales et aux start-ups, le nouveau département du LIST contribuera significativement au transfert de technologies tout comme à la croissance économique du Luxembourg.

Chronologie

1. PREMIER MEMORANDUM

ESRIC fait suite au « Memorandum of Cooperation in the field of Space Resources » signé par le Luxembourg et l'ESA lors de la réunion du conseil au niveau ministériel de l'ESA (Space19+) en novembre 2019 à Séville.



2. ACCORD DE COOPÉRATION

Le 4 août 2020, un accord de coopération pour l'implémentation du volet national d'ESRIC a été signé entre le Ministère de l'Économie, en tant qu'organe de supervision de la LSA, et le LIST. Dans une première phase, ce centre d'innovation est créé sous la forme d'un nouveau département du LIST dans les locaux de Belvaux.

3. ACCORD DE MISE EN ŒUVRE

Un accord de mise en œuvre concernant les activités de coopération d'ESRIC a été signé entre le Ministère de l'Économie, en tant qu'organe de supervision de la LSA, le LIST et l'ESA le 18 novembre 2020. À ce titre, l'ESA fournira des équipements, mettra en œuvre des activités de recherche au sein d'ESRIC et apportera un soutien technique et commercial à un nouveau programme de soutien aux start-ups.

4. INAUGURATION D'ESRIC

ESRIC a été inauguré le 18 novembre 2020 à LuxExpo en présence du Ministre de l'Économie Franz Fayot et du Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Claude Meisch. Cet événement hybride a été retransmis en direct à plus de 1300 personnes et fut notamment l'occasion de dévoiler le site web officiel d'ESRIC.



Financé par le Ministère de l'Économie, l'ESA, le LIST ainsi que par le FNR, ESRIC s'inscrit dans l'initiative gouvernementale SpaceResources.lu lancée en 2016 pour mettre en place un écosystème favorable au développement d'activités liées à l'exploration et à l'utilisation des ressources spatiales.

esric
powered by LSA, ESA & LIST





**NOTRE
INFRASTRUCTURE
DE RECHERCHE**

Grâce à nos infrastructures de recherche et de technologie en environnement, informatique et matériaux, nous poursuivons notre quête pour une innovation à fort impact. Nous mettons à profit nos expertises croisées et équipements de pointe complémentaires pour développer de nouveaux procédés et technologies qui permettent une mise sur le marché de solutions et produits uniques à destination des entreprises publiques et privées luxembourgeoises comme européennes.

En 2020, le LIST a initié un nouveau tournant pour une industrie forte et stratégique. À travers des travaux d'expansion et de réorganisation de nos infrastructures de recherche et de technologie, nous voulons assurer le positionnement compétitif et le rayonnement international de nos parties prenantes au sein de leurs secteurs d'activités : de l'aérospatial et l'automobile à la cosmétique et la santé en passant par l'énergie, l'environnement, les biotechnologies, la construction intelligente, les technologies de la finance et les Technologies de l'Information et de la Communication.

Les extensions ambitieuses entreprises permettront non seulement de repousser les frontières de la recherche, mais aussi de développer de nouvelles lignes pilotes pour répondre aux besoins et défis de notre société, économie et environnement. Par l'intermédiaire de l'acquisition de nouveaux locaux sur ses sites à Hautcharage et Belval, l'Institut veut également favoriser de nouvelles synergies et collaborations avec ses partenaires.



LE PILIER COGNITIF : VERS UN JUMENT NUMÉRIQUE À L'ÉCHELLE NATIONALE

Lancé en septembre 2019, le pilier cognitif, ou CogPil, s'associe à notre mur de visualisation (VisWall) et notre HPC pour former la Plateforme Data Analytics. Unique en son genre, cette infrastructure, financée en partie par le Fonds européen de développement régional, a pour vocation de soutenir les capacités de recherche ainsi que de favoriser l'innovation et les collaborations du LIST comme de ses partenaires en couvrant l'ensemble de la gamme des activités d'analyse des données.

Dans un monde en pleine transition digitale, le CogPil permet d'exploiter pleinement le potentiel des grands volumes de données et de mettre en évidence leur potentiel pour fournir des solutions sous la forme de services à haute valeur ajoutée en « data/business analytics », optimisation, intelligence artificielle et « big data ». En parallèle des efforts de configuration et d'optimisation du CogPil, les premiers cas d'études ont été menés en 2020 en collaboration avec des partenaires de l'Institut, tels que Ceratizit, un des fleurons de l'industrie luxembourgeoise, afin de tirer parti de la valeur de leurs données pour améliorer les processus de production.

