



# RAPPORT D'ACTIVITÉS 2015-2019

Institut de biologie intégrative  
et des systèmes (IBIS)



UNIVERSITÉ  
LAVAL

#### **RECHERCHE, RÉDACTION ET RÉVISION**

Bérénice Bougas, Louis Bernatchez

Avec la collaboration des chercheurs et chercheuses membres de l'IBIS

LLI Complément Direct

#### **CRÉDITS DES PHOTOS**

Mario Boutin, Eric Normandeau, Axelle Marchant, Marc Robitaille, Adriano Da Silva Magesky et Dennis Sarazin, Laboratoire Steve Charette, Laboratoire Louis Bernatchez, Laboratoire François Belzile, Laboratoire LARSA, Laboratoire Jean-Sébastien Moore, Laboratoire chaire en génomique forestière, Laboratoire Christian Landry, Laboratoire Laboratoire Mélanie Lemire, Laboratoire Alexander Culey, Laboratoire Claude Lemieux, Laboratoire Patrick Lagüe, Laboratoire Rong Shi, Laboratoire Roger Levesque et Lawrence Goodridge, plateforme imagerie microscopie, Marie-Pierre Brochu, La semaine Verte- Radio Canada, 123RFWangel/LeSoleil, Fibrose kystique Canada, Fonds de recherche Nature et technologies Québec, Physalia Course, Québec Science, The Plant Journal, Le Soleil, IC-IMPACTS, CRSNG, American Fisheries Society, FSG, Génomique Québec, Radio-Canada, La Prensa, Le Nouvelliste

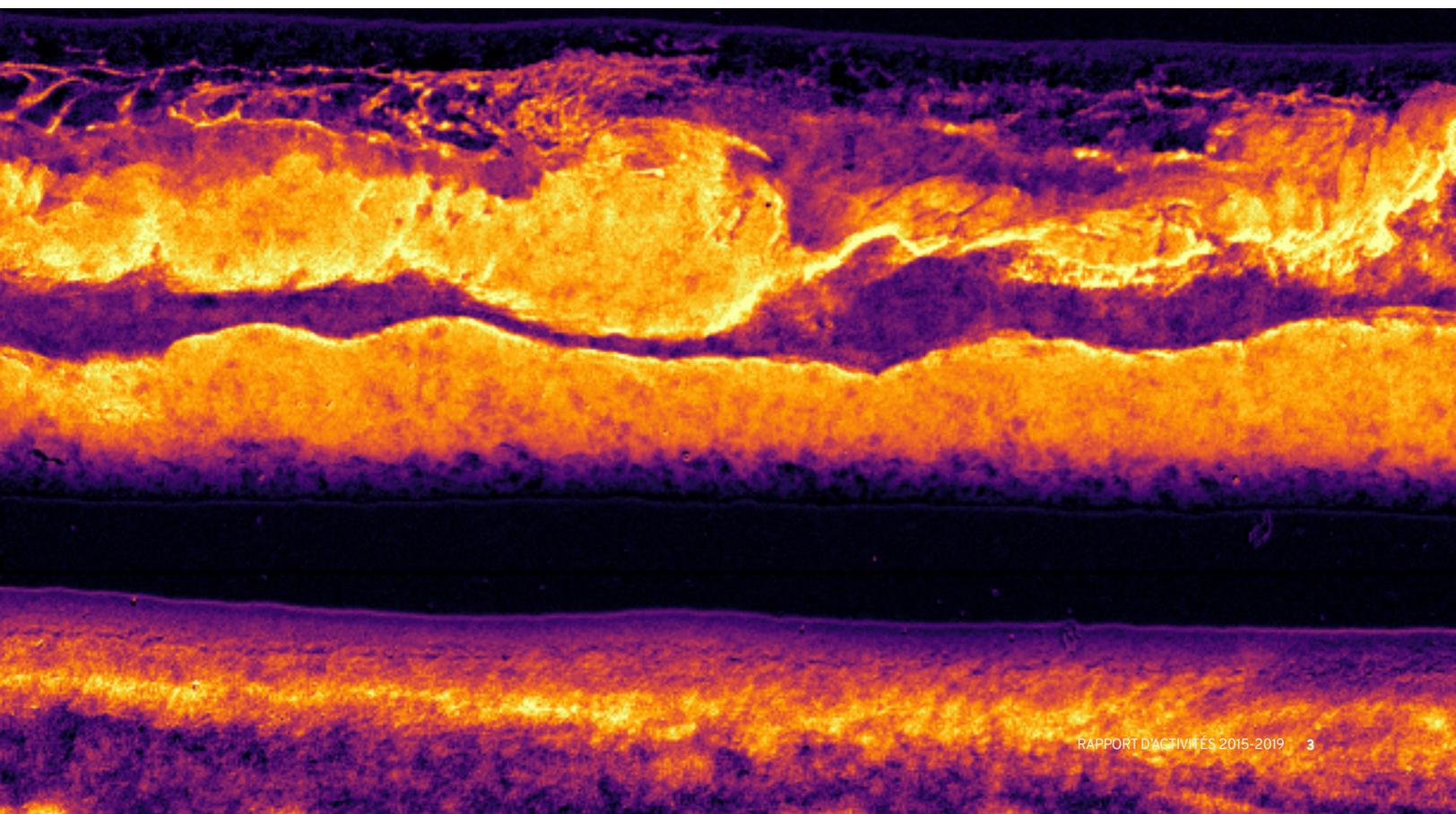
#### **CONCEPTION ET GRAPHISME**

Bérénice Bougas, Service de reprographie de l'Université Laval

© 2019 – IBIS, Université Laval

# TABLE DES MATIÈRES

Mot du directeur	4
Interdisciplinarité – Mission commune	6
L'IBIS, dynamisme et productivité en recherche	8
Nouvelles équipes à l'Institut	12
La recherche en lien avec des enjeux sociétaux	14
Nos plateformes de services	20
Formation des étudiants et des étudiantes à l'IBIS	22
Collaborations nationales et internationales	24
Reconnaisances	26
Transfert des connaissances et vulgarisation du savoir	29



# MOT DU DIRECTEUR



Interdisciplinarité et recherche intégrative. Voilà bien les termes qui caractérisent l'IBIS, dont nous célébrons cette année les dix ans d'existence et d'accomplissements scientifiques pour le bénéfice des sociétés québécoise et canadienne. Dans les pages qui suivent, vous pourrez prendre connaissance du bilan de nos activités et réalisations entre 2015 et 2019, lesquelles sont en lien direct avec les fondements de notre mission : FORMATION de personnel hautement qualifié dans les domaines des sciences naturelles, de la foresterie, de l'agriculture et de la recherche biomédicale; INNOVATION pour la santé humaine, animale et végétale, la production alimentaire et forestière ainsi que la protection de l'environnement et de la biodiversité; TRANSMISSION des connaissances à un public élargi et vulgarisation de la recherche.

Bilan impressionnant qui témoigne à la fois du dynamisme de toutes les équipes de recherche qui sont membres de notre Institut, ainsi que du support remarquable apporté par tous les employés et employées de l'IBIS qui nous appuient au quotidien dans la réalisation de nos travaux de recherche et la formation des étudiantes et des étudiants, en engageant le meilleur d'eux-mêmes et d'elles-mêmes dans leurs tâches et responsabilités. La synergie extraordinaire qui existe à l'IBIS entre tous les membres de son personnel crée cette cohésion de l'ensemble qui assure le bon avancement de la recherche, l'excellence de la formation ainsi qu'un milieu de travail inclusif et équitable pour toutes et tous.

Nous sommes particulièrement fiers et heureux d'avoir recruté pas moins de six nouvelles équipes de recherche dirigées par de jeunes chercheurs et chercheuses provenant de trois facultés qui sont venus renforcer nos rangs et ainsi contribuer au caractère interdisciplinaire et intégrateur qui démarque l'IBIS. Le leadership de nos chercheurs dans leurs domaines de recherche respectifs s'est manifesté par l'obtention de reconnaissances et prix prestigieux, ainsi que d'importants financements de recherche dans les programmes de subventions parmi les plus compétitifs et qui ont permis la réalisation de grands projets menés en collaboration étroite avec nos partenaires du milieu, autant gouvernemental que privé.

La présence à l'international de l'IBIS au cours des quatre dernières années s'est accentuée par la réalisation de projets de recherche impliquant nos partenaires dans plus de 20 pays sur tous les continents. Au niveau de la formation, c'est plus de la moitié de nos étudiants et stagiaires postdoctoraux qui sont recrutés à l'extérieur du Canada. Nous sommes également très fiers d'avoir accueilli les ateliers de formation internationale Physalia qui ont attiré à l'IBIS des participants de pas moins de 18 pays.

La mise en commun d'équipements acquis par les chercheurs de l'IBIS via l'obtention d'importantes subventions d'appareillage a rendu possible l'expansion de l'infrastructure de nos trois plates-formes de service (Analyses génomique et séquençage, Bio-informatique, Imagerie et microscopie) et ainsi de maintenir le niveau d'excellence qui caractérise la formation et les travaux de recherche réalisés à l'IBIS depuis ses débuts. La mise à niveau de ces plates-formes nous permet également de continuer à répondre aux besoins de plusieurs autres centres et équipes de recherche de l'Université Laval ainsi que ceux de nos nombreux partenaires gouvernementaux et de l'industrie. A titre d'exemple, plus de 95 % des activités de notre plate-forme d'imagerie et microscopie est dédié à desservir les besoins de chercheurs et chercheuses non-membres de l'IBIS. L'équipe du magasin scientifique que nous gérons continue aussi à servir toute la communauté universitaire en mettant à sa disposition sur le campus des milliers de produits d'usage scientifique ou courant.

Les services de nos plates-formes sont également courus par les équipes de recherche d'ailleurs au Québec ou au Canada et même de l'international. De fait, notre plate-forme d'analyses génomiques et de séquençage est sans contredit la plus importante au Canada se spécialisant dans la production et le traitement de données génomiques pour les espèces non-modèle et ce, autant dans le monde animal que végétal ou microbien.

