



Laboratoire Nanotechnologies et Nanosystèmes

IRL-LN2, CNRS 3463

LN2
Bilan Annuel 2021



Université de
Sherbrooke



INSTITUT NATIONAL
DES SCIENCES
APPLIQUÉES
LYON



ÉCOLE
CENTRALE LYON



Avec le soutien du

Fonds de recherche
Nature et
technologies



Mot de la direction	3
À propos du LN2.....	5
Le LN2 en quelques schémas et chiffres	6
Faits marquants.....	10
Les chercheurs du LN2 impliqués dans le projet Santé Digitale : près de 1 M\$ du Programme des Nations Unies pour le développement pour transformer la santé communautaire au Mali.....	10
Céline Verchère et ses collaborateurs publient l’ouvrage « Innover en conscience : une approche par les Usages Responsables »	10
Démonstration de la plus petite cellule solaire triple jonction au monde par les équipes du LN2.....	11
Les chercheurs du LN2 et de l’UdeS s’associent avec Bell et Stace au profit de l’environnement	11
Un étudiant du LN2 à la finale mondiale du concours « Map the System » 2021.....	11
Michel Pioro Ladrière et son équipe en lice au palmarès Québec Science 2020	12
Organisation par le LN2 des Rendez-vous SHS	12
.....	14
Prix et distinctions	15
Prix de communications scientifiques	15
Bourses d’excellences.....	15
Thèses soutenues.....	16
Liste des thèses du LN2 pour l’année 2021 (lien dynamique) :.....	16

Le LN2 : présentation générale

Au 1er janvier 2021, le LN2 a été renouvelé pour une période de 5 ans. Cette année marque donc le début d'un nouveau contrat quinquennal pendant laquelle le LN2 contribuera à fournir une recherche de haut niveau au service de la société. À cette occasion, le LN2 prend le statut d'IRL (International Research Laboratory, en remplacement d'UMI pour Unité Mixte Internationale), et la programmation scientifique a été légèrement revue en renommant les axes de recherche et en identifiant des activités liées à des domaines d'interfaces.

L'année 2021 a également été marquée, comme partout, par la pandémie de Covid-19. Les méthodes de travail héritées de l'année 2020 ont permis de réduire les impacts négatifs de cette poursuite de la pandémie sur les conditions de travail. Bien que cette année soit restée bouleversée par un confinement partiel, les activités de recherche du LN2 ont continué, et ont conduit à plusieurs belles réussites.

Ce rapport annuel, le premier du genre pour le LN2, rassemble les faits saillants principaux du LN2 pour l'année 2021. Non exhaustif, il présente quelques situations dans lesquelles le LN2 s'est particulièrement illustré.

Ces faits marquants, et tous les succès du LN2, restent le fruit du travail d'équipe et de l'implication de l'ensemble de ses membres, aussi bien du corps professoral, que professionnel et étudiant.

*Michael Canva, Vincent Aimez,
Maxime Darnon et Céline Verchère*

À propos du LN2

Le Laboratoire Nanotechnologies Nanosystèmes (LN2) est une IRL « International Research Laboratory », (Unité Mixte Internationale, UMI, suivant l'ancienne dénomination CNRS) localisée à Sherbrooke, au Canada, et dont les tutelles sont le CNRS, l'Université de Sherbrooke, l'INSA Lyon, Centrale Lyon, et l'Université Grenoble Alpes. Le LN2 a un fort ancrage Rhône-Alpin, avec de nombreux échanges de professeurs et d'étudiants avec cette région, et plus généralement avec la France. Cet ancrage est également appuyé par le laboratoire commun avec STMicroelectronics dont la majorité des collaborateurs sont basés à l'usine de Crolles à proximité de Grenoble. L'Institut de rattachement au CNRS est celui de l'INSIS – Institut National des Sciences de l'Ingénieur et des Systèmes. À l'Université de Sherbrooke, le LN2 implique non seulement la Faculté de Génie, mais aussi celle des Sciences, celle de la Médecine et des Sciences de la Santé ainsi que celle des Lettres et Sciences Humaines.