Ces avantages avérés ont été repérés par les pouvoirs publics luxembourgeois à travers de premières démonstrations de suivi et scénarios de simulation dans le cadre de la lutte contre la pandémie Covid-19. Associé au VisWall, le pilier cognitif est un outil stratégique pour des prises de décision éclairées et transparentes qui façonneront la société intelligente de demain. Le FNR a par ailleurs retenu l'Institut pour son projet de premier Jumeau Numérique (de l'anglais : Digital Twin) à l'échelle nationale. Cette technologie révolutionnaire permettra une représentation virtuelle des systèmes physiques, des infrastructures, du comportement humain et des actifs, sur l'ensemble du territoire. Des premiers cas d'utilisation ont été identifiés et l'architecture sera établie courant 2021.



L'ESPACE : UNE SYNERGIE INTERDÉPARTEMENTALE FORTE

En 2020, le LIST a accueilli un nouveau département de recherche stratégique pour l'exploration et l'exploitation des ressources spatiales, positionnant le Luxembourg sur le devant de la scène internationale : le « European Space Resources Innovation Centre – ESRIC ». Issu d'une initiative conjointe entre le LIST, l'Agence spatiale européenne (ESA) et l'Agence spatiale luxembourgeoise (LSA), ce centre d'innovation poursuit son installation aux côtés de nos plateformes de pointe en matériaux. L'un de ses objectifs majeurs est d'extraire de l'eau sur la surface de la lune. Un défi pour lequel notre expertise et nos plateformes en transformation et caractérisation avancée des matériaux, ainsi que nos connaissances en exo-hydrologie, s'avèrent indispensables. Cette passerelle naturelle entre nos départements de recherche a d'ores et déjà donné lieu à l'élaboration et soumission de projets de recherche conjoints auprès de l'ESA et du FNR.

EXPANSION DES PLATEFORMES MATÉRIAUX POUR DES SOLUTIONS SEMI-INDUSTRIELLES COMPÉTITIVES

Les plateformes de recherche et de technologie des matériaux offrent une combinaison de compétences scientifiques et technologiques reconnues et d'équipements de pointe dans le domaine de la caractérisation avancée, des essais, de la fabrication de composites et de l'ingénierie des prototypes. Moteur de notre excellence, les plateformes de l'Institut nous permettent chaque jour de repousser les frontières technologiques pour soutenir nos partenaires industriels dans leur développement. C'est pourquoi nous poursuivons notre expansion par la mise en place de nouveaux laboratoires et équipements de haute performance pour proposer des solutions avancées à une échelle semi-industrielle.

L'association automatisée d'une presse hydraulique - capable d'appliquer une pression jusqu'à 300 tonnes et équipée d'une plaque chauffante de 700 x 700 mm allant jusqu'à 420 °C +/- 3 °C -, d'un robot de manutention 6 axes et d'un four infrarouge, en est un exemple concret. Elle constitue une ligne pilote remarquable au sein de notre plateforme de fabrication de matériaux composites, qui positionne encore davantage l'Institut comme un partenaire stratégique dans les secteurs de l'automobile, du transport, de l'aéronautique et de l'espace. Le LIST a également fait l'acquisition d'une nouvelle ligne pilote de 15 mètres de long pour les dépôts physiques en phase vapeur qui sera pleinement opérationnelle en 2022.







LE GREENTECH INNOVATION CENTRE : DES PRODUITS ET PROCÉDÉS PRÉINDUSTRIELS DURABLES

Le GreenTech Innovation Centre 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. Créé en 2016, ce centre s'est imposé comme un acteur fiable et fort pour des solutions et services avancés dans des secteurs tels que la biotechnologie industrielle, le biocontrôle, la valorisation des biodéchets et biomasses, la cosmétique, et la santé environnementale.

Notre objectif : répondre aux besoins nationaux et régionaux des entreprises privées et de la société en matière de bioéconomie circulaire durable et résiliente, en fournissant une capacité solide pour développer une production préindustrielle. Pour ce faire, le GreenTech Innovation Centre verra sa surface initiale quasi tripler en 2022 avec l'installation de nouvelles lignes pilotes comprenant notamment des bioréacteurs d'une capacité allant jusqu'au mètre cube. Faisant suite à une analyse de marché approfondie conduite en 2020, cette réorganisation et expansion des activités de recherche donneront aussi l'opportunité au centre d'augmenter les surfaces de laboratoires de classe de sécurité plus importante pour développer les activités de biotechnologie, ainsi que les laboratoires partagés avec des industriels.

UNE NOUVELLE PLATEFORME POUR DES DONNÉES HYDRO-CLIMATOLOGIQUES NATIONALES CENTRALISÉES

L'Observatoire du Climat, de l'Environnement et de la Biodiversité (OCEB) associe le savoir-faire, l'expertise et les connaissances multidisciplinaires de nos chercheurs et ingénieurs à nos infrastructures technologiques de pointe pour répondre aux défis scientifiques, environnementaux et sociétaux d'un monde en plein changement. Nos procédures d'échantillonnage et approches de collecte de données sur le terrain visent à fournir une surveillance et une évaluation innovantes des différents composants de la « Zone Critique », fine couche de surface de la Terre où la roche, le sol, l'eau, l'air et les organismes vivants interagissent les uns avec les autres.

