



L'écho de la recherche

Bureau de la recherche

Numéro 11 | hiver 2024

La biodiversité dans les espaces verts du campus du Cégep

Depuis le mois de septembre 2023 et à l'initiative de Michel Bélanger (conseiller au développement durable), et de Jannick Champagne (techniques de bioécologie), le Cégep est devenu membre du réseau [La Biodiversité au Campus](#) (ci-après le Réseau BC), une organisation d'établissements d'enseignement supérieur du monde entier qui s'est donné pour mission de promouvoir l'observation et la protection des espaces verts des campus. Avec enthousiasme, Olivier Domingue (biologie) et Daniel Ouellette (techniques de bioécologie) se sont joints au projet. Le Réseau BC met les communautés qui les fréquentent en contact étroit avec l'environnement et les amène à collaborer pour établir les profils de biodiversité de leurs espaces verts sur la plateforme [iNaturalist](#). Celle-ci recueille des données scientifiquement valables à partir d'observations citoyennes, contribuant ainsi à la recherche internationale sur les espaces verts et la biodiversité dans les milieux urbains.

L'application iNaturalist

iNaturalist est une application web gratuite qui se veut à la fois un réseau social et un outil de participation à un projet de recherche citoyenne. Son réseau social met en relation des personnes ayant des profils variés, allant du simple amateur de promenades en nature aux spécialistes de la biodiversité. L'application leur permet d'enregistrer et de partager des observations avec d'autres personnes, de rencontrer des amateurs et des professionnels et de faire des apprentissages sur la faune et la flore de tous les territoires de la planète. Son outil scientifique facilite l'identification des espèces par les membres, à partir de leurs observations et de leurs photographies, tout en enregistrant la fréquence des observations de chaque espèce.



De gauche à droite : Les membres du personnel qui font activement partie du Réseau Biodiversité du campus : Olivier Domingue (biologie), Daniel Ouellette et Jannick Champagne (techniques de bioécologie) et Michel Bélanger (conseiller au développement durable). Jannick Champagne et Michel Bélanger sont les instigateurs du projet.

En combinant les informations recueillies par les membres aux savoirs d'un vaste réseau de scientifiques, il devient possible d'avoir un aperçu de plus en plus précis des patrimoines naturels. Les données collectées par iNaturalist ont un degré de fiabilité élevé et peuvent être utilisées pour soutenir la prise de décisions à l'égard de la conservation de la biodiversité.

Établir le profil de la biodiversité sur notre campus

L'application iNaturalist permet de définir des projets d'observation citoyenne sur des territoires particuliers. Ceux qui sont réalisés sur les campus des établissements d'enseignement supérieur composent le Réseau BC. Le Cégep en fait maintenant partie grâce à Janick Champagne, qui a fait la délimitation de son territoire. La page Réseau BC – Cégep de Sherbrooke peut être consultée en cliquant [sur ce lien](#).

Toute personne peut participer à l'édification du profil de la biodiversité sur le campus du Cégep. Pour ce faire, elle doit d'abord créer un compte sur l'application iNaturalist. Comme l'objectif consiste à repérer et à identifier des espèces sur le campus, notamment par la capture de documents audiovisuels (photos, vidéos et sons), il est nécessaire d'installer l'application sur un téléphone portable. Ainsi, lorsqu'une espèce est identifiée et soumise à l'outil scientifique (dans le jargon d'iNaturalist, on parle de soumettre une mention) avec les documents audiovisuels correspondants, ceux-ci sont automatiquement raccordés à leurs données de géolocalisation.

Pour soumettre des mentions, il est nécessaire d'avoir une connaissance minimale des groupes d'êtres vi-

vants. Bien entendu, il est possible de soumettre des observations très générales, par exemple en les désignant comme appartenant au vaste groupe des plantes. Toutefois, sans documentation claire, cela ne représente pas un grand intérêt d'un point de vue scientifique.

iNaturalist compte sur la force de son réseau pour valider les mentions qui lui sont soumises. Les membres experts reçoivent des notifications chaque fois qu'une mention faisant partie de leur champ d'expertise est publiée sur un territoire donné. À la réception d'une notification, ils peuvent alors se rendre sur place pour confirmer la donnée. Celle-ci devient scientifiquement valide à partir du moment où elle est confirmée par trois personnes.

La figure 1 présente une capture d'écran du projet Réseau BC — Cégep de Sherbrooke. Depuis sa création jusqu'au 15 avril 2024, 153 observations ont été effectuées par 30 personnes, qui ont répertorié un total de 93 espèces. Les deux commentaires suivants doivent être formulés :

1. Les 93 espèces ne sont pas nécessairement identifiées au niveau taxonomique le plus précis, qui correspond à l'espèce (voir la figure 2). Dans le cas des insectes, par exemple, le processus d'identification peut être très difficile. On peut alors donner des niveaux taxonomiques dits supérieurs ou moins précis, comme le genre ou la famille.
2. Les insectes sont possiblement surreprésentés étant donné que plusieurs personnes ont ajouté des mentions dans le cadre d'un cours.

