

Est-ce que la biodiversité dilue le risque de maladies infectieuses?

Timothée Poisot (timothee.poisot@umontreal.ca)

On a souvent supposé que plus de diversité animale était une protection contre le risque de maladies infectieuses (l'effet de dilution): plus la diversité augmente, plus les chances de trouver des hôtes compétents pour un pathogène diminue. Cet effet est devenu une des justifications centrales de la prise en compte de la diversité biologique dans la prévention des zoonoses virales. Cependant, les résultats empiriques sont contradictoires.

Une des raisons possibles est qu'une espèce résistante à un pathogène donné peut être un réservoir d'autres pathogènes, créant une augmentation du risque infectieux quand la diversité augmente. Pour résoudre ce paradoxe, il faut examiner la structure du réseau d'infections entre les hôtes et les virus: est-ce que l'effet de dilution se produit quand les espèces portent des virus similaires? Quand la complémentarité des virus est élevée?

À travers des simulations de modèles d'individus, l'objectif de ce stage est de déterminer si certaines structures du réseau hôte-virus provoquent/empêchent un effet de dilution. En initialisant ces simulations à partir de données empiriques sur les maladies de la faune, ce projet permettra de mieux comprendre le rôle de la biodiversité dans la prévention des maladies infectieuses.

Identification des aubépines rares du Québec avec la spectroscopie foliaire

Etienne Léveillé-Bourret (etienne.leveille-bourret@umontreal.ca)

Les aubépines (arbustes fleuris de la famille des cerisiers) figurent parmi les plus grands genres botaniques au Canada. Jadis dominantes dans les paysages ruraux, elles sont menacées par l'urbanisation, l'intensification agricole et les espèces envahissantes comme les nerpruns. Leur identification est difficile en raison de leur grande variabilité, de critères morphologiques subtils, ainsi que de l'apomixie, de l'hybridation et de la polyploïdie, entraînant leur exclusion des études d'impact environnemental.

Ce stage Honor vise à améliorer l'identification des aubépines en testant la spectroscopie de réflectance foliaire (visible-infrarouge), une méthode rapide et non destructive. L'étudiant(e) analysera les propriétés spectrales de spécimens d'herbier et, selon ses intérêts, de spécimens frais récoltés sur le terrain. Il/elle travaillera en collaboration avec des étudiant(e)s gradué(e)s du laboratoire et utilisera des outils de pointe en taxonomie et écologie fonctionnelle. La répartition entre travail en laboratoire, collecte sur le terrain et analyse des données sera modulable selon ses préférences.

Rôle de la reproduction sexuée et clonale par les graines chez les aubépines

Etienne Léveillé-Bourret (etienne.leveille-bourret@umontreal.ca)

L'apomixie, un mode de reproduction asexuée par graines, permet aux plantes de produire des descendants génétiquement identiques à la mère, sans fécondation. Ce mécanisme pourrait favoriser la colonisation rapide des milieux instables en assurant une reproduction efficace malgré des conditions changeantes. Comprendre l'apomixie est essentiel pour mieux saisir les stratégies évolutives des plantes et a aussi un intérêt agronomique, notamment pour le développement de lignées (cultivars) stables chez des cultures comme le pommier, un genre apparenté aux aubépines.

Ce stage Honor vise à tester l'hypothèse que les espèces d'aubépines se reproduisant clonalement (par apomixie) sont plus susceptibles de coloniser rapidement les milieux instables. Pour cela, nous analyserons la ploïdie de l'albumen et de l'embryon dans les graines d'aubépines à l'aide de la cytométrie en flux. Cette approche permettra de mieux comprendre les mécanismes évolutifs sous-jacents à leur succès écologique. L'étudiant(e) travaillera en collaboration avec des étudiant(e)s gradués pour traiter et analyser les échantillons. Selon ses intérêts, il/elle pourra aussi participer à la collecte de graines en milieu naturel.

Influence des marées sur les traits fonctionnels des plantes

Etienne Léveillé-Bourret (etienne.leveille-bourret@umontreal.ca)

L'estuaire d'eau douce du Saint-Laurent est un écosystème unique, caractérisé par des marées de grande amplitude, une forte turbidité et une faible salinité. Ces conditions créent un milieu contraignant pour la végétation, où plusieurs espèces endémiques et menacées se sont adaptées. Cependant, l'influence des marées sur les traits fonctionnels des plantes demeure mal comprise, de même que les mécanismes écologiques sous-jacents à la sélection des traits dans ce milieu.