De la communauté scientifique aux bureaux d'études et décideurs politiques nationaux comme européens, nous offrons un large éventail de services pour accompagner nos parties prenantes à travers la nouvelle organisation de l'OCEB en deux pôles stratégiques : l'un portant sur la surveillance et l'évaluation de la biodiversité et l'autre sur les technologies d'observation et de détection hydro-climatologique. En 2020, ce dernier a par ailleurs inauguré et mis à disposition de tous une nouvelle plateforme de données s'appuyant sur les observations hydro-climatologiques effectuées depuis les années 90 au Luxembourg, et notamment au niveau de bassins versants expérimentaux allant de 0,45 à 410 km². Les étapes futures se concentreront sur la mise à disposition de ces données environnementales en temps quasi-réel à travers une plateforme en ligne « made by LIST ».







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.



Que vous souhaitiez collaborer avec nos experts dans des domaines spécifiques et stratégiques pour le développement de votre activité, ou que vous désiriez recourir à nos infrastructures aux technologies et procédés de pointe, choisissez le modèle de collaboration bilatérale qui vous correspond :

LE PROJET DE COLLABORATION

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

Nous relevons par exemple les défis d'une production d'hydrogène rentable et respectueuse de l'environnement à travers un projet de collaboration avec la société française 3D-Oxides. Conclu en avril 2020 pour une durée de quatre ans, il vise à mener un programme de recherche centré sur l'énergie, et plus particulièrement sur le développement de nouveaux matériaux pour la filière hydrogène. Cette recherche bilatérale a notamment permis la création d'un laboratoire commun où l'expertise de 3D-Oxides dans les procédés CBVD (de l'anglais : Chemical Beam Vapor Deposition) se conjugue à notre expertise dans la synthèse de matériaux fonctionnels en couches minces, dans la caractérisation de ces matériaux et dans le prototypage de dispositifs fonctionnels.

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 un éventuel recrutement de doctorants dédiés à votre projet de recherche. La propriété intellectuelle suit les contributeurs de l'invention.

Afin de soutenir ArcelorMittal dans son ambition de réduire de manière significative son empreinte carbone d'ici 2050, conformément à son engagement en faveur de l'Accord de Paris, nous avons mis en place un partenariat stratégique d'une durée de cinq ans avec cet acteur clef de l'industrie luxembourgeoise. Depuis 2019, nous travaillons conjointement sur 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. L'objectif : accompagner ArcelorMittal dans sa transition vers une économie et production d'acier vert.

LA « SPIN-OFF » OU LE « LICENSING »

Le transfert de technologies est une partie importante du processus de valorisation et implique la mise sur le marché de notre savoir-faire 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.

Pour la nouvelle spin-off WASDI, tout a débuté avec la technologie brevetée du LIST nommée HASARD®, qui permet notamment d'établir des cartographies précises des inondations à partir de données satellitaires, et ce, à l'échelle mondiale (voir « Surveiller les catastrophes naturelles en temps quasi-réel » p. 6 pour plus d'informations). Le potentiel d'application de cet outil « made by LIST » a attiré l'attention. Les sociétés FadeOut Software et RSS-Hydro nous ont ainsi rejoint pour donner vie à WASDI et déployer d'autres champs d'applications, tels que la cartographie des feux de forêt.

LE PROGRAMME STRATÉGIQUE

Le LIST facilite les synergies entre partenaires, en les rassemblant autour de ses compétences, de ses talents et de son infrastructure. Le partage de l'expertise, de la recherche, des investissements et des risques entre plusieurs 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 moderne et des talents de premier plan. Comment cela fonctionne-t-il ? Nous mettons en place un programme stratégique que nous exécutons et révisons sur plusieurs années. Il s'agit d'un contrat multilatéral, avec un partage de la propriété intellectuelle entre les différents partenaires du projet.

LE CONTRAT DE SERVICE

Pour des résultats qui vous aident à atteindre rapidement vos objectifs en matière d'innovation : nos experts hautement qualifiés se tiennent à votre disposition. Le contrat de service peut également couvrir la mise à disposition de nos infrastructures. Accédez à des laboratoires, de l'équipement et des savoir-faire uniques afin de répondre à un besoin très spécifique et ponctuel. Ainsi, vous tirez parti de notre expérience, notamment en matière d'essais, de mesures, d'analyses, 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.