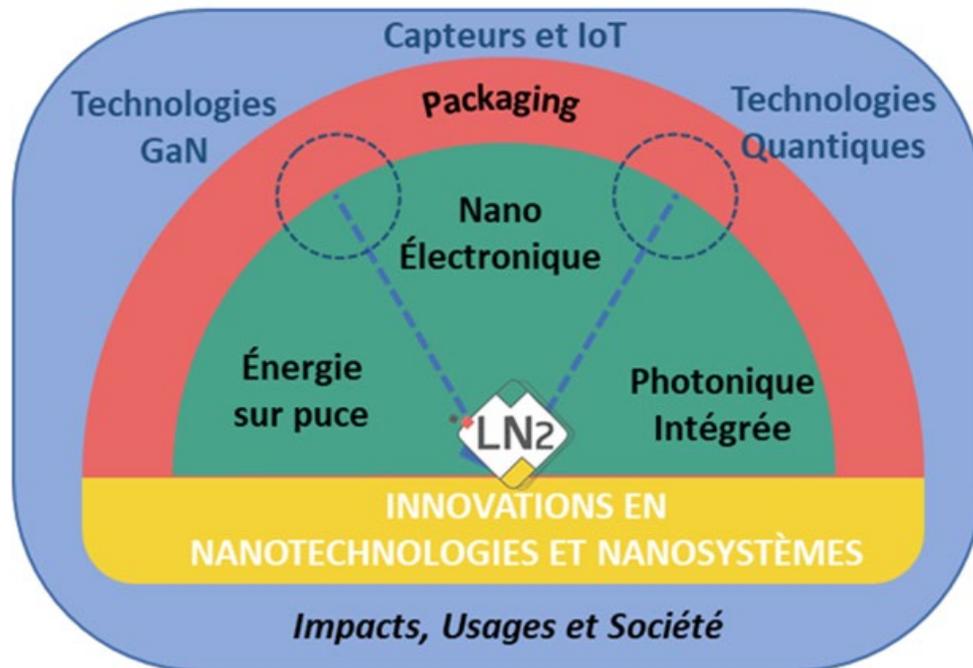
Construit sur la complémentarité des cultures France/Europe et Québec-Canada/Amérique du Nord, le milieu de recherche offert aux membres du LN2 est particulièrement mis en valeur via de très nombreuses thèses de doctorat en cotutelle entre la France et le Québec. Véritable « identifiant » du LN2, ce mode de collaboration scientifique et de formation de personnel hautement qualifié est particulièrement bien adapté aux défis scientifiques et sociétaux à relever.

Tous les deux ans, le LN2 organise le Colloque LN2 qui regroupe près de 200 personnes issues du LN2, de ses partenaires académiques et de ses partenaires industriels, qui échangent sur leurs collaborations en cours et le montage de nouveaux projets (reporté en 2020 et programmé en 2022).

Les activités scientifiques du LN2 s'appuient sur les micro/nanotechnologies, et se déclinent en 5 axes de recherche, à savoir Nano Électronique, Énergie sur puce, Systèmes photoniques, Packaging ainsi qu'Impact, Usages et Société. Les activités de recherche de haut niveau conduites au sein de ces axes visent à couvrir tous les aspects de la technologie, des matériaux aux systèmes, en s'appuyant plus particulièrement sur les composants fabriqués en salles blanches. Les axes transverses Packaging et Impacts, Usages et Société sont alors la clé du transfert des technologies vers leur utilisation finale. Des activités à l'interface entre les axes dont notamment en technologies GaN, en technologies quantiques, et en technologies de capteurs sont également identifiées comme des vecteurs clef de collaboration au sein du laboratoire.

Les recherches sont menées de manière décloisonnée en fortes collaborations avec les utilisateurs et en particulier le tissu industriel. Le LN2 bénéficie des infrastructures de l'Université de Sherbrooke, à savoir l'Institut Interdisciplinaire d'Innovation Technologiques (3IT), l'Institut Quantique (IQ) et le Centre de Collaboration MiQro Innovation (C2MI) formant la chaîne d'innovation intégrée, ainsi que de l'Institut de Pharmacologie (IPS) situé sur le campus de la santé UdeS.