Ce stage Honor porte sur la récolte et l'analyse de traits fonctionnels des plantes de l'estuaire afin d'évaluer l'effet du milieu physique sur leur physiologie et leur morphologie. L'étudiant(e) mesurera divers traits liés à la tolérance au stress, la stratégie de reproduction et l'acquisition des ressources sur un ensemble d'espèces sélectionnées. Ces traits seront comparés à ceux de communautés végétales similaires vivant en milieux non soumis aux marées, afin de déterminer si l'influence des marées entraîne une convergence, un parallélisme évolutif ou un filtrage écologique des espèces. L'étudiant(e) travaillera en collaboration avec des étudiants gradués du laboratoire et pourra ajuster son implication au laboratoire ou sur le terrain selon ses intérêts.

Performance des microforêts urbaines

Stéphanie Pellerin (stephanie.pellerin.1@umontreal.ca)

La création de microforêts urbaines gagne en popularité . Élaborée au Japon, cette méthode consiste à améliorer la qualité des sols et à planter densément de jeunes arbres indigènes sur de très petites superficies. En raison de la forte compétition pour la lumière entre les individus, les plantations devraient atteindre rapidement une canopée haute et dense, et ce, avec peu d'entretien. La promotion des microforêts au sein des villes repose sur les bénéfices écologiques que cette méthode de plantation offrirait. Par exemple, il est souvent véhiculé que les microforêts pousseraient 10 fois plus rapidement, seraient 30 fois plus denses et 100 fois plus riches en biodiversité que les plantations conventionnelles. À l'opposé, certaines critiques soulignent leur faible diversité au niveau des strates inférieures et la présence d'arbres avec un petit ratio diamètre-hauteur les rendant ainsi sensibles au bris en présence de verglas ou de neige lourde. Toutefois, les données supportant ces différentes affirmations, positives ou négatives, sont généralement anecdotiques et fragmentaires. Les objectifs du projet sont d'évaluer la performance des microforêts (survie et croissance des arbres) et leur efficacité à contrer les îlots de chaleur tout en favorisant l'infiltration d'eau.

Biopiraterie et biodiversité chez les chiroptères hôtes de maladies zoonotiques

Timothée Poisot (timothee.poisot@umontreal.ca)

Les pays à forts revenus (HIC) vont souvent exporter les ressources biologiques et génétiques des pays à revenus faibles et intermédiaires (LMIC), ce qui renforce les inégalités globales dans l'accès à la science, et entretient des logiques coloniales. Dans le cadre de ce projet, nous étudierons les pratiques de publication de données sur les occurrences de chiroptères à l'échelle globale, en nous appuyant sur les données publiées par le Global Biodiversity Information Facility. En utilisant l'information sur le pays d'origine, et le pays qui publie la donnée, nous pourrions quantifier les flux de ressources biologiques entre les différents pays. Ces données seront analysées pour

- (i) identifier quels pays contribuent le plus à l'extraction de données à partir des LMIC
- (ii) identifier quelles espèces sont les plus publiées hors de leur pays d'origine
- (iii) identifier si les dynamiques de republication des données sont les mêmes pour les chiroptères qui hébergent plus de virus zoonotiques
- (iv) identifier si ces dynamiques sont les mêmes pour les données de séquençage, d'observation, et les spécimens

Amplification et accélération de la propagation des maladies dans les méta-populations

Timothée Poisot (timothee.poisot@umontreal.ca)

La structure spatiale des méta-populations (un ensemble de populations connectées par de la dispersion) peut avoir un impact majeur sur les processus biologiques émergents, en permettant des contacts entre individus de différents groupes.

L'objectif de ce projet est d'étudier si certaines structures spatiales peuvent servir d'amplificateurs ou d'accélérateurs des processus épidémiques.

Via la modélisation de systèmes stochastiques de la famille

Susceptible-Exposé-Infectieux-Remis (SEIRS), nous identifierons des conditions qui amplifient les processus épidémiologiques (une infection initialement rare est plus à même de se propager), et des conditions qui accélèrent l'épidémie (l'équilibre endémique est atteint plus rapidement).

En comparant les résultats à une version non-spatiale du modèle, nous pourrons de plus identifier si certaines structures jouent un double rôle, amplifiant et accélérant les épidémies. Ces résultats sont importants pour identifier les populations qui peuvent rapidement propager un agent infectieux au reste de leur espèce.