En somme, les faits saillants mis en lumière dans ce rapport qui couvre nos quatre dernières années de réalisations témoignent de l'apport considérable, voire essentiel, de l'IBIS à la reconnaissance de l'Université Laval comme une des plus grandes universités de recherche au Canada, où elle se classe désormais au 7e rang. L'IBIS continue également de contribuer au leadership toujours plus important de l'Université Laval sur la scène internationale, autant au niveau de ses réalisations en recherche que de l'excellence de la formation qu'on y reçoit.

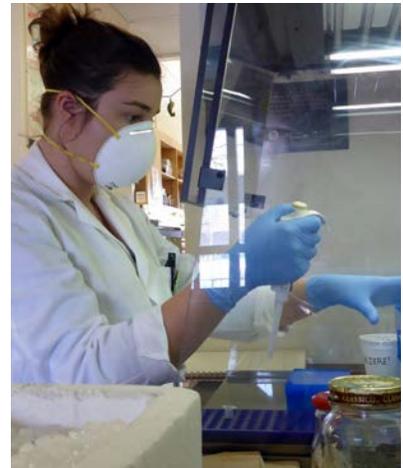
Sur une note plus personnelle, j'en profite pour remercier chaleureusement le Vice-rectorat à la recherche, à la création et à l'innovation, ainsi que les facultés de médecine, des sciences et de génie, de foresterie, de géographie et de géomatique, de même que des sciences de l'agriculture et de l'alimentation pour leur support soutenu. Enfin, merci à madame Bérénice Bougas pour son appui indéfectible dans l'exécution des tâches administratives, parfois difficiles à concilier avec les activités de recherche et d'enseignement, qui incombent à tout directeur d'institut.

Louis Bernatchez, directeur  
Professeur – Département de biologie

# INTERDISCIPLINARITÉ – MISSION COMMUNE

En combinant les approches innovantes des sciences « omiques », telles que la génomique, la protéomique, la métabolomique et la bio-informatique, à l'approche expérimentale et aux travaux de terrain, les chercheurs de l'Institut de biologie intégrative et des systèmes (IBIS) contribuent à générer de nouvelles connaissances en recherche fondamentale et appliquée. Nos chercheurs et chercheuses étudient les processus biologiques et évolutifs fondamentaux de façon intégrative, c'est-à-dire depuis la structure et les interactions moléculaires en passant par le fonctionnement de la cellule, le microbiome, la biologie des populations jusqu'à la dynamique des écosystèmes dans une démarche intégrative visant une compréhension globale de ces processus. Tout cela en vue de mieux appliquer ces connaissances dans des situations concrètes touchant plusieurs problématiques d'intérêt immédiat.

L'IBIS est un acteur incontournable en biologie intégrative fondamentale et appliquée et en biologie synthétique, ainsi qu'un important pôle d'attraction pour la formation aux cycles supérieurs, le tout dans un environnement empreint de respect, d'ouverture et de collaborations.



## MISSION

- > Comprendre les processus biologiques et évolutifs fondamentaux par la **RECHERCHE** fondamentale et l'appliquer à la compréhension des écosystèmes et du fonctionnement des systèmes.
- > Contribuer à la **FORMATION** de personnel hautement qualifié.
- > Assurer la **TRANSMISSION** des connaissances à un large public.
- > Participer à l'**INNOVATION** pour la santé humaine, animale et végétale, ainsi que la production alimentaire et forestière.



L'IBIS compte des chercheurs réguliers provenant de quatre facultés de l'Université Laval (Faculté de médecine, Faculté des sciences et de génie, Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation), et aussi des membres associés qui proviennent de l'Université Laval, de l'Université McGill et du ministère des Ressources naturelles du Canada. Les membres proviennent aussi de divers autres regroupements et centres de recherche comme le Centre d'étude de la forêt, PROTEO, Québec Océan, ArcticNet, Ressources aquatiques Québec, Centre d'études nordiques, Institut nordique du Québec, Sentinelle Nord, Takuvik, Institut Hydro-Québec, Réseau en santé respiratoire du Québec, Centre Sève, Institut sur la nutrition et les aliments fonctionnels. Les recherches de l'IBIS reposent sur le travail collaboratif exceptionnel de tous les professeurs-chercheurs, du personnel hautement qualifié et des étudiants.

En plus de l'étude des processus biologiques et évolutifs fondamentaux, les travaux de l'IBIS ont aussi pour objectifs d'appliquer ces connaissances à l'innovation de champs d'applications variés tels que les nouveaux algorithmes en bio-informatique, la santé humaine et animale, la production alimentaire, la lutte aux changements climatiques, la protection de l'environnement et la conservation de la biodiversité.

L'IBIS contribue activement à la réalisation des recherches effectuées par les autres organismes auxquels appartiennent les chercheurs.



# L'IBIS, DYNAMISME ET PRODUCTIVITÉ EN RECHERCHE

Les années 2015-2019 ont été productives pour les 27 chercheurs réguliers de l'IBIS avec plus de 55 M\$ en budget de recherche (13 M\$/année en moyenne) et plus de 4 M\$ en budget d'équipements et d'installations.

Favorisant le travail en étroite collaboration et l'approche interdisciplinaire, les chercheurs réguliers de l'IBIS ont mené des travaux en équipe représentant plus de 81% du budget annuel moyen de ces quatre dernières années alors que les

subventions individuelles représentent 13% du budget. Les quatre chaires de recherche du Canada représentent 4 % du budget et les contrats de service réalisés par les chercheurs individuels représentent 2 % du budget. Par ailleurs, le budget moyen de fonctionnement de l'IBIS (salaires, entretien des infrastructures et des équipements, fonctionnement des plateformes) est de plus de 2,5 M\$/année.

## L'IBIS EN QUELQUES CHIFFRES (DE 2015 À 2019)

**27**

chercheurs réguliers

**4**

chaires de recherche

**10**

chercheurs associés

**66**

diplômés M. Sc. et Ph. D.

**55**

professionnels de recherches,  
assistants, techniciens

**150**

projets de recherches

**190**

étudiants de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycles,  
stagiaires et chercheurs  
postdoctoraux

**600**

publications

**690**

communications  
scientifiques

**4**

facultés

Plus de  
**55 M\$**

de budget en recherche

**4 M\$**

de budget en équipement

Les subventions d'infrastructures et d'équipements obtenues en 2015-2019 ont permis de renouveler les équipements utilisés par les chercheurs et les chercheuses de l'IBIS ainsi que d'ajouter des instruments de dernières technologies pour leur permettre d'utiliser des approches innovantes en sciences «omics» pour réaliser leurs travaux de recherche. Un cytomètre en flux pour la recherche en biologie intégrative, un cytomètre multimode, un séquenceur d'ADN pour un programme de recherche intégré en écologie génomique, un appareil à PCR quantitative digitale pour la recherche sur l'écologie virale arctique, deux séquenceurs Illumina MiSeq et six séquenceurs Ion Proton ont été acquis par les chercheurs de l'IBIS pour augmenter leur potentiel d'analyses en génomique. À ce matériel de laboratoire, s'est ajouté un serveur SGI UV 300 128 cœurs, 2 Tb de mémoire acquis par François Belzile et Roger C. Levesque de l'IBIS, permettant ainsi d'augmenter le potentiel de traitement des données. Ces appareils sont mis en commun sur nos diverses plateformes et desservent ainsi les besoins de toute la communauté universitaire ainsi que ceux de nombreux partenaires et clients, autant au niveau local, national qu'international.

Une importante subvention d'infrastructure de la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI) a été obtenue en 2015 par six chercheurs réguliers et associés de l'IBIS (sur un total de dix demandeurs) pour implanter le laboratoire de recherches en sciences environnementales et médicales (LARSEM) situé dans les locaux de l'Institut. Ce projet actuellement en construction et comprenant notamment une salle de confinement aquatique de niveau 2 permettra la réalisation

d'activités de recherche de calibre mondial sur les organismes aquatiques, notamment sur les poissons-zèbres. Cette nouvelle infrastructure permettra aux chercheurs de l'Université Laval ainsi qu'à d'autres utilisateurs externes de réaliser des projets de sélection génétique, de développement de nouvelles approches de repeuplement d'espèces exploitées, d'impact de perturbations environnementales sur les écosystèmes aquatiques, de contrôle des maladies en aquaculture et en santé humaine, ou encore de maladies neurodégénératives ou portant sur les mécanismes moléculaires du comportement.



### **SOURCES DE FINANCEMENT DIVERSES ET NOMBREUSES**

Les sources de financements de la recherche à l'IBIS proviennent de nombreux organismes subventionnaires fédéraux (Génome Canada, CRSNG, IRSC, IRSC-JPIAMR, Fibrose kystique Canada, FCI, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Affaires mondiales Canada, POLAR, Apogée Canada, Mitacs), provinciaux (Génome Québec, FRQNT, FRQS, MAPAQ), du fonds international Human Frontiers Science Program, de fonds privés de recherche dans les secteurs agroalimentaire et santé, ainsi que de nombreux contrats de recherche. La très grande majorité des projets financés sont réalisés avec des partenaires de tous les secteurs.

Le budget de fonctionnement de l'IBIS provient principalement de la contribution de l'Université Laval (fonctionnement et salaires des postes permanents), des facultés pour leur contribution en matériel pour les professeurs et les étudiants ainsi que des revenus générés par les trois plateformes et la gestion du magasin scientifique qui permettent ainsi de payer les contrats d'entretien des équipements, le renouvellement et l'achat de nouveaux appareils ainsi que les salaires du personnel contractuel nécessaire au bon fonctionnement des plateformes.