En vue de prendre des décisions éclairées au cours de la pandémie Covid-19, le Ministère de la Santé du Gouvernement du Luxembourg a fait appel à notre expertise et infrastructure de pointe pour la visualisation de données liées à la crise au Grand-Duché. Grâce à un logiciel innovant de visualisation de graphes développé au LIST, les épidémiologistes du Ministère de la Santé ont pu notamment disposer d'une vue à la fois globale et précise sur les foyers d'infection et les chaînes de transmission du virus.

PARTAGER NOS CONNAISSANCES À LA SOCIÉTÉ ET AUX ENTREPRISES

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.

À titre d'exemple, nos acteurs scientifiques passionnés transfèrent leur savoir en analyse des impacts environnementaux à la société luxembourgeoise à travers un cycle de conférences interactif et grand-public du nom de « So you think you're green ». À chaque conférence son thème phare : mobilité, logement, nourriture, dépenses. Nous accompagnons également les petites, moyennes et grandes entreprises dans leur mise en conformité vis-à-vis des réglementations environnementales, et les sensibilisons aux avantages de telles démarches. Plusieurs plateformes nationales dédiées, comme Betriber & Umwelt ou le Reach&CLP Helpesk, sensibi-

lisent et informent quotidiennement les entrepreneurs luxembourgeois sur l'évolution des réglementations.

La créativité, l'innovation et l'ambition n'ont pas d'âge. C'est pourquoi nos ingénieurs, techniciens et chercheurs participent activement aux événements grand-public afin de susciter des passions et faire découvrir aux jeunes générations le monde de la recherche.

PARTENAIRES RDI AU LUXEMBOURG ET EN EUROPE



3D-OXIDES
REINFORCING SURFACES

adwäisEO

anisoprint

ArcelorMittal

armacell
MAKING A DIFFERENCE AROUND THE WORLD

BrighterBins

CUTTING SOLUTIONS BY
CERATIZIT

CIRCUIT FOIL LUXEMBOURG

CLE

CONVIS

«DUPONT»

DYNACCURATE
AUTOMATIC REMAPPING

Electris

#Believe
InSmall

FIL YOUR FUTURE

FONDATION
ENOVOS

GCL
INTERNATIONAL

FREWITT

GOOD YEAR

GRADEL

hap2U

HOUSE OF
ENTREPRENEURSHIP

HYDRÔSAT

a
sense
for
innovation
IEE

Infracain

INTRASOFT
INTERNATIONAL

i space

LUXMOBILITY
CONTRÔLE MOBILITÉ SÉCURITÉ

LUXPLAN S.A.
Ingénierie conseil

LUXSENSE
geodata s.à.r.l.

Maastricht University

MET-LUX

mpg.

Myriado

Myriado
CleanTech

SAURETEA

NO-NAIL BOXES
LIPA

OHB
LUXSPACE

PHILIP MORRIS
INTERNATIONAL

Pierre Fabre

PM-International

POLYgone
votre partenaire

POST
LUXEMBOURG

probiotic
Group

proximus

ROAMSYS

ROTAREX
VALVES - FITTINGS - REGULATORS

RSS-Hydro

SIACH
Innovation in the
green fabrics industry
Realizing the possibilities

Ssisaf

ST
life.augmented

Succy

SUD
STROUM

VILLE DE
LUXEMBOURG

XIRGI

XIRGI

ZEISS

ZERO
NANOTECH



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 de l'Agriculture,
de la Viticulture et du
Développement rural



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 des Affaires étrangères
et européennes
Direction de la Défense



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



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère d'État
Service des médias et des communications



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de la Mobilité
et des Travaux publics
Administration des ponts et chaussées



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



Fonds National de la
Recherche Luxembourg



LUXINNOVATION
#MakingInnovationHappen







**SOUTENIR LA
RECHERCHE**

Notre vision : devenir une référence en matière de recherche et d'innovation pour une société digitale, résiliente et durable. Pour donner vie à cette ambition, les services centraux et RDI de l'Institut travaillent en forte synergie. Depuis 2019, des projets d'amélioration continue sont ainsi initiés afin d'assurer cohérence et efficacité entre les activités du LIST. Des ressources humaines à l'infrastructure et la communication, l'agilité et l'adaptabilité de nos acteurs se sont illustrées au cours de cette année empreinte par la pandémie Covid-19. Face à la crise, ils ont su déployer très rapidement des conditions de travail sûres et flexibles pour tous.