Le LN2 en quelques schémas et chiffres



5 axes de recherche

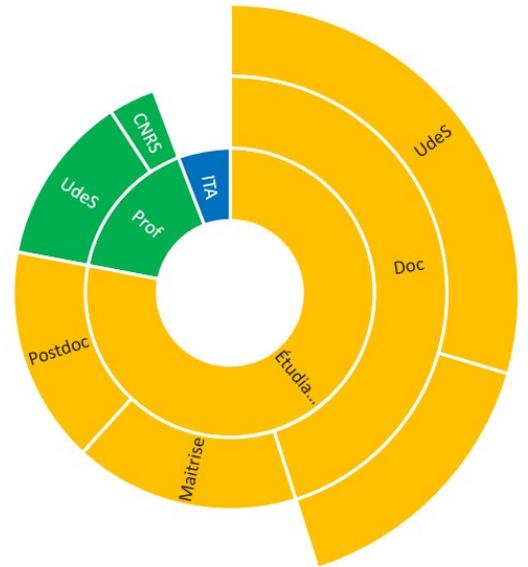
- Énergie sur puce
- Nano Electronique
- Photonique Intégrée
- Packaging
- Impacts, Usages et Société

3 domaines d'interface

- Technologies GaN
- Capteurs et Internet des Objets
- Technologies Quantiques

173 membres

- 22 Professeurs Université de Sherbrooke de 4 facultés
 - Génie
 - Sciences
 - Médecine et Sciences de la Santé
 - Sciences Humaines et Sociales
- 6 expatriés CNRS / Universités françaises
- 10 professionnels de recherche
- 135 personnes étudiantes :
 - 28 postdoc
 - 51 doctorats hors cotutelles
 - 27 doctorats en cotutelle
 - 29 maitrises



2021 a notamment vu l'arrivée des professeurs :



Rémi Dreyfus

CR CNRS, de l'IRL COMPASS (Solvay/Upenn)



Alain Letourneau

Professeur titulaire au département de philosophie et d'éthique appliquée – FLSH - UdeS



André Lacroix

Professeur titulaire au département de philosophie et d'éthique appliquée – FLSH - UdeS



Charles-Étienne Daniel

Professeur de droit et technologies - Faculté de droit - UdeS

Le laboratoire commun avec ST Microelectronics :

- Axe 1 : Fonctions innovantes en BEOL sur circuits CMOS
- Axe 2 : Systèmes Photoniques
- Axe 3 : Thermique et «Énergétique sur puce
- Axe 4 : Informatique Quantique à base de FDSOI



14 thèses en cotutelle (CIFRE) avec St Microelectronics depuis sa création en 2012.

L'écosystème du LN2 :

Le LN2 a accès à la **chaîne d'innovation intégrée** comprenant l'Institut Quantique (IQ), l'Institut Interdisciplinaire d'Innovations Technologiques (3IT) et le Centre de Collaboration MiQro Innovation (C2MI).

- 90M\$ d'investissements depuis 2018
- 1G\$ d'investissements depuis 2010 (60%privé)



5 titulaires de chaires de recherche industrielles :

- Chaire de recherche industrielle CRSNG-Teledyne pour les microsystèmes et la photonique de prochaine génération – **Paul Charette et Luc Fréchette**
- Chaire CRSNG-IBM Canada sur l'intégration hétérogène de haute performance – **Dominique Drouin et Julien Sylvestre**
- Chaire de recherche C2MI en encapsulation microélectronique avancée – **David Danovitch**



Publications :

39 publications scientifiques

50 conférences dont près d'une dizaine invitées

[Lien dynamique vers liste bibliographique à jour du LN2 sur base HAL](#)

Faits marquants

Faits marquants

Les chercheurs du LN2 impliqués dans le projet Santé Digitale : près de 1 M\$ du Programme des Nations Unies pour le développement pour transformer la santé communautaire au Mali

Les chercheurs étudieront le potentiel de l'énergie solaire, et l'impact de la santé digitale sur les populations locales.