## CHAIRES–EXCELLENCE DES TRAVAUX MENÉS À L'IBIS

Soulignant l'excellence et le bien-fondé de leurs travaux de recherche, quatre chaires de recherche du Canada en génomique et en évolution ainsi qu'une chaire de la Faculté de médecine sont détenues par des chercheurs de l'IBIS.

Nom de la chaire de recherche	Titulaire	Date de fin	Montant total \$
Chaire de recherche en génomique et conservation des ressources aquatiques (niveau 1)	Louis Bernatchez	2020	1 400 000
Chaire de recherche en génomique forestière (niveau 1)	Jean Bousquet	2021	1 400 000
Chaire de recherche en biologie cellulaire évolutive (niveau 2)	Christian Landry	2022	500 000
Chaire de recherche Sentinelle Nord en approche écosystémique de la santé (niveau 2)	Mélanie Lemire	2024	375 000

### CHAIRE DE RECHERCHE EN GÉNOMIQUE ET CONSERVATION DES RESSOURCES AQUATIQUES

Sa mission première est de générer des connaissances sur les facteurs évolutifs régissant la diversité génétique des populations qui stimuleront la viabilité économique et la valeur sociale des espèces aquatiques dans trois domaines d'activité complémentaires : l'exploitation sportive ou commerciale par la pêche, la conservation de la biodiversité et l'aquaculture.

#### Les recherches visent à :

- > Acquérir des connaissances inédites fondamentales qui stimuleront la viabilité économique à long terme et la valeur sociale des espèces aquatiques.
- > Accroître la formation de biologistes, des chercheurs et des professionnels de recherche possédant des connaissances à la fine pointe de domaines de recherche prioritaires au Canada, notamment en génomique évolutive et en conservation ainsi qu'en bio-informatique.
- > Améliorer la visibilité de la recherche universitaire auprès de la population en informant le public du rôle de la recherche en vue d'améliorer la gestion et la conservation des ressources naturelles.



### CHAIRE DE RECHERCHE EN GÉNOMIQUE FORESTIÈRE

Sa mission est de développer et d'appliquer les sciences de la génomique aux espèces arborescentes et aux forêts afin de les rendre plus productives et résilientes.

Les recherches visent à élaborer de meilleures mesures de conservation pour préserver la diversité génétique des forêts, et d'accélérer le développement de variétés adaptées et productives pour le reboisement. Des systèmes de sélection accélérée par profilage génomique sont rendus disponibles afin de discerner, dès le stade de jeunes semis, les arbres d'avenir. En partenariat avec les acteurs du

secteur forestier, cela permet de constituer des variétés de reboisement démontrant une meilleure productivité et une meilleure adaptation aux changements climatiques anticipés, et ce, en sauvant de 20 à 30 ans d'évaluation sur le terrain.

### **CHAIRE DE RECHERCHE EN BIOLOGIE CELLULAIRE ÉVOLUTIVE**

Sa mission est d'utiliser la biologie des systèmes pour comprendre comment évoluent les génomes et les réseaux cellulaires.

Les recherches visent à mieux comprendre les forces qui ont conduit à l'évolution de la biodiversité à l'échelle microscopique et moléculaire. Cela contribuera à éclairer nos origines et pourrait faire progresser le génie biologique dans des domaines comme la biotechnologie et la médecine.



### **CHAIRE DE RECHERCHE SENTINELLE NORD EN APPROCHE ÉCOSYSTÉMIQUE DE LA SANTÉ**

Sa mission consiste à développer des projets de recherche et d'intervention interdisciplinaires, en étroite partenariat avec les communautés autochtones et côtières, pour comprendre les effets complexes des changements environnementaux sur la santé et pour soutenir les actions préventives et de conservation en lien avec les écosystèmes nordiques et leur rôle pour soutenir la santé et le bien-être.

Les recherches visent à contribuer à la biosurveillance des contaminants environnementaux dans les aliments locaux et chez les populations nordiques, à étudier les effets des contaminants sur la santé humaine, la prévalence et l'incidence des zoonoses, les effets du développement local et régional sur la qualité et l'impact de l'eau et des aliments locaux sur la santé nordique, l'impact des changements climatiques et écosystémiques sur les systèmes alimentaires locaux et la santé nordique et de mobiliser les connaissances vers les communautés autochtones.

### **DIFFUSION DES RÉSULTATS DE RECHERCHE**

Entre 2015 et 2019, plus de 600 articles ont été publiés par les chercheurs de l'IBIS et leurs équipes dans des revues scientifiques avec comité de lecture. La majorité des articles scientifiques a été publiée soit dans des revues scientifiques reconnues (Nature, Science, Proceedings of the National Academy of Sciences USA), soit dans des revues les plus influentes des différents domaines de spécialisation des chercheurs de l'IBIS.

En plus des articles scientifiques publiés, les chercheurs de l'IBIS et leurs étudiants ont contribué au rayonnement de leur expertise et au développement de leurs collaborations avec près de 700 présentations de leurs travaux dans des colloques nationaux et internationaux. À cela, s'ajoute une vingtaine de rapports et chapitres de livres.



# NOUVELLES ÉQUIPES À L'INSTITUT

Au cours des quatre dernières années, l'IBIS a accueilli six nouvelles équipes qui ont renforcé le côté multidisciplinaire et intégratif de ses projets de recherche.



Ilga Porth – 2015

**Ilga Porth**, professeure au département des sciences du bois et de la forêt, est arrivée avec son expertise sur l'analyse des fondements génétiques des traits de qualité du bois dans le contexte de l'amélioration des arbres, avec un accent sur la valorisation des composantes du bois. Ilga Porth et son équipe cherchent également à comprendre et à améliorer la résilience aux stress biotiques et abiotiques des essences forestières. Elle étudie aussi les bases génomiques des attributs d'invasion de plusieurs grands ravageurs forestiers exotiques présents au Canada.



Alexander Culley – 2015

**Alexander Culley**, professeur agrégé au département de biochimie, de microbiologie et de bio-informatique, a développé son expertise de recherche autour de deux grands thèmes : l'écologie virale aquatique dans un climat changeant et la découverte de nouveaux virus. L'Arctique est un environnement modèle pour explorer ces deux thèmes parce que la région connaît quelques-uns des changements les plus spectaculaires sur Terre en raison du changement climatique et qu'elle abrite une grande diversité d'habitats aquatiques dont les communautés virales sont en grande partie non caractérisées. Alexander Culley et son équipe ont pour objectif d'acquies une meilleure compréhension à long terme de l'impact, de la diversité et de la dynamique des communautés de virus in situ dans divers habitats aquatiques de l'Arctique, et de comprendre comment l'écologie virale est affectée par les changements rapides et évolutifs dans cet écosystème.



Juan Carlos Villarreal – 2015

**Juan Carlos Villarreal**, professeur au département de biologie, est arrivé avec son expertise en systématique, diversité, phylogénie et interactions symbiotiques entre des bryophytes et des bactéries en milieu tropical, particulièrement les anthocérotes et les cycadées. Sa recherche aborde également la biodiversité, la conservation et l'influence des changements climatiques sur les groupes d'organismes qui composent la majorité de la biomasse photosynthétique et la base de la chaîne alimentaire des régions boréales : les bryophytes et les lichens. Ces derniers jouent un rôle fondamental dans les cycles biogéochimiques planétaires du carbone et de l'azote tant de façon directe que par leurs interactions avec le biome microbien.



Jean-Sébastien Moore – 2017

**Jean-Sébastien Moore**, professeur associé au département de biologie, est arrivé avec son expertise en génétique et génomique des populations de poissons nordiques d'importance économique et culturelle. Jean-Sébastien Moore et son équipe utilisent une approche intégrative combinant la génomique des populations et la télémétrie acoustique afin de caractériser les interactions entre migration, dispersion et flux de gènes. Ils désirent ainsi comprendre comment ces processus influenceront la capacité des populations à s'adapter à un Arctique en mutation. Beaucoup de leurs travaux se concentrent sur les salmonidés anadromes, particulièrement l'omble chevalier.



Mélanie Lemire – 2018

**Mélanie Lemire**, professeure adjointe au département de médecine sociale et préventive et chercheuse rattachée à l'axe santé des populations et pratiques optimales en santé du centre de recherche du CHU de Québec, apporte son expertise en science de la santé à l'institut. Titulaire de la chaire de recherche Nasivvik en approches écosystémiques de la santé nordique, sa mission de recherche consiste à développer des projets de recherche et d'intervention interdisciplinaires, en étroite partenariat avec les communautés autochtones, pour comprendre les effets complexes des changements environnementaux sur la santé et pour soutenir les actions préventives et de conservation en lien avec les écosystèmes nordiques et leur rôle pour soutenir la santé et le bien-être.



Ahmad Abdel-Mawgoud Saleh – 2019

**Ahmad Abdel-Mawgoud Saleh**, professeur adjoint au département de biochimie, de microbiologie et de bio-informatique, apporte son expertise en biologie synthétique chimique à l'institut. Les travaux de son équipe visent à développer des stratégies de biologie synthétique pour la biosynthèse et la découverte de produits chimiques de synthèse, en particulier de médicaments et de biocarburants à base de lipides, afin de les rendre accessibles à la consommation humaine. Ils travaillent à la découverte et à l'invention de nouveaux produits chimiques fins qui répondent aux nouveaux besoins de l'homme dans les domaines de la santé, de l'énergie et de la bioremédiation. Leurs recherches sont menées en utilisant des approches de biologie synthétique (SB) sur des hôtes microbiens en tant que plateformes, tout en visant une production durable de produits chimiques fins, sûrs et écologiques.

# LA RECHERCHE EN LIEN AVEC LES ENJEUX SOCIÉTAUX

À l'IBIS, les activités de recherches ont pour objectif d'acquérir d'abord des connaissances fondamentales, puis d'acquérir des connaissances ou de développer des solutions au niveau de la santé humaine et animale, de la production alimentaire, de la lutte aux changements climatiques, de la protection de l'environnement et de la conservation de la biodiversité. Voici quelques exemples de projets qui ont des applications directes pour la société.

## PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT – CONSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ – GESTION DES ESPÈCES EXPLOITÉES

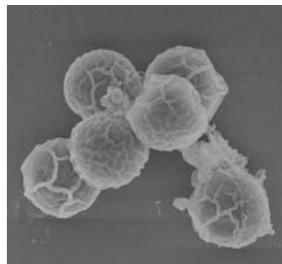
Les travaux de l'équipe de **Louis Bernatchez** sur l'ADN environnemental avec le ministère des Forêts de la Faune et des Parcs (MFFP) ont mené à la confirmation de la présence de la carpe de roseau (carpe asiatique) dans les eaux du Québec, une espèce invasive pouvant causer des torts considérables aux écosystèmes aquatiques. Depuis, ils ont effectué le transfert technologique de leurs approches qui sont maintenant utilisées de façon routinière par ce ministère. Un autre projet aux retombées pratiques, toujours en partenariat avec le MFFP, portait sur les coûts et les bénéfices des ensemencements d'omble de fontaine au Québec. Les résultats de cette étude ont mené à la mise en place d'un nouveau plan de gestion pour l'espèce à l'échelle de la province.



Un aspect essentiel de la prévision de l'ampleur de l'impact du changement climatique dans les régions polaires consiste à comprendre comment les organismes endémiques de cette région sont affectés. Comme dans la majorité des écosystèmes sur Terre, les microbes constituent les groupes d'entités biologiques les plus abondantes et les plus diversifiées de l'Arctique. L'objectif principal du programme de recherche d'**Alexander Culley** est de caractériser la diversité et la dynamique des microbes ainsi que d'élucider leur rôle dans l'écologie microbienne polaire. À cette fin, son équipe a décrit de nouvelles communautés de virus à ARN marins en Antarctique, a caractérisé leur dynamique saisonnière, a découvert de nouveaux habitats de tapis microbiens dans les lacs arctiques, a démontré l'importance des communautés microbiennes de neige pour les réseaux hydrologiques en eau douce, a exploré la diversité virale parmi différents types d'étangs de dégel dans le subarctique et a développé de nouvelles approches moléculaires pour l'étude de l'écologie microbienne aquatique.



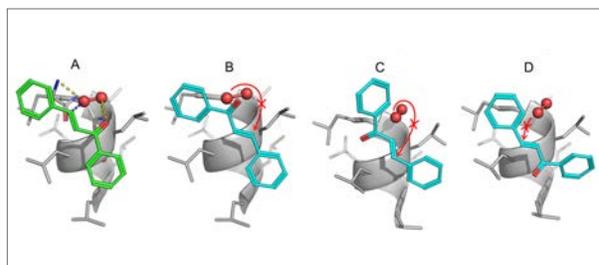
L'équipe de **Monique Turmel** et **Claude Lemieux** a déterminé les séquences des génomes d'organites ou nucléaires de diverses algues vertes pour élucider les nœuds problématiques dans l'arbre de la vie et mieux comprendre l'évolution de ces organismes et de leurs génomes. Ces séquences constituent des ressources importantes pour faire un suivi des algues étudiées dans divers environnements en utilisant des approches métagénomiques.



Au Nunavut, l'omble chevalier est essentiel à la sécurité alimentaire et constitue l'espèce faunique la plus capturée du territoire. La pêche commerciale de l'omble chevalier soutient le développement économique local depuis des décennies et représente plus de 1,4 million de dollars par an au Nunavut. Une gestion efficace assurant la durabilité à long terme de cette ressource est primordiale, comme en témoigne l'établissement du premier Plan de gestion intégrée des pêches pour l'omble chevalier au Canada. Les récents travaux de l'équipe de **Jean-Sébastien Moore**, en collaboration avec Pêche et Océans Canada, sur la biologie des migrations de l'omble chevalier contribuent à la gestion durable de cette espèce. Le transfert de ces résultats aux gestionnaires de la communauté locale permettra d'atteindre leurs objectifs de gestion des stocks d'omble chevalier.



Les travaux de modélisation moléculaire du groupe de **Patrick Lagüe** et de ses collaborateurs ont permis de mettre au point et de comprendre le mode de fonctionnement de catalyseurs qui, s'inspirant des enzymes présentes dans les cellules vivantes, parviennent à fonctionner efficacement dans l'eau. Cette découverte laisse entrevoir la possibilité de réduire de façon substantielle le recours aux solvants organiques toxiques et non recyclables dans une foule de réactions chimiques, notamment lors de la synthèse de médicaments.



Le Canada reçoit de plus en plus des produits alimentaires végétaux et animaux de partout dans le monde. Le Service des douanes du Canada et les diverses agences canadiennes font face au défi croissant d'identifier et de confirmer la salubrité et l'innocuité de divers types d'aliments. L'équipe de **Roger C. Levesque**, en collaboration avec la plateforme d'analyses génomiques et séquençage de l'IBIS et la compagnie ThermoFisher, a innové dans le domaine du diagnostic microbien par une nouvelle méthode de dépistage et de sérotypage, appelé SalmoSeq. Cette nouvelle technologie rapide est basée sur l'AmpliSeq utilisé initialement pour le dépistage et le suivi de l'efficacité en chimiothérapie du cancer. Le SalmoSeq permet d'identifier rapidement le niveau de virulence chez Salmonella, et pourra s'appliquer également à d'autres espèces microbiennes. Cette nouvelle technologie sera utilisée par l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) et lui permettra de rencontrer ses priorités stratégiques, dont la sécurité et la salubrité alimentaire canadienne.



## PROTECTION ET PRODUCTION FORESTIÈRES

Les travaux de l'équipe de **Jean Bousquet** et ses collaborateurs sur la sélection génomique ont mené au déploiement opérationnel de cette technologie au ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec et chez JD Irving pour effectuer la sélection précoce des arbres et des croisements à effectuer, grâce aux ressources et outils génomiques développés par l'équipe. Les modèles de prédiction par la génomique visent la croissance, la qualité du bois et la résistance aux stress biotiques et abiotiques pour différents programmes d'amélioration et de plantation d'épinettes, les espèces les plus reboisées au Canada.



La tordeuse des bourgeons de l'épinette cause d'importants dommages aux arbres qui peuvent aller jusqu'à la mort de ceux-ci. Par la détermination de la première structure tridimensionnelle de l'enzyme farnésyl diphosphate synthase (FPPS) de type II chez la tordeuse, l'équipe de **Rong Shi** a mis en lumière les bases structurelles de la spécificité du substrat de cette enzyme. Ces travaux apportent de nouvelles informations sur la structure et l'inhibition de la FPPS-II de ce ravageur forestier et proposent de nouvelles stratégies pour la conception d'inhibiteurs, ouvrant ainsi la voie pour le développement de pesticides sélectifs respectueux de l'environnement et importants pour la protection des forêts.



## AGRICULTURE

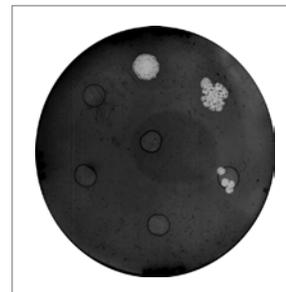
Les travaux de l'équipe de **François Belzile** ont permis le développement d'une suite d'outils bio-informatiques pour faciliter l'obtention rapide de données génétiques à partir de séquences d'ADN. Il s'agit d'un trio d'outils (Fast-GBS, SRG Extractor et HaplotypeMiner) qui permettent d'accélérer grandement l'obtention d'un catalogue de variants génétiques et d'en extraire une information plus porteuse de sens biologique. Par exemple, à l'aide de ces outils, il est possible de réaliser une analyse génétique rapide de variétés de soya et de traduire ces données génétiques en informations utiles sur le bagage génétique précis qui détermine la maturité de ces variétés.



Le sorgho (*Sorghum bicolor*) est une céréale d'importance cruciale pour la sécurité alimentaire en Haïti, où il est plus connu sous le nom de pitimi. Apparue en 2013 en Louisiane et au Texas, un nouveau biotype du puceron jaune *Melanaphis sacchari* a rapidement dévasté les plantations de sorgho dans de nombreux pays d'Amérique centrale et des Caraïbes. Toutes les variétés locales de sorgho s'étant montrées très sensibles à ce nouveau ravageur, la production haïtienne s'est effondrée en 2015 et 2016. Puisque le projet AKOSAA dirigé par **Patrice Dion** appuyait déjà les travaux d'amélioration variétale du Chibas, centre dédié à la recherche agronomique en Haïti, et grâce à un effort exceptionnel consenti par les Affaires mondiales Canada, les travaux de son équipe ont permis de distribuer 270 tonnes de semences d'un nouveau sorgho tolérant à *M. sacchari* à plus de 80 000 producteurs, assurant ainsi ce que la presse locale a appelé la «renaissance de la filière sorgho en Haïti» et permettant un approvisionnement en céréales aux familles les plus vulnérables du pays.

## SANTÉ ANIMALE ET HUMAINE

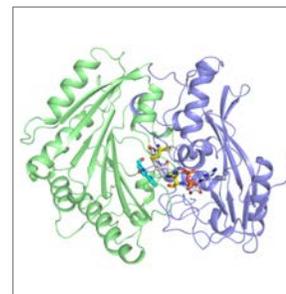
Les travaux de l'équipe de **Steve Charette** sur la bactérie *Aeromonas salmonicida* qui est responsable d'importantes infections dans les piscicultures québécoises ont démontré, dans la presque totalité des cas, que lorsqu'un épisode infectieux touche une pisciculture et que la bactérie présente une résistance à un antibiotique, elle est en fait résistante à tous les antibiotiques disponibles pour l'aquaculture. Pour pallier ce problème, l'équipe développe des solutions alternatives, dont la phagothérapie. Les chercheurs ont démontré la grande efficacité d'une demi-douzaine de phages pouvant s'attaquer à la bactérie *Aeromonas salmonicida*.