Analyse des réseaux trophiques d'écosystèmes aquatiques

Katalin Patonai (katalin.patonai@umontreal.ca)

Il y a plusieurs sites et projets possibles (l'étudiant.e peut choisir). Les tâches incluent la collecte et l'organisation des données, la compilation du réseau trophique pour l'écosystème de choix (lac, rivière, écosystème marin), le calcul d'indices de réseaux, la visualisation des réseaux, et la rédaction d'un rapport. Chaque projet investiguera une question théorique, donc des tâches additionnelles diverses peuvent être requises. Ce stage est principalement computationnel. Une connaissance des logiciels MS Office est nécessaire et celle du logiciel R est suggérée. L'étudiant.e se familiarisera avec d'autres logiciels.

Contribution du métabolisme anaérobie au taux métabolique de repos

Matthew Regan (matthew.regan@umontreal.ca)

Le métabolisme est l'ensemble des réactions biochimiques qui se produisent dans l'organisme. Toutes ces réactions dépendent en fin de compte de l'énergie cellulaire (ATP), et cet ATP peut être fourni par le métabolisme aérobie dépendant de l'oxygène (phosphorylation oxydative) ou par le métabolisme anaérobie indépendant de l'oxygène (glycolyse anaérobie). Dans des conditions de repos standard, le métabolisme est supposé être entièrement soutenu par la phosphorylation oxydative, une idée qui sous-tend l'utilisation répandue de la respirométrie comme principal moyen de mesurer le taux métabolique dans les organismes entiers. Cependant, il est plausible que le métabolisme anaérobie contribue également au taux métabolique au repos, en particulier chez les poissons, qui contiennent une grande masse de muscle blanc anaérobie. Cette étude testera l'hypothèse selon laquelle la glycolyse anaérobie contribue au taux métabolique de repos chez les poissons en mesurant trois variables clés chez les poissons rouges en temps réel: le taux de consommation d'oxygène (comme indicateur du métabolisme aérobie), l'accumulation de lactate (comme indicateur du métabolisme anaérobie) et la production de chaleur métabolique (comme indicateur des métabolismes aérobie et anaérobie combinés).

Biologie évolutive mitochondriale

Sophie Breton (s.breton@umontreal.ca)

La conservation et la gestion de la biodiversité devant les changements climatiques et la dégradation de l'environnement constituent l'un des plus grands défis auxquels les biologistes doivent aujourd'hui faire face. Comment les espèces s'adaptent-elles à ces changements? La réponse dépend en partie des mitochondries, les centrales énergétiques des cellules, qui sont en première ligne de la réponse cellulaire aux changements environnementaux. Elles sont donc indispensables à l'adaptation des organismes à leur environnement. Or, nous ne comprenons pas entièrement comment les mitochondries contribuent à cette adaptation. Ce fossé majeur des connaissances est surprenant compte tenu de leur rôle central dans les fonctions cellulaires, le vieillissement et les maladies.

Notre groupe de recherche s'efforce de mieux comprendre l'importance des mitochondries pour favoriser l'adaptation aux changements environnementaux. Pour ce faire, des technologies de pointe en physiologie, biologie cellulaire et 'omique' sont utilisées. En tant que stagiaire, vous travaillerez sur un projet lié aux projets de recherche en cours. En fonction de votre intérêt, vous travaillerez sur la génétique mitochondriale, la protéomique mitochondriale, la physiologie mitochondriale ou l'épigénétique mitochondriale

Sculpter la vie : explorer la croissance cellulaire en 3D

Anne-Lise Routier (al.routier@umontreal.ca)

La forme des organes se construit au fil du développement, grâce à une coordination subtile de la croissance cellulaire. Pourtant, comment les signaux moléculaires se transforment en instructions précises régulant cette croissance demeure en grande partie un mystère. Contrairement aux animaux, dont le développement précoce reste difficilement accessible, les plantes offrent un terrain d'exploration exceptionnel : elles génèrent de nouveaux organes tout au long de leur vie, faisant d'elles des modèles idéaux pour étudier la croissance. Nous avons mis au point des méthodes innovantes permettant de suivre en 3D la croissance des organes végétaux sur de longues périodes, avec une résolution inégalée. Grâce à des outils informatiques de pointe, nous décortiquons la dynamique cellulaire au cours du développement pour révéler comment la coordination de la croissance façonne les organes.