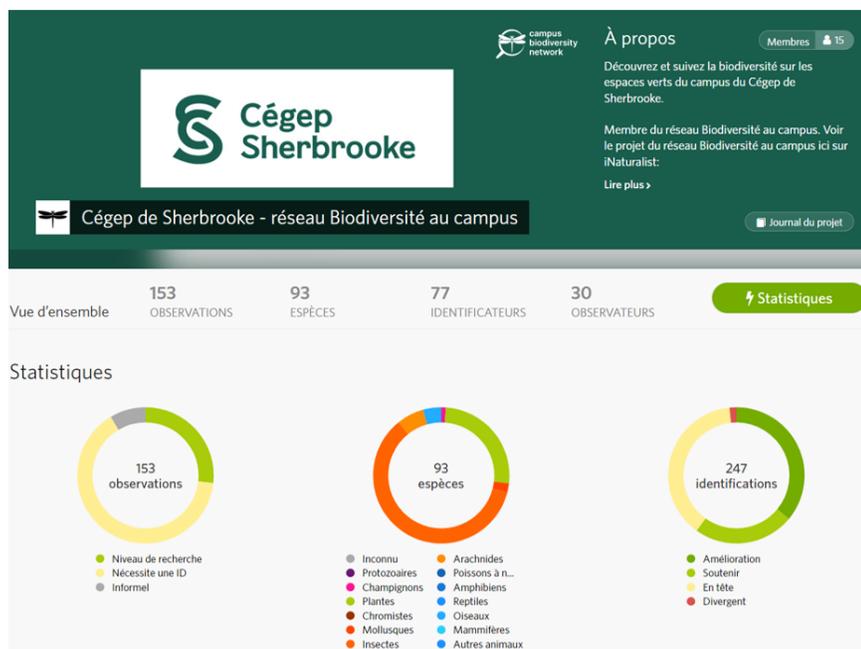


Figure 1 : Capture d'écran du projet associé au Cégep (le 15 avril 2024).

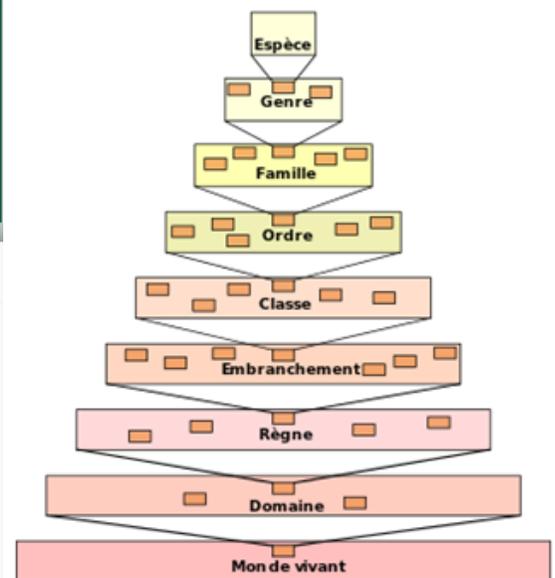


Figure 2 : les niveaux taxonomiques.
Source : [Wikipédia](#)

Les retombées du projet

Le projet a des retombées sur la formation étudiante. Durant la session d'automne 2023, Jannick a invité les personnes inscrites au cours *Initiation à la profession* à enregistrer des observations sur Réseau BC – Cégep de Sherbrooke. Daniel Ouellette a également introduit des activités pédagogiques nécessitant l'utilisation de l'application iNaturalist dans le cours *Taxonomie et inventaire des invertébrés*, ce qui a pu engendrer la sur-représentation mentionnée dans le deuxième commentaire formulé précédemment. En effet, les élèves de ce cours ont apporté plusieurs contributions concernant la présence de plusieurs espèces d'insectes dans les [oasis de biodiversité](#) que sont le jardin des pollinisateurs et l'espace sans tonte qui se trouvent devant le pavillon 2. D'autres personnes qui enseignent dans le même programme envisagent d'utiliser l'application dans leurs cours, notamment les autres cours de taxonomie.

À plus long terme, le projet contribuera certainement à documenter les effets de certains aménagements effectués sur le campus pour la préservation de la biodiversité. Dans le cadre de projets étudiants ou institutionnels, des efforts sont déployés pour planter une plus grande diversité d'arbres et de plantes herbacées indigènes, de même que pour installer des abris fauniques (hôtels à insectes, nichoirs à rapaces et abris pour chauves-souris). Il a également été convenu avec les personnes travaillant au Service d'entretien des bâtisses et des terrains de moins tondre pour laisser plus de place aux écosystèmes naturels. Les inventaires enregistrés permettront de mieux repérer les changements dans la biodiversité survenus à la suite des transformations nommées précédemment et d'évaluer leurs impacts.

Initiasciences : pour une initiation immersive à la recherche

Une collaboration spéciale de Christel Bouchetard-Aubus

Donner la chance aux jeunes de niveau secondaire et collégial de s'initier à la recherche scientifique, c'est l'objectif d'[InitiaSciences](#), un organisme montréalais fondé en 2021. Le principe est simple : des jeunes de différents niveaux et domaines d'études participent à des projets de maîtrise ou de doctorat le temps d'une année scolaire, sous le mentorat de personnes étudiantes chercheuses et chercheurs universitaires.

En 2023-2024, pour la première fois, l'un des projets de recherche proposés par InitiaSciences prend place à l'Université de Sherbrooke. Mentorées par Marie-Andrée Binet, étudiante au doctorat en Sciences de la santé, Anissa Hamani et Zoé Bigras (étudiantes au Cégep de Sherbrooke), ainsi que Wama Koronfol (élève en 5^e secondaire), participent à un projet de recherche en Sciences sociales. L'objectif est d'étudier les habitudes numériques des enfants d'âge préscolaire en lien avec les caractéristiques de l'enfant et de sa famille.

Le projet aura également des retombées dans le nouveau programme Sciences de la nature, dont la première cohorte débutera ses études à l'automne 2024. Olivier Domingue, enseignant en biologie, a l'intention d'organiser des sorties sur le terrain pour le cours Écologie et évolution, qui sera donné à l'hiver 2025 et qui portera