« Pour construire une maison, chaque résident a son idée. Notre mission est de bâtir ensemble un environnement où chacun se sent chez soi. »

Sabina Quijano,
chargée de la diversité et de l'inclusion



FAVORISER UNE RECHERCHE INDÉPENDANTE DANS UN ECOSYSTÈME DE TRAVAIL RESPONSABLE ET DURABLE

Le respect est au cœur des valeurs du LIST, que ce soit envers l'environnement ou ses employés. Afin de favoriser un écosystème de travail responsable et durable, une équipe « Sustainability at LIST » alliant des représentants de nos services centraux et départements de recherche a vu le jour. Au cours de l'année 2020, ce groupe de travail a procédé à l'évaluation détaillée de l'empreinte carbone de l'Institut et émis de premières recommandations. Ces dernières, validées par le Comité de direction, seront mises en œuvre dès 2021.

La diversité est pour nous synonyme de richesse personnelle et professionnelle. Ce moteur d'innovation ne peut pleinement s'exprimer que lorsque les biais interculturels s'effacent pour faire place au respect. Pour y parvenir, Sabina Quijano est en charge du nouveau projet « Diversity & Inclusion » du LIST. Première étape pour établir les fondations d'une culture d'entreprise inclusive, un état des lieux exhaustif a débuté en fin d'année avec comme ambition la définition d'une Charte de la Diversité et de l'Inclusion en 2021. Des initiatives parallèles sont menées en vue d'implémenter en 2021 un Code et Comité d'Éthique adaptés aux activités administratives, de recherche, et de partenariats de l'Institut. Depuis 2016, le LIST est par ailleurs membre de la Luxembourg Agency for Research Integrity (LARI), qui vise à promouvoir une conduite responsable de la recherche ainsi qu'à assurer une enquête et une investigation indépendantes en cas d'inconduite scientifique présumée.

ATTIRER ET SOUTENIR LES NOUVEAUX TALENTS

Fruit de travaux préparatoires menés en 2019, l'équipe « Talent acquisition » récemment mise en place a permis de repérer et d'attirer plus de 80 nouveaux talents au cours de l'année. Une réussite poursuivie par la configuration de « Skeeled », un nouveau logiciel prédictif d'acquisition de talents », qui sera déployé début 2021. Les missions menées en 2020 par nos ressources humaines se sont aussi concentrées sur le développement de nouveaux outils et ressources pour accompagner au mieux chaque individu dans son épanouissement professionnel. Face à la pandémie, les offres de formation professionnelles ont été adaptées, en mettant notamment à disposition de tous la plateforme LinkedIn Learning. Des travaux préparatoires ont aussi été initiés et se poursuivront en 2021 en vue d'offrir aux employés la possibilité de développer leur Plan de Développement Personnel.



UN ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE SÛR ET FIABLE

En raison de ses activités de recherche, le LIST fait face à des risques importants pour la santé, la sécurité et l'environnement. Des équipements de gaz, aux installations électriques et produits chimiques, de multiples dimensions sont prises en compte pour garantir un environnement de travail sûr. À ce titre, un projet interne d'amélioration continue travaille au développement et à l'optimisation d'outils, formations, systèmes et procédures pour maintenir l'« Objectif Zéro » de l'Institut visant à éliminer tout risque d'accidents graves. Au-delà d'une campagne de sensibilisation interne, les études préliminaires menées en 2020 ont notamment permis d'établir un plan d'action pour améliorer notre outil de suivi des incidents, accidents et de la réglementation, pour publier un appel d'offres pour un nouveau logiciel d'inventaire de produits chimiques, mais aussi pour dessiner le cadre de directives standardisées sur la bio-sécurité.

Pour garantir un environnement de travail fiable et innovant, le LIST s'intéresse aussi à sa gestion des données de recherche. Une enquête a été menée en interne en vue d'établir des recommandations et de développer des solutions optimisées pour stocker et traiter efficacement les données de recherche de l'Institut au cours de leur cycle de vie. Ce nouvel outillage devrait prochainement prendre vie. Il permettra également d'accompagner les chercheurs dans la gestion des données de leurs projets, pour lesquels les organismes de financement requièrent de plus en plus un plan de gestion défini.



REPOUSSER LES FRONTIÈRES DE L'INNOVATION

L'impact est le moteur de notre excellence et nombreuses sont les initiatives du LIST pour assurer le transfert des résultats de la recherche vers le marché. Afin d'encourager une innovation technologique stratégique, l'Institut a décidé de créer un «Technology Transfer Office – TTO» en 2020. Le TTO soutiendra le LIST dans sa mission en transférant nos technologies et favorisant la commercialisation de nos recherches à travers plusieurs champs d'actions, tels que les partenariats industriels, les affaires européennes, la propriété intellectuelle, ainsi que le conseil et l'incubation pour les start-ups.

Le LIST a également soutenu l'innovation par la mise en place d'une politique encadrant le lancement de nouvelles entreprises et de processus relatifs à la propriété intellectuelle. Enfin, l'Institut a aussi renforcé son CRM pour une gestion optimisée des partenariats et une veille active du marché au sein de nos départements RDI.