Au cours du stage, vous pourrez :

- Apprendre l'analyse d'images 3D de la croissance cellulaire
- Réaliser des analyses statistiques pour explorer les liens entre différents paramètres cellulaires
- Découvrir le fonctionnement fascinant de la microscopie 3D
- Intégrer un laboratoire dynamique, international et inclusif, où l'innovation et la passion sont au cœur des projets

<https://routierlab.com/>

Cartographier la diversité d'amphibiens en Amazonie

Andrea Paz Velez (andrea.paz.velez@umontreal.ca)

L'Amazonie est un écosystème abritant plus de 500 espèces d'amphibiens, mais leur histoire évolutive et leur écologie demeurent encore largement inconnues. On peut mesurer la biodiversité de différentes manières, le nombre d'espèces étant la plus courante. Cependant, pour mieux comprendre la répartition de la biodiversité, il est primordial d'intégrer leur histoire évolutive, ce qui permet également de rendre nos estimations de la biodiversité plus indépendantes des incertitudes taxonomiques. Une collaboration multinationale a généré des données de codes-barres ADN pour les amphibiens à travers l'Amazonie, ce qui nous permet d'estimer à la fois la richesse et la diversité phylogénétique. Avec ces informations, nous visons à utiliser un cadre d'apprentissage automatique pour évaluer l'importance de différentes variables environnementales et paysagères dans la détermination de la répartition de la biodiversité des amphibiens en Amazonie montrant que l'utilisation de variables environnementales dans un cadre d'apprentissage automatique permet de prédire environ 20% de la diversité phylogénétique de deux familles d'amphibiens. Le défi maintenant est d'estimer la richesse et la diversité phylogénétique des autres familles d'amphibiens.

Restaurer la santé des écosystèmes aquatiques en milieu agricole

Marc Amyot (m.amyot@umontreal.ca)

La dégradation des cours d'eau en milieu agricole est un enjeu mondial menaçant la biodiversité et notre approvisionnement en eau potable. Les eaux de ruissellement provenant des terres agricoles transportent des sédiments, des nutriments et des pesticides, ce qui altère la santé des écosystèmes aquatiques. De surcroît, cette pression est exacerbée par l'intensification des pluies causée par les changements climatiques. Ainsi, la protection des cours d'eau agricoles est devenue un enjeu prioritaire dans plusieurs régions du monde, dont le Québec.

Notre équipe travaille en collaboration avec les agriculteurs pour concevoir et évaluer des stratégies de protection de l'eau, fournissant ainsi des informations clés pour orienter la transition environnementale enclenchée par le secteur agricole.

L'étudiant pourra contribuer à différents projets, dont : (1) l'étude d'un biofiltre, destiné à prétraiter les eaux de ruissellement avant leur arrivée dans les ruisseaux, (2) l'étude de bandes riveraines élargies comportant différents agencements de végétaux et (3) l'étude d'un bassin versant où différentes mesures de protection de l'eau sont déployées.

Modernisation d'un outil logiciel pour l'écologie du paysage : LandscapeMetrics.jl

Michael Catchen & Timothée Poisot (michael.catchen@umontreal.ca - timothee.poisot@umontreal.ca)

L'activité humaine, comme l'urbanisation, la déforestation et l'expansion de l'agriculture, modifie rapidement les paysages de la Terre, les rendant de plus en plus fragmentés et inégaux. Prévoir les conséquences de ce changement pour les écosystèmes est crucial pour la conservation de la biodiversité. Depuis plusieurs décennies, les écologistes du paysage utilisent un programme appelé FRAGSTATS pour quantifier les propriétés de la structure du paysage. Cependant, les développeurs initiaux de ce projet ont commencé à prendre leur retraite et, compte tenu de son ancienneté, son interface utilisateur n'est pas particulièrement conviviale pour les utilisateurs typiques de 2025. Nous souhaitons développer une version moderne de FragStats, appelée LandscapeMetrics.jl, dans le langage Julia pour l'informatique scientifique. Ce projet serait une excellente occasion d'apprendre le langage Julia, de développer des compétences en matière de développement de logiciels scientifiques et de mettre à la disposition des écologistes des outils pour l'écologie du paysage. Le travail effectué pendant ce projet sera intégré à BON-in-a-Box, une nouvelle plateforme infonuagique opérée par GEOBON, qui aide les pays à suivre leurs obligations en matière de protection de la biodiversité.