Les intervenantes et intervenants du projet ont transformé cinq centres de santé communautaire au Mali

Photo : Fournie



La couverture du livre Innovier en conscience : une approche par les Usages Responsables.

Photo : Fournie

Céline Verchère et ses collaborateurs publient l'ouvrage « Innovier en conscience : une approche par les Usages Responsables »

Fruit de plusieurs années de recherche cet ouvrage propose une approche pour innover basée sur les usages responsables.

Démonstration de la plus petite cellule solaire triple jonction au monde par les équipes du LN2

Cette cellule démontre la faisabilité de cellules efficaces à petites dimension et ouvre la voie vers le développement de modules micro-CPV.



Photo de la cellule triple jonction de 0,089mm², au bout d'un doigt, à côté d'une cellule millimétrique. Photo d'une partie de l'équipe de recherche devant le parc solaire de l'Université de Sherbrooke

Photos : Université de Sherbrooke



*La tour de télécommunication située à Dorval Lodge dans la réserve faunique La Vérendrye, en Abitibi-Témiscamingue, alimentée par des panneaux photovoltaïques dans le cadre de ce projet.
Photos fournies*

Les chercheurs du LN2 et de l'UdeS s'associent avec Bell et Stace au profit de l'environnement

Les chercheurs développeront de nouvelles méthodes de gestion de l'énergie pour alimenter par énergie solaire les stations de télécommunication autonomes en région éloignée.

Un étudiant du LN2 à la finale mondiale du concours « Map the System » 2021

L'équipe d'Adham El Ashaer (LN2) se penche sur les changements climatiques et le genre.



*Adham Elshaer
Photo : Fournie*



Michel Pioro Ladrière
Photo : Université de Sherbrooke

Michel Pioro Ladrière et son équipe en lice au palmarès Québec Science 2020

L'équipe de recherche a permis d'augmenter de deux ordres de grandeur la température à laquelle le calcul quantique est possible.

Organisation par le LN2 des Rendez-vous SHS

Une série de 12 conférences sur l'innovation visant à diffuser les bonnes pratiques dans la communauté du LN2.

LES RENDEZ-VOUS

SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES DU 3IT

- ▶ Série de 12 conférences sur l'innovation et son impact dans la société
- ▶ Gratuit
- ▶ Ouvert à tous




Plusieurs reconnaissances pour un projet du LN2 en collaboration avec Ampere et INL de Lyon sur le transport de masse actif pour les capteurs plasmoniques.

Plusieurs prix de communications et bourses d'excellence pour les étudiants impliqués soulignent l'intérêt de la communauté pour ces travaux.

Publication d'un article scientifique sur l'IA et les technologies quantiques

Un article scientifique portant sur l'intelligence artificielle et les technologies quantiques vient d'être publié dans le journal « Machine Learning: Science and Technology ». Ce projet est le résultat d'une collaboration entre le 3IT/LN2, l'University of Waterloo, le Perimeter Institute et l'Institut quantique - Université de Sherbrooke.



Victor Yon, doctorant au 3IT/LN2 et deuxième auteur de cet article scientifique



Le 3IT/LN2 rayonnent doublement à l'international!

Dans le cadre de la réalisation de sa maîtrise en génie électrique au 3IT/LN2, Nikhil Garg a obtenu des résultats au-dessus de l'état de l'art du domaine. De ce fait, il a eu l'opportunité de présenter ses travaux de recherche à la prestigieuse International Conference on Neuromorphic Systems (ICONS). De plus, l'article en lien avec ce projet a été publié dans la banque de données scientifiques ACM Digital Library.

L'étudiant Nikhil Garg poursuit ses travaux de recherche dans le cadre d'un doctorat en cotutelle entre le LN2 et le IEMN.