La tyrosinémie héréditaire de type 1 est due à une carence en fumarylacétoacétate hydrolase (FAH). La fréquence mondiale de HT1 est d'un pour 100 000 naissances, mais certaines régions ont une incidence beaucoup plus élevée (1 : 1 800). Le défaut en FAH entraîne l'accumulation de métabolites toxiques, principalement dans le foie. L'équipe de **Robert Tanguay** a découvert des marqueurs miRNA permettant de prévenir la formation de cancer du foie dans un modèle murin de la tyrosinémie.

Les travaux de l'équipe de **Manon Couture** ont permis d'élucider le mécanisme enzymatique de la protéine ChuS issue de la bactérie pathogène *E. coli*. Cette enzyme permet à la bactérie d'obtenir le fer de l'hémoglobine humaine et ainsi de combler son besoin en cet élément essentiel à sa croissance. Cette découverte pave la voie au développement de nouvelles molécules thérapeutiques.

Les produits naturels bactériens et leurs dérivés, y compris de nombreux antibiotiques, sont importants pour la santé humaine. La recherche de l'équipe de **Rong Shi** porte sur les enzymes de biosynthèse de ces molécules bioactives. Ses recherches visent à décrypter le mécanisme moléculaire de la modification de ces molécules bioactives au niveau atomique à l'aide de la cristallographie aux rayons X, ce qui ouvrira la voie à l'obtention de nouveaux dérivés aux activités améliorées ou nouvelles. Entre autres, son groupe a révélé les détails atomiques du recyclage du substrat par une flavoenzyme, le premier de ce genre dans le métabolisme secondaire.

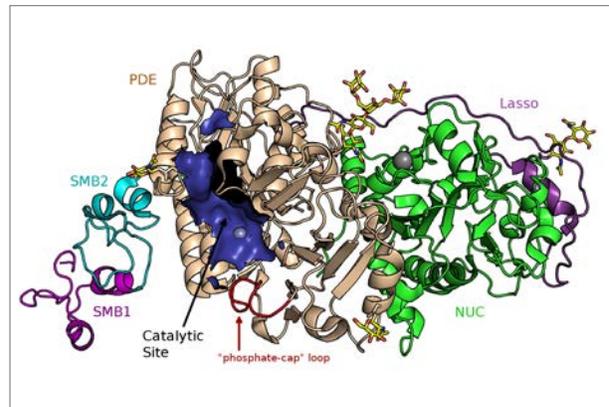


Les connaissances acquises par l'équipe de **Mélanie Lemire** sur le mercure et l'exposition au plomb ont incité Santé publique Nunavik à élaborer et à mettre en œuvre plusieurs interventions et actions visant à réduire l'exposition au plomb chez les femmes enceintes et les enfants du Nunavik, et à promouvoir l'utilisation de munitions sans plomb et soutenir les actions connexes au niveau fédéral. Ces résultats ont également conduit à la Convention de Minamata sur le mercure, entrée en vigueur à l'automne 2017. Les résultats récents de l'équipe, en collaboration avec Pierre Ayotte et son équipe, ont permis de découvrir un nouveau composé de sélénium dans le sang des Inuits et le béluga Mattaaq, nommé sélénoneine. Ce composé a le potentiel d'interagir avec le mercure et de protéger contre la toxicité neuro-développementale du mercure. Ces résultats mèneront à une révision de l'évaluation des risques liés au sélénium dans le Nord canadien et des interventions de santé publique connexes dans l'Arctique et ailleurs parmi les populations côtières.

Les travaux de l'équipe de **Patrick Lagüe** ont permis de caractériser la structure et la dynamique de la protéine NPP1 humaine. Cette enzyme est associée à différentes pathologies chez l'humain, telles que la calcification de la valve aortique, le glioblastome, l'arthrite et le diabète de type 2. Cette enzyme constitue donc une cible thérapeutique de choix, et les résultats de ces travaux sont déterminants pour le développement de médicaments.

L'équipe de **Roger C. Levesque** a développé des approches en génomique microbienne permettant le séquençage et l'assemblage complet du chromosome bactérien, des plasmides, des phages et l'analyse fine des gènes encodant la virulence et la résistance aux antibiotiques chez les pathogènes d'origine alimentaire et des infections respiratoires. Ce travail a été appuyé par la plateforme d'analyse génomique et séquençage de l'IBIS. La création en 2015 du consortium international IPCD (International Pseudomonas Consortium Database), qui comprend plus de 65 chercheurs à l'international, a permis à son équipe d'analyser plus de 1763 isolats de *Pseudomonas aeruginosa* datant de 1880 à ce jour et provenant de 53 pays des cinq continents. Le grand projet Syst-OMICS des Salmonella a apporté une contribution importante basée sur l'analyse génomique et phénotypique de 3 163 isolats de *Salmonella enterica*. Ces métadonnées ont été intégrées dans deux bases de données disponibles en ligne à <https://ipcd.ibis.ulaval.ca/> et <https://salfos.ibis.ulaval.ca/> et servent au développement de nouvelles technologies de diagnostics et prédictives utilisant l'apprentissage machine. Les données de ces deux grands projets font le lien entre la science fondamentale et clinique et serviront à une meilleure compréhension de la pathogénie microbienne et un meilleur contrôle de l'utilisation des antibiotiques en thérapie humaine.

Fort de leur expertise, de leurs approches innovantes et collaboratrices, près de la moitié des chercheurs de l'IBIS ont obtenu des subventions des programmes Genomic Applications Partnership Program (GAPP) et Large-Scale Applied Research Project (LSARP) de Génome Canada pour leurs projets en agriculture, agroalimentaire, pêches, aquaculture et foresterie. Ces projets génèrent des données sur des dizaines de milliers d'échantillons qui sont traitées principalement à l'IBIS par les équipes de recherche concernées et les plateformes d'analyses génomiques et bio-informatiques. Au total, neuf projets de Génome Canada impliquaient dix chercheurs IBIS en tant que responsable de projet, co-responsable ou collaborateur, entre 2015 et 2019.



GenomeCanada



GenomeQuébec



Ontario Genomics



Genome  
BritishColumbia

## CHAIRES—EXCELLENCE DES TRAVAUX MENÉS À L'IBIS

Soulignant l'excellence et le bien-fondé de leurs travaux de recherche, quatre chaires de recherche du Canada en génomique et en évolution ainsi qu'une chaire de la Faculté de médecine sont détenues par des chercheurs de l'IBIS.

Nom du projet et chercheurs IBIS impliqués	Programme	Année de démarrage
<p>BioSurveillance of Forest Alien Enemies (BioSAFE)  <a href="http://genomecanada.ca/en/biosurveillance-alien-forest-enemies-biosafe">genomecanada.ca/en/biosurveillance-alien-forest-enemies-biosafe</a></p> <p>Richard Hamelin (responsable) / Ilga Porth (responsable)            Louis Bernier (co-chercheur) / Christian Landry (co-chercheur)            Roger Levesque (co-chercheur)</p>	LSARP	2016
<p>CoAdapTree: Healthy trees for future climates  <a href="http://genomecanada.ca/en/coadapttree-healthy-trees-future-climates">genomecanada.ca/en/coadapttree-healthy-trees-future-climates</a></p> <p>Richard Hamelin (responsable)</p>	LSARP	2016
<p>Enhancing production in Coho: Culture, Community, Catch (EPIC4)  <a href="http://genomecanada.ca/en/enhancing-production-coho-culture-community-catch-epic4">genomecanada.ca/en/enhancing-production-coho-culture-community-catch-epic4</a></p> <p>Louis Bernatchez (responsable) / Jean-Sébastien Moore (Co-responsable)</p>	LSARP	2015
<p>FastTRAC - Fast Tests for Rating and Amelioration of Conifers  <a href="http://genomecanada.ca/en/fast-tests-rating-and-amelioration-conifers-fasttrac">genomecanada.ca/en/fast-tests-rating-and-amelioration-conifers-fasttrac</a></p> <p>Jean Bousquet (responsable) / Nathalie Isabel (co-responsable)</p>	GAPP	2015
<p>Protecting Canada's Forests against Invasive Alien Species by Next Generation Biosurveillance  <a href="http://genomecanada.ca/en/protecting-canadas-forests-against-invasive-alien-species-next-generation-biosurveillance">genomecanada.ca/en/protecting-canadas-forests-against-invasive-alien-species-next-generation-biosurveillance</a></p> <p>Richard Hamelin (responsable)</p>	GAPP	2015
<p>SoyaGen: Improving yield and disease resistance in short-season soybean  <a href="http://genomecanada.ca/en/soyagen-improving-yield-and-disease-resistance-shortseason-soybean">genomecanada.ca/en/soyagen-improving-yield-and-disease-resistance-shortseason-soybean</a></p> <p>François Belzile (responsable) / Richard Bélanger (co-responsable)</p>	LSARP	2015
<p>Spruce-Up: Advanced spruce genomics for productive and resilient forests  <a href="http://genomecanada.ca/en/spruce-advanced-spruce-genomics-productive-and-resilient-forests">genomecanada.ca/en/spruce-advanced-spruce-genomics-productive-and-resilient-forests</a></p> <p>Jean Bousquet (responsable) / Nathalie Isabel (co-responsable)</p>	LSARP	2016
<p>Sustaining Canada's honey bees using 'omics  <a href="http://genomecanada.ca/en/sustaining-and-securing-canadas-honey-bees-using-omic-tools">genomecanada.ca/en/sustaining-and-securing-canadas-honey-bees-using-omic-tools</a></p> <p>Nicolas Derome (co-chercheur)</p>	LSARP	2015
<p>Syst-OMICS Salmonella  <a href="http://genomecanada.ca/en/systemics-approach-ensuring-food-safety-and-reducing-economic-burden-salmonellosis">genomecanada.ca/en/systemics-approach-ensuring-food-safety-and-reducing-economic-burden-salmonellosis</a></p> <p>Roger C. Levesque (responsable)</p>	LSARP	2015

# NOS PLATEFORMES DE SERVICES: Expertise et savoir-faire essentiels en soutien à la réalisation des projets de recherche

L'IBIS a développé un important savoir-faire et de nombreux services en soutien à la réalisation de projets de recherche. Nos plateformes de services offrent expertise et expérience dans des technologies éprouvées, en plus de développer des technologies novatrices afin de proposer une approche originale et à jour permettant aux chercheurs d'atteindre leurs objectifs de recherche. Nos services sont offerts autant à l'interne qu'à l'externe, aux chercheurs et aux compagnies privées.