UN SUIVI OPTIMISÉ POUR PLUS D'EFFICACITÉ

Indépendamment de sa nature, chaque projet nécessite une gestion efficace et harmonieuse où les rôles et responsabilités des intervenants sont établis. Dans cette optique, un projet interne a débuté en 2019 et poursuivi sa première phase axée sur la définition du processus en 2020. Dans ce cadre, environ 60 projets ont été retenus au cours de cette année. La seconde phase s'orientera sur l'exécution du projet, son archivage, au retour d'expérience, mais aussi sur l'outillage. En tant que démarche d'amélioration continue, une enquête sera également menée en 2021 afin de recueillir les propositions constructives des acteurs du LIST.

Débutés en 2019, les efforts d'optimisation menés pour une restitution financière (reporting, analyse) plus efficace ont abouti. De nouveaux rapports sont désormais à disposition de nos chercheurs via la plateforme BusinessObjects. Une nouvelle application a également été déployée pour une meilleure gestion et valorisation des ressources impliquées à travers nos projets. Cette interface ergonomique et intuitive donne une vue à la fois globale et individuelle des efforts investis.





| LE LIST EN BREF

Au 31/12/2020

collaborateurs | **646****65 %**

hommes

**35 %**

femmes



nationalités

76 %chercheurs ou
spécialistes de
l'innovation

RESSOURCES HUMAINES

Pour l'ensemble de l'année 2020

83 | personnes
embauchées
en 2020**94**doctorants
accueillis au LIST
en 2020

SCIENCE ET TRANSFERT

**9**

licences payantes

205articles
scientifiques
dans revues
1^{er} quartile**1**

spin-off

110 | projets
compétitifs
nationaux



36 projets
compétitifs
européens

1

projet compétitif
international
(hors EU)

6,58 %

de revenus en
prestation de services

128 

projets collaboratifs
et assimilés

Σ 345 | 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.

NOMBRE DE CONTRATS EN COURS PAR PAYS

EUROPE

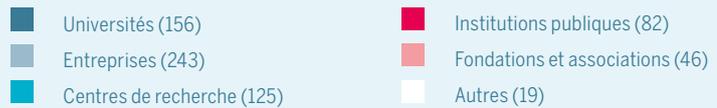
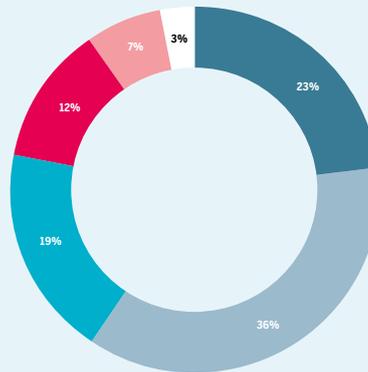
France	110
Allemagne	68
Belgique	59
Espagne	56
Italie	52
Royaume-Uni	44
Pays-Bas	38
Portugal	28
Autriche	21
Grèce	20
Finlande	19
Turquie	14
Danemark	12
Hongrie	11
Pologne	10
République Tchèque	9
Bulgarie	8
Norvège	8
Suisse	8
Croatie	6
Irlande	6
Suède	6
Chypre	5
Estonie	5
Lituanie	5
Lettonie	4
Slovaquie	3
Slovénie	3
Roumanie	2
Albanie	1
Serbie	1
Ukraine	1
Islande	1

MONDE

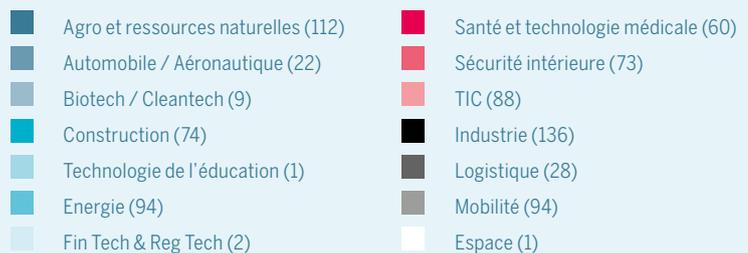
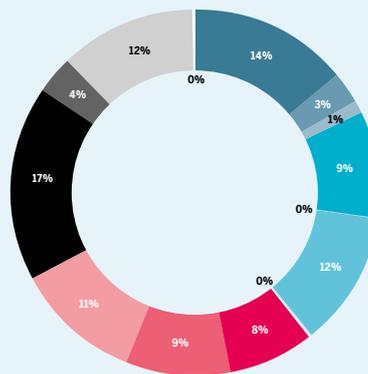
Etats-Unis d'Amérique	11
Canada	3
Tunisie	3
Egypte	2
Israël	2
Australie	1
Ethiopie	1
Iran	1
Maroc	1
Sierra Leone	1
Singapour	1