Prix, distinctions
Thèses soutenues

Prix et distinctions

Prix de communications scientifiques

Gold Viji Award 2021 – prix meilleure présentation jeune chercheur

Tridimensional micro-nano structuration & fonctionnalisation of substrates for sensitive & fast DEP/SPRI biochip system

Oleh Andreiev, Jean-Pierre Cloarec, Marie Frénéa-Robin, Paul G. Charette, Michael Canva, Julien Marchalot
SBCN 2021, 15th International Symposium on Biochromatography and Nanoseparations, May 2021, Virtual conference, France

Prix de recherche IC-IMPACTS HQP 2021

Amanpreet Singh, stagiaire postdoctoral, lauréat du prix de recherche IC-IMPACTS HQP 2021 pour son article sur la détoxification des pesticides. IC-IMPACTS Research Centre of Excellence est un centre dédié au développement de collaborations de recherche entre le Canada et l'Inde.

Bourses d'excellences

Bourse d'excellence Actions Doctorales Internationales (ADI)

Réalisation d'un système de biopuce plasmonique pour le suivi clinique en temps réel des micro-ARN et des marqueurs inflammatoires

Coline Beltrami, *Université Paris-Saclay*, octobre 2021.

Bourse IDEXLyon

Micro-nano structuration tridimensionnelle et fonctionnalisation de substrat pour système de biopuce DEP/SPRI, sensible et rapide

Oleh Andreiev, *Université Paris-Lyon*, mai 2021

Thèses soutenues

Un total de huit thèses dirigées par un membre du LN2 ont été soutenues en 2021 dont aucune cotutelle. Ce chiffre, probablement imputable à la pandémie, n'est pas représentatif du volume d'étudiants du laboratoire qui approche en général les 20 thèses soutenues par an dont 30 à 40% de cotutelles.

[Liste des thèses du LN2 pour l'année 2021 \(lien dynamique\) :](#)

[Design and fabrication of normally-off vertical GaN power FinFET](#)

Nedal Al Taradeh

Engineering Sciences [physics]. Université de Sherbrooke (Québec, Canada), 2021. English

[Étude du contact électromécanique Au-Ru/AlCu pour les MEMS RF ohmiques : modélisation, intégration et caractérisation](#)

Mohamed Najah

Engineering Sciences [physics]. Université de Sherbrooke (Québec, Canada), 2021. English

[Understanding self-oscillations in the single-branch pulsating heat pipe](#)

Albert Tessier-Poirier

Engineering Sciences [physics]. Université de Sherbrooke (Québec, Canada), 2021. English

[Polissage mécano-chimique pour la fabrication de films minces de silicium poly-cristallin dopé in-situ en bore et leur assemblage par collage direct](#)

Romain Stricher

Sciences de l'ingénieur [physics]. Université de Sherbrooke (Québec, Canada), 2021. Français

[Étude des propriétés électroniques et de la dynamique des charges dans diverses nanostructures semi-conductrices par la spectroscopie térahertz](#)

Défi Junior Jubgang Fandio

Engineering Sciences [physics]. Université de Sherbrooke (Québec, Canada), 2021. English

[Synthèse et caractérisation de nanocomposites à base de silicium ou de germanium mésoporeux carbonisés pour des applications thermoélectriques](#)

Stéphanie Sauze

Sciences de l'ingénieur [physics]. Université de Sherbrooke (Québec, Canada), 2021. Français

[Conception d'un circuit pour la lecture de capteurs de température et d'humidité à base de nanotube de carbone intégré au sein d'assemblages microélectroniques](#)

Quentin Vandier

Sciences de l'ingénieur [physics]. Université de Sherbrooke (Québec, Canada), 2021. Français

[Développement de la nanostructuration de germanium par gravure électrochimique pour des applications en tant qu'anode sur puce pour batterie lithium-ion](#)

Mohamed El-Gahouchi

Sciences de l'ingénieur [physics]. Université de Sherbrooke, 2021. Français.

www.usherbrooke.ca/ln2/

Contact :

christelle.hauchard@usherbrooke.ca