## SERVICES DISPONIBLES

- > Analyses génomiques et séquençage
- > Bio-informatique
- > Imagerie et microscopie
- > Magasin scientifique



## ANALYSES GÉNOMIQUES ET SÉQUENÇAGE

Nos services d'analyses génomiques et de séquençage sont offerts depuis plus de 25 ans et, depuis 2010, un service de séquençage nouvelle génération est proposé. Notre expertise est particulièrement bien adaptée à l'étude de la génomique des organismes non modèles, mais aussi pour les organismes avec génome de référence. Leur flexibilité permet aux professionnels et professionnelles de la plateforme d'adapter et de développer les protocoles selon les besoins des chercheurs.

Entre 2015 et 2019, nos professionnels ont analysé plus de 100 000 échantillons pour du séquençage nouvelle génération par IonProton et MiSeq dont les trois quarts proviennent des projets des chercheurs de l'IBIS.

Au total, 536 demandes de séquençage nouvelle génération ont été traitées. La majorité des demandes proviennent des chercheurs de l'Université Laval. Les demandes provenant des chercheurs externes et des entreprises représentent 41% des demandes, dont 6% proviennent de l'international.



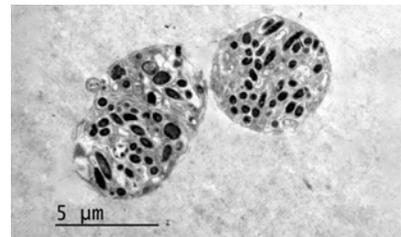
## BIO-INFORMATIQUE

Les professionnels de la plateforme de bio-informatique de l'IBIS sont au service des chercheurs et des chercheuses de la communauté de l'Université Laval ainsi que de l'externe. L'équipe travaille au développement de solutions originales dans le traitement des données génétiques nécessitant des techniques de calcul et de programmation de pointe et elle a à sa disposition des équipements informatiques de calcul et de stockage de données haute performance. Ils collaborent régulièrement avec les chercheurs et les étudiants afin de leur offrir une formation technique et une expertise en bio-informatique leur permettant d'utiliser les superordinateurs et de réaliser leurs projets de recherche. À titre d'exemple, nous avons développé plusieurs pipelines d'analyse et de traitement de données GBS (SRG-Extractor, DepthFinder, FastGBS-V2). Des formations pour l'analyse des séquences 16S en métagénomique ont été données à plus de 12 équipes de recherche. L'équipe partage plus de 26 publications scientifiques comme co-auteur.



## IMAGERIE ET MICROSCOPIE

Fort de leur expertise en microscopie électronique et optique, ainsi qu'en histologie et immunohistochimie, les professionnels et professionnelles de la plateforme d'imagerie et microscopie offrent leurs services aux équipes de recherche de l'Université Laval et de ses centres affiliés. L'équipe guide les utilisateurs dans leurs démarches en microscopie, en particulier lors de l'élaboration de protocoles, ainsi que pour la préparation d'échantillons, l'observation au microscope et l'interprétation des résultats obtenus. Ils offrent aussi des formations relatives à l'utilisation des appareils pour ceux qui aimeraient parfaire leurs connaissances à ce niveau.



Une diversité de départements de l'université Laval est desservie par ce service. Ainsi, les demandes de préparations d'échantillons proviennent tant de chercheurs des départements de médecine, de biochimie, de microbiologie que des départements des sciences du bois et de la forêt, de physique, et de mines, métallurgie et matériaux. Les demandes de chercheurs externes et des entreprises représentent 10 % de la totalité des demandes.



## MAGASIN SCIENTIFIQUE

Le magasin scientifique Biobars est le magasin entrepôt qui met à la disposition de tous les membres de l'Université Laval de nombreux produits reliés au domaine scientifique tels que des fournitures de laboratoire, des produits chimiques et divers matériels. L'équipe du magasin traite des milliers de commandes par année. Toutes les demandes proviennent des chercheurs, départements et facultés de l'Université Laval.



# FORMATION DES ÉTUDIANTS ET DES ÉTUDIANTES À L'IBIS

Chaque année, plus d'une centaine d'étudiants et d'étudiantes des cycles supérieurs et une quarantaine de chercheurs et chercheuses postdoctoraux sont formés au sein de l'IBIS. Les étudiants et les étudiantes bénéficient de l'expertise exceptionnelle des professionnels de recherche et des techniciens ainsi que de nombreuses animations vidéos scientifiques pour leur formation.

L'interdisciplinarité des travaux de recherche se déroulant à l'IBIS leur permet de collaborer et d'enrichir leurs échanges sur des problématiques reliées à leur projet.

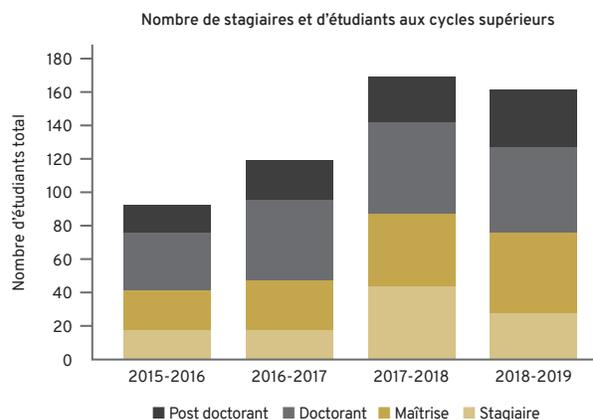
Les étudiants étrangers représentent plus de la moitié des étudiants et des étudiantes réalisant des études supérieures ou stages au sein de nos équipes de recherche, démontrant ainsi l'intérêt à l'international des recherches se déroulant à l'IBIS.

Les équipes de recherche recrutent des étudiants et étudiantes de haut calibre pour mener leur projet de recherche. De 15 à 20% de nos étudiants ont bénéficié de bourses d'excellence de divers programmes et organismes, incluant les bourses Vanier (Marc-André Lemay, 2016) et Banting (Hugo Cayuela, 2018).

Reconnus pour l'excellence de leur recherche, de leurs communications scientifiques ou de leur implication, nos étudiants et étudiantes remportent régulièrement des prix et des bourses lors de leurs participations à des congrès et journées scientifiques. En 2018, 22 étudiants et chercheurs postdoctoral ont remporté un prix lors de conférences.

Myriam Labbé (au centre), étudiante au doctorat, a récolté les grands honneurs du concours « Mon projet nordique » organisé par l'Institut nordique du Québec et le Fonds de recherche du Québec nature et technologies (FQRNT).

Au cours de ces quatre années, 41 étudiants et étudiantes à la maîtrise et 25 étudiants et étudiantes au doctorat ont reçu leur diplôme. La plupart des finissants ont obtenu des emplois dans leur domaine dans les organismes gouvernementaux, privés ou universitaires.



Marie-Pier Brochu et François Rouleau ont reçu en 2018 une bourse de leadership scientifique et développement durable de l'Université Laval.



A. Baillargeon, directeur des relations interministérielles de la Société du Plan Nord, M.-F. Desbiens, responsable des programmes FRQSC, M. Falardeau, lauréate, C. Pinel, directeur des programmes FRQNT, M. Lassonde, directrice scientifique du FRQNT, M. Labbé, M. Miranda lauréate, S. Gagnon, lauréat, C.-O. Simard, lauréat, P. Lamontagne-Hallé, lauréat, et B. Bigué, directrice de projet INO.

Les animations vidéos scientifiques mises en place à l'IBIS permettent aux étudiants et chercheurs postdoctoraux de perfectionner leur formation. Les étudiants sont invités à jouer un rôle important dans leur formation au cours de leur séjour et, pour ce faire, ils ont accès aux rencontres du club de bio-informatique, à l'Interlab, aux « journal clubs », et aux conférences IBIS. Organisées sur l'heure du dîner, toutes ces rencontres se déroulent de façon hebdomadaire ou toutes les deux semaines dépendamment des événements. Les clubs de lecture, le Club de bio-informatique et l'Interlab sont animés par des étudiants, chercheurs postdoctoraux ou professionnels de recherche.

Le Club de bio-informatique, animé par les étudiants et les professionnels de recherche, organise régulièrement des formations allant de quelques heures à quelques jours en plus des présentations données par les étudiants et les chercheurs postdoctoraux. Depuis 2015, une dizaine de formations d'introduction à différents langages de programmation ont été organisées afin de donner de nouveaux outils et méthodes de traitement de données et d'analyses aux étudiants et chercheurs. Citons, en exemple, une introduction aux calculs informatiques, package Python, une introduction à R et ggplot2 et une formation pour intégrer Bash, R et Python. Chacune de ces formations a regroupé une quarantaine d'étudiants et chercheurs.



Notre série de séminaires, complémentaires aux Interlabs, permet d'accueillir des chercheurs de renommée nationale et internationale. Ils sont organisés par les chercheurs de l'IBIS et sont une occasion de développer de futures collaborations. Entre 2015 et 2019, pas moins de 60 chercheurs provenant d'une dizaine de pays, notamment du Canada, des États-Unis, d'Australie, des Pays-Bas, ou encore du Japon, sont venus présenter leurs travaux et rencontrer les membres de l'IBIS et des quatre facultés.