COLLABORATIONS INTERNATIONALES

RÉPARTITION PAR TYPE DE PARTENAIRE DES PARTENARIATS EN COURS EN 2020



COUVERTURE PAR MARCHÉ DES PARTENARIATS EN COURS EN 2020



ANTONELLI Marta :

« Tracing hydrological connectivity », University of Wageningen, 25/05/2020

BENGASI Giuseppe :

« Synthesis and Deposition of Directly Fused Porphyrin Tapes by Chemical Vapour Deposition Approach », University of Mainz, 08/05/2020

BERTUCCI Marie :

« Bioprospecting for new carbohydrate active enzymes from the microbiomes of the termite gut and the anaerobic digestion process: an omics mediated approach », Université Catholique de Louvain, 18/12/2020

CHARY Aline :

« In vitro model development for the assessment of the sensitizing potential of chemicals at the alveolar barrier », University of Trier, 29/06/2020

DAHER Elie :

« Enabling Participation In Performance-Driven Architectural Design In The Early Design Stage », KU Leuven, 27/11/2020

DEPAIFVE Sébastien :

« Thermal conductivity enhancement of graphene nanoplatelets/epoxy composites - covalent functionalization with nitrene chemistry for reducing the interfacial thermal resistance », Université du Luxembourg, 11/09/2020

GLASER Barbara :

« On synergies between spatially-distributed, physically-based simulations and field observations in catchment hydrology », University of Bayreuth, 30/04/2020

GODART Nicolas :

« Inkjet-printed piezoelectric films for transducers », Université du Luxembourg, 15/07/2020

MARYNOWSKA Martyna :

« Unravelling the termite digestion process complexity - a multi-omics approach applied to termites with different feeding regimes », Université libre de Bruxelles, 24/04/2020

PEREIRA GONCALVES Mauro :

« Study Of Complex Ferroic Oxides By Large-Scale First-Principles Simulations », Université du Luxembourg, 20/07/2020

RASTOGI Rishabh :

« Engineered Electromagnetic Hot-Spots For Highly Sensitive (Bio)Molecular Detection By Plasmonic Spectroscopies », Université de Technologie de Troyes, 06/11/2020

RODRIGUEZ Nicolas :

« Improving the conceptualization of the streamflow travel time distribution and its estimation from isotopic tracers », Karlsruhe Institute of Technology (KIT), 04/02/2020.



CONSEIL D'ADMINISTRATION 2020



Photo de gauche à droite: Robert Kerger, Etienne Jacqué, Letizia Lukas, Candi Carrera, Thomas Kallstenius, Marie-Christine Mariani, Eva Kremer, Jacques Lanners, Tom Battin, Caroline Roch, Diane Wolter, Isabelle Kolber et Stéphane Jacquemart

OBSERVATEURS

Thomas Kallstenius

Directeur général

Stéphane Jacquemart

Président de la Délégation du personnel

COMMISSAIRE DU GOUVERNEMENT

Robert Kerger

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

SECRÉTAIRE ADMINISTRATIVE

Caroline Roch

Responsable du service juridique

MEMBRES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

Jacques Lanners

Administrateur indépendant (Luxembourg) - Président

Eva Kremer

Directeur adjoint de la Société nationale de crédit et d'investissement (Luxembourg) - Vice-présidente

Tom Battin

Professeur à l'École polytechnique fédérale de Lausanne (Suisse)

Candi Carrera

Country manager de Microsoft Luxembourg (Luxembourg)

Etienne Jacqué

Corporate R&D manager chez CEBI International SA (Luxembourg)

Isabelle Kolber

Chef de laboratoire au SEBES (Syndicat des eaux d'Esch-sur-Sûre - Luxembourg)

Letizia Lukas

Managing director de exigio SA (Luxembourg)

Marie-Christine Mariani

CEO de MCM SARL (Luxembourg)

Diane Wolter

Conseiller indépendant de philanthropie (Luxembourg)

DIRECTION GÉNÉRALE



Dr Thomas Kallstenius
Directeur général

DÉPARTEMENTS RDI



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



Dr Mathias Link
Directeur ad interim, European Space
Resources Innovation Centre (ESRIC)



Prof. Dr Eric Dubois
Directeur, IT for Innovative Services
(ITIS) jusqu'au 31/07/2020



Dr Markus Eisenhauer
Directeur, IT for Innovative Services
(ITIS) à partir du 01/08/2020



Dr Damien Lenoble
Directeur, Materials Research
and Technology (MRT)

RESSOURCES HUMAINES



Kristel Wiliquet
Directrice des Ressources Humaines

FINANCE & ADMINISTRATION



Laurent Cornou
Directeur Administratif et Financier

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 2020

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 23 avril 2021.