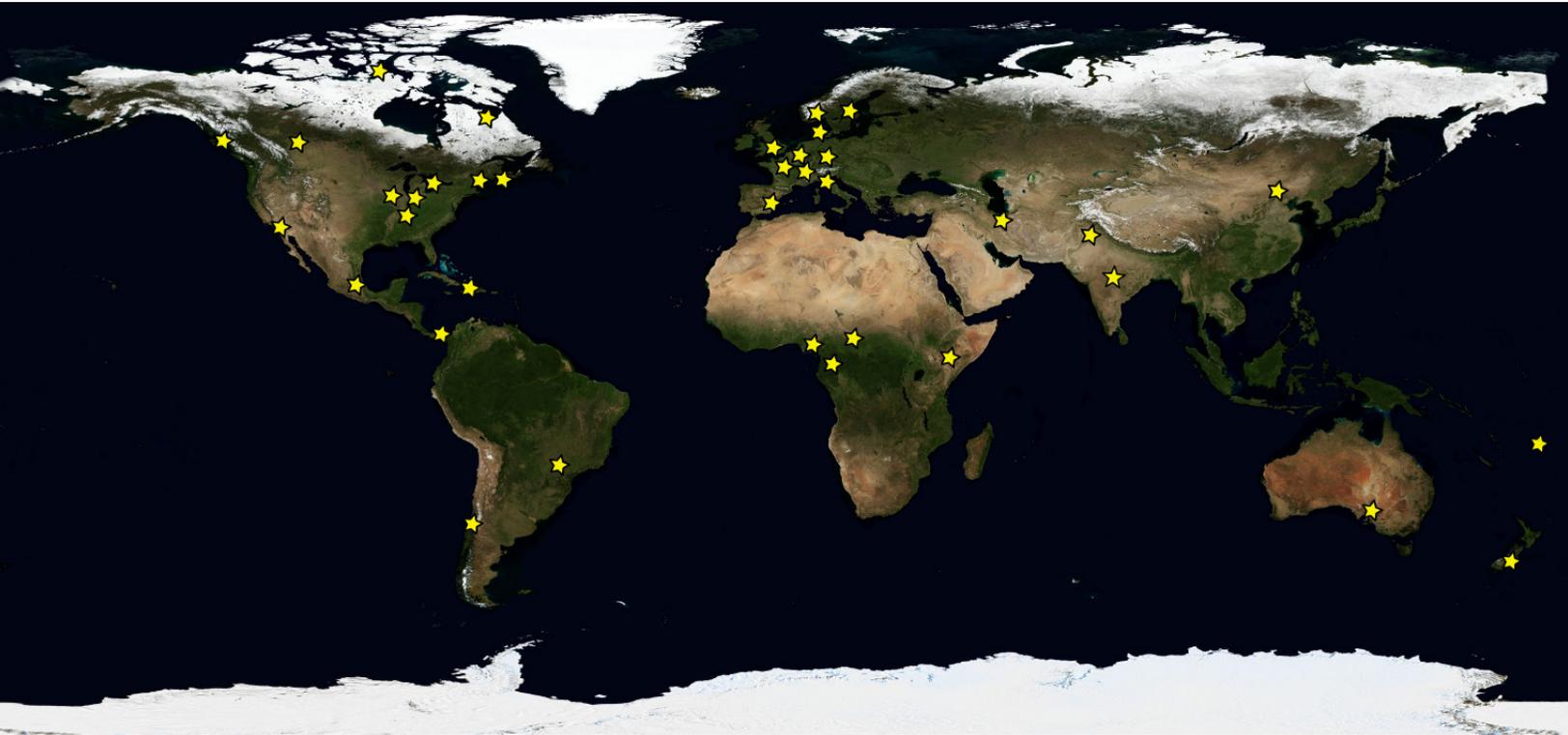


En 2018, l'Institut a accueilli deux ateliers sur la génomique populationnelle et l'ADN environnemental, tous deux présentés par Physalia Courses, une organisation basée à Berlin (Allemagne) qui offre des ateliers en bio-informatique et en génétique. Une soixante de chercheurs et étudiants de 18 pays y a participé.

D'autres formations Physalia Courses sont prévues pour les prochaines années.



# COLLABORATIONS NATIONALES ET INTERNATIONALES



Les chercheurs de l'IBIS sont très impliqués dans leur domaine de recherche et ils contribuent à la reconnaissance du savoir-faire de l'Institut à l'échelle internationale. Ils ont développé d'importants projets en collaboration avec d'autres chercheurs au plan national et international, ce qui fait que les travaux de l'IBIS sont connus dans plus d'une vingtaine de pays sur tous les continents.

L'expertise de nos chercheurs leur permet également de séjourner dans des institutions de renommée internationale pour perfectionner et partager leur savoir. Huit de nos chercheurs ont fait des séjours à l'international dont :

- > Connie Lovejoy qui a séjourné dans les laboratoires de l'Université Pierre et Marie Curie, à Banyuls-sur-Mer (France) afin d'y effectuer des analyses poussées par cryométrie de flux.
- > Manon Couture a perfectionné sa formation en technologie microfluidique à l'Université du Michigan.
- > Un séjour à la station de recherche EMBRAPA - Soja à Londrina (Brésil) a permis à François Belzile de développer des analyses d'association pour la résistance à *Diaporthe phaseolarum* chez le soya.
- > Christian Landry a effectué deux séjours à l'Université de Tokyo (Japon) pour parfaire ses connaissances en biologie synthétique et au Kavli Institute for Theoretical Physics (KITP) de l'UC Santa Barbara pour acquérir des connaissances en biologie évolutive de la cellule.
- > Roger C. Levesque a séjourné dans les laboratoires de l'Institut Pasteur en France dans le but de se perfectionner en génomique microbienne et en apprentissage machine appliquée aux entéropathogènes et aux pathogènes opportunistes multirésistants aux antibiotiques. En échange, neuf chercheurs ont été accueillis dans les laboratoires des membres de l'IBIS.

## CHERCHEURS INVITÉS À L'IBIS

### 2015-2016

Cortland Griswold, Université de Guelph  
Laboratoire de **Christian Landry**. Génétique évolutive et théorie de l'évolution.

Tove Gabrielsen, UNIS, Svalbard, Norvège.  
Laboratoire de **Connie Lovejoy**.  
Projet eucaryote microbien de l'océan Arctique.

### 2016-2017

Vincent Leignel de l'Université du Mans, France  
Laboratoire de **Monique Turmel** et **Claude Lemieux**.  
Projet assemblage et annotation de mitogénomes de crabes provenant de fosses abyssales.

Yu Zhang, Department of Biological Science and Technology Shaanxi University of Technology, Shaanxi Province, PR China  
Laboratoire de **François Belzile**. Analyses d'association pour la résistance à la sclérotiniose chez le soya.

### 2017-2018

Marie-Louise Avana de l'Université de Dschang, Cameroun.  
Laboratoire de **Damase Khasa**. Génomique des populations sauvages d'ignames (*Dioscorea bulbifera* L) du Cameroun et des populations sauvages du Karité (*Vitellaria paradoxa* C. F. Gaertn.) du Cameroun et du Tchad

Rasheed Adeleke, Agricultural Research Council, Pretoria, South Africa.  
Laboratoire de **Damase Khasa**. Travail de planification de stage des étudiants sud-africains des projets métagénomiques des sites miniers de charbon en Afrique du Sud.

Sylvia Bonilla, Facultad de Ciencias Universidad de la República Uruguay  
Laboratoire de **Connie Lovejoy**. Projet analyse de phytoplancton et cyanobactéries de lacs.

Marie Nyange de l'Université de Kinshasa, République démocratique du Congo.  
Laboratoire de **Damase Khasa**. Projet sur l'intensification des systèmes agroforestiers de production d'ignames (*Dioscorea alata*) pour la sécurité alimentaire des populations riveraines de la Réserve de Biosphère de Luki en République démocratique du Congo.

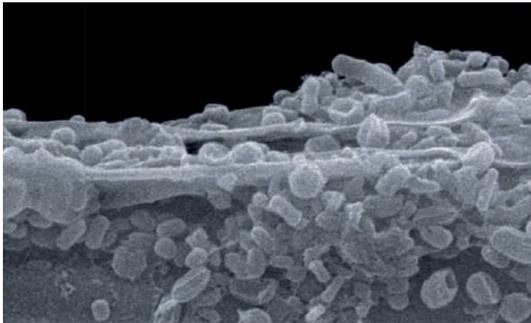
Nozomu Yachie, Université de Tokyo  
Laboratoire de **Christian Landry**. Biologie synthétique.

### 2018-2019

Philippe Silar, Université Paris 7 – Paris Diderot  
Laboratoire de **Louis Bernier**. Projet sur la biodiversité des champignons Lasiosphaeriaceae.

# RECONNAISSANCES

En 2015, la découverte de **Salma Taktek** de l'équipe de **Yves Piché** et d'**Hani Antoun** sur l'association entre les racines des plantes, les mycorhizes et les bactéries capables de solubiliser le phosphate a été retenue parmi les 10 découvertes de l'année et a remporté le premier prix du public.



En 2017, le Soleil a retenu au palmarès des percées scientifiques les plus remarquables, les résultats des effets de la présence d'une copie d'un même gène dans le génome de la levure *Saccharomyces cerevisiae* de **Christian Landry** et son équipe.

**leSoleil**

ACTUALITES SCIENCE

20 décembre 2017 20h00

**Percées scientifiques 2017: pas toujours utile d'avoir une copie de secours**

En 2017, c'est la découverte de **Christian Landry** et de son équipe en biologie évolutive concernant les effets de la présence d'une copie d'un même gène dans le génome de la levure *Saccharomyces cerevisiae* qui a été retenue parmi les 10 découvertes de l'année.