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

Actif (en euros)	2020	2019
Actif immobilisé		
Immobilisations incorporelles	696.967,11	658.491,56
Concessions, brevets, licences, marques ainsi que droits et valeurs similaires	696.967,11	658.491,56
Immobilisations corporelles	27.440.114,82	23.636.202,55
Terrains et constructions	331.786,91	459.697,36
Installations techniques et machines	20.397.924,66	20.234.147,74
Autres installations, outillage et mobilier	1.380.744,02	1.223.056,31
Acomptes versés et immobilisations corporelles en cours	5.329.659,23	1.719.301,14
Immobilisations financières	468.832,74	460.938,20
Parts dans des entreprises liées	415.938,20	410.938,20
Créances sur des entreprises liées	-	-
Titres ayant le caractère d'immobilisations	52.894,54	50.000,00
Total de l'actif immobilisé	28.605.914,67	24.755.632,31
Actif circulant		
Stocks	488.118,66	374.088,69
Matières premières et consommables	488.118,66	374.088,69
Créances	32.031.272,11	23.317.420,05
Créances résultant de ventes et prestations de services	3.623.685,92	2.788.234,22
Autres Créances	28.407.586,19	20.529.185,83
Avoirs en banques, avoirs en compte de chèques postaux, chèques et encaisse	68.072.784,59	72.483.196,58
Total de l'actif circulant	100.592.175,36	96.174.705,32
Comptes de régularisation	1.120.581,48	763.295,59
Total du bilan (actif)	130.318.671,51	121.693.633,22
Capitaux propres et passif (en euros)	2020	2019
Capitaux propres	91.404.756,97	86.332.785,70
Dotations	37.518.673,70	37.518.673,70
Réserves	45.056.865,96	43.778.865,96
Résultats reportés	3.757.246,04	
Résultat de l'exercice	5.071.971,27	5.035.246,04
Provisions	145.000,00	70.000,00
Dettes	37.933.013,71	32.669.112,27
Acomptes reçus sur commandes pour autant qu'ils ne sont pas déduits des stocks de façon distincte	28.490.069,33	24.559.069,71
Dettes sur achats et prestations de services	3.128.670,36	2.638.665,67
Autres dettes	6.314.274,02	5.471.376,89
Dettes fiscales	1.333.413,55	1.199.096,82
Dettes au titre de la sécurité sociale	1.659.690,77	1.532.290,18
Autres dettes	3.321.169,70	2.739.989,89
Comptes de régularisation	835.900,83	2.621.735,25
Total du bilan (capitaux propres et passif)	130.318.671,51	121.693.633,22

COMPTE DE PROFITS ET PERTES POUR L'EXERCICE 2020

	2020	2019
Chiffre d'affaires net	6.884.068,34	8.492.157,53
Autres produits d'exploitation	71.511.472,23	65.485.112,93
Matières premières et consommables et autres charges externes	-14.506.072,71	-15.192.309,30
Matières premières et consommables	-5.644.615,43	-5.371.156,65
Autres charges externes	-8.861.457,28	-9.821.152,65
Frais de personnel	-50.634.886,13	-46.659.340,76
Salaires et traitements	-44.819.958,89	-41.221.565,07
Charges sociales	-5.702.174,75	-5.371.221,07
couvrant les pensions	-3.460.167,45	-3.225.918,68
autres charges sociales	-2.242.007,30	-2.145.302,39
Autres frais de personnel	-112.752,49	-66.554,62
Corrections de valeur	-5.942.771,90	-5.666.324,78
sur frais d'établissement et sur immobilisations corporelles et incorporelles	-5.829.294,90	-5.402.861,78
sur éléments de l'actif circulant	-113.477,00	-263.463,00
Autres charges d'exploitation	-2.219.181,54	-1.441.252,74
Autres intérêts et autres produits financiers	15.285,22	21.938,43
provenant d'entreprises liées	-	-
autres intérêts et produits financiers	15.285,22	21.938,43
Corrections de valeur sur immobilisations financières et sur valeurs mobilières faisant partie de l'actif circulant	-	-
Intérêts et autres charges financières	-35.942,24	-4.735,27
concernant des entreprises liées	-	-
autres intérêts et charges financières	-35.942,24	-4.735,27
Résultat après impôts sur le résultat	5.071.971,27	5.035.246,04
Résultat de l'exercice	5.071.971,27	5.035.246,04



IMPRESSUM

Editeur

Luxembourg Institute of Science and Technology

Mise en page

Luxembourg Institute of Science and Technology

Crédits photographiques et iconographiques

Olivier Minaire, Marie De Decker, Luxembourg Institute of Science and Technology

© LIST, Esch-sur-Alzette | Juin 2021

Suivez-nous sur les réseaux sociaux



www.list.lu