LES 10 DÉCOUVERTES DE L'ANNÉE / BIOLOGIE ÉVOLUTIVE 7

## Quand deux gènes ne valent pas mieux qu'un

LES BIOLOGISTES ONT TOUJOURS CONSIDÉRÉ QUE PLUSIEURS COPIES D'UN GÈNE PROTÈGENT LES ORGANISMES CONTRE LES REVERS DE L'ÉVOLUTION. UNE EXPÉRIENCE A DÉMONTRÉ QUE CE N'EST PAS LE CAS.

Par Julie Lelièvre

Un gène, deux copies, cela veut dire qu'il y a deux chances sur deux de trouver un gène qui fonctionne. C'est ce que les biologistes ont toujours pensé. Mais une expérience menée par Christian Landry et son équipe a démontré que ce n'est pas toujours le cas. En utilisant la levure *Saccharomyces cerevisiae*, ils ont montré que la présence de deux copies d'un même gène ne protège pas toujours l'organisme des effets néfastes de mutations délétères. Cette découverte remet en question l'idée que la redondance génétique est toujours bénéfique.

En 2018, le Soleil a retenu au palmarès des percées scientifiques les plus remarquables, les résultats en épigénétique de **Louis Bernatchez** et son équipe montrant les effets sur la mortalité des populations sauvages de saumons élevés en pisciculture et relâchés en nature dans le but de remédier au déclin des populations.

**leSoleil**

ACTUALITES

20 décembre 2018 10h00

**Percées scientifiques: gène, sois beau et tais-toi**

**Juan Carlos Villarreal** et ses collaborateurs ont reçu, en 2018, le prix de l'article le plus remarquable de la revue *The Plant Journal* pour l'article «The *Physcomitrella patens* chromosome-scale assembly reveals moss genome structure and evolution».

**the plant journal** **SEB**

Original Article | Free Access

The *Physcomitrella patens* chromosome-scale assembly reveals moss genome structure and evolution

## RECONNAISSANCE NATIONALE ET INTERNATIONALE PAR LEURS PAIRS

En 2018, **Damase Khasa** a été nommé responsable du thème Water Management pour le Réseau centre de recherche excellence Inde–Canada (IC-Impacts).



**Christian Landry** a obtenu la bourse EWR Steacie du CRSNG, en 2017. Le prix CRSNG – EWR Steacie a pour but de favoriser l'avancement de la carrière de membres du corps professoral exceptionnels et prometteurs, qui jouissent d'une grande renommée internationale pour leurs travaux de recherche novateurs.



**Christian Landry**

**Bourse commémorative E.W.R. Steacie**  
Département de biologie  
Université Laval

**Jean-Sébastien Moore** s'est mérité le prix Early Career Award 2017 remis par l'American Fisheries Society, Genetics Section. Ce prix reconnaît la contribution des chercheurs en début de carrière dans le domaine de la génétique des pêches.



### GENETICS SECTION

HOME NEWS NEWSLETTERS COASTWIDE JOBS AWARDS OFFICERS MEMBERSHIP CONTACT

#### CONGRATULATIONS TO OUR 2017 EARLY CAREER AWARD WINNER DR. JEAN-SÉBASTIEN MOORE!

August 10, 2017 | Awards



The AFS Genetics Section would like to congratulate Dr. Jean-Sébastien Moore as the recipient of the 2017 Early Career Award. The goal of the Early Career Award is to promote innovative genetics research, increase interest in fisheries genetics careers, and enhance professional connections among fisheries geneticists. Jean-Sébastien is an Assistant Professor at Laval University in the Département de Biologie and Institut de Biologie Intégrative et des Systèmes. After studying effects of gene flow on stickleback evolution, Jean-Sébastien headed north to

En 2016, **Louis Bernatchez** a été élu membre au Hall of Excellence, Genetics Section, de l'American Fisheries Society, décerné annuellement à un chercheur s'étant démarqué au niveau international pour l'ensemble de ses réalisations en génétique appliquée à la gestion des pêches et à la conservation de la faune aquatique. Il a aussi obtenu le prix «Molecular Ecology» de l'éditeur Wiley décerné annuellement à un chercheur s'étant démarqué au niveau international pour l'ensemble de ses réalisations dans le domaine de l'écologie moléculaire et de la génétique de la conservation.

### American Fisheries Society Genetics Section Hall of Excellence



# RECONNAISSANCES (SUITE)

## RECONNAISSANCES UNIVERSITAIRES

### Prix Summa

Chaque année, la Faculté des sciences et de génie souligne le parcours remarquable de ses membres qui se sont distingués en enseignement, en recherche, en services rendus à la communauté facultaire ou par leur carrière exceptionnelle. Deux de nos professeurs ont été récipiendaires du prix Summa en 2015 et 2016, soit **Steve Charette** en enseignement et **Christian Landry** en recherche.



### Professeur Étoile

Chaque année, la Faculté des sciences et de génie souligne le travail de ses professeurs et chargé de cours qui ont reçu d'excellentes appréciations de leurs étudiants avec le prix de «professeur étoile». Huit de nos professeurs membres de l'institut se sont ainsi distingués : les professeurs **Nadia Aubin-Horth** et **Steve Charette** ont reçu le titre pour une 5<sup>e</sup> année.



# TRANSFERT DES CONNAISSANCES ET VULGARISATION DU SAVOIR

Les étudiants et étudiantes de l'IBIS s'investissent depuis 2010 dans l'organisation d'un événement annuel, la journée scientifique des étudiants de l'IBIS, où ils présentent leur projet ou leurs résultats de recherche. C'est un événement privilégié où les étudiants peuvent échanger et développer de nouvelles collaborations. Une centaine de participants, étudiants, stagiaires postdoctoraux, professionnels de recherche et chercheurs de l'institut, ont participé à cet événement tous les ans depuis cinq ans. Un conférencier de renommée internationale est invité pour cet événement.



## MINILABORATOIRE EN CLASSE

L'équipe de **Roger C. Levesque** travaille en collaboration étroite avec Génome Québec et la plateforme Éducation pour la valorisation de la génomique. Cette plateforme est destinée en premier lieu aux jeunes du secondaire et au personnel enseignant de science et technologie. Elle présente les concepts de base de la génétique, en plus d'introduire les notions plus avancées de la génomique. Génome Québec offre également des activités en classe gratuites, afin de permettre aux élèves de mettre en pratique leurs connaissances.



DESTINATION ADN

MINILABORATOIRE SCIENTIFIQUE EN CLASSE

## LE MINILABORATOIRE EN CLASSE VOL450. DESTINATION ADN.

Ce minilaboratoire est une situation d'apprentissage et d'évaluation destinée aux élèves de secondaire 3 à 5. En participant à une investigation scientifique dans ce minilaboratoire, les élèves du secondaire vivent une expérience enrichissante. Ils réalisent une réaction en chaîne par polymérase (PCR) afin de répliquer de véritables fragments d'ADN humain et, par la suite, analyseront le résultat de la PCR en faisant migrer l'ADN par électrophorèse sur un gel d'agarose. La trousse comprend tout le matériel requis pour faire les manipulations de l'ADN. Elle est livrée gratuitement aux écoles participantes et inclut tous les éléments nécessaires pour réaliser l'activité (thermocycleur, transilluminateur, centrifugeuse, tubes à essai, pipettes, etc.). De 2017 au printemps 2019, plus de 2 332 élèves du secondaire provenant de 26 écoles ont participé à cette activité de vulgarisation scientifique permettant de mieux connaître l'ADN.

Les chercheurs de l'IBIS vulgarisent et transmettent très régulièrement les résultats de leur savoir au grand public par des interventions dans les médias, tant dans la presse écrite que radio et télévisée. Au total, entre 2015 et 2019, plus de 70 articles écrits (en français, anglais et espagnol), une vingtaine d'interventions radio et une quinzaine d'interventions télévisées ont été réalisés, dont voici quelques exemples :

Roger C. Levesque a été invité à l'émission *Les années lumières* de Radio-Canada pour expliquer son projet de séquençage des souches de salmonellose en vue de développer des moyens pour l'éradiquer (Émission—Août 2015).



Louis Bernatchez a participé à l'émission *La semaine verte* diffusée à la première chaîne de Radio-Canada. Il y a expliqué le rôle de l'utilisation de l'ADN environnemental comme outil pour la gestion des espèces de poissons exploitées par la pêche (Émission—Novembre 2016).



Les travaux d'Alexander Culley, de Warwick Vincent (chercheur associé à l'IBIS) et de leurs équipes sur l'Arctique ont été présentés dans le magazine Québec Science, en 2017.



Jean Bousquet a été invité à l'émission *Première heure* de Radio-Canada pour expliquer son projet de recherche Spruce-Up de Génome Canada et comment les outils génomiques permettent d'identifier le potentiel des arbres à s'adapter aux changements climatiques. (Émission—Mai 2017).



Les travaux de **Mélanie Lemire** et de son équipe sur l'exposition aux contaminants des habitants du Nunavik ont fait l'objet d'un reportage dans le journal Le Soleil (Reportage-Février 2019).



Les travaux de **Christian Landry** et de son équipe sur la création de nouvelles souches de levures par fusion de leurs chromosomes ont été présentés dans le magazine The Scientist.



Les travaux de **Nicolas Derome** et de son équipe sur les probiotiques chez les abeilles ont fait l'objet d'un reportage de Jean-François Cliche du journal Le Soleil (Reportage-Mai 2018).



Les chercheurs de l'IBIS sont aussi présents dans les journaux grand public des pays où se déroulent leurs projets. Ainsi, les travaux en agriculture de **Patrice Dion** en Haïti ont été présentés dans le journal haïtien le Nouvelliste. La Prensa, journal panaméen, a présenté les travaux sur l'Arctique de **Juan Carlos Villarréal** et son parcours professionnel.





Pavillon Charles-Eugène-Marchand  
1030, avenue de la Médecine  
Université Laval  
Québec (Québec) G1V 0A6

418 656-3933  
Accueil@ibis.ulaval.ca  
www.ibis.ulaval.ca  
 ibis\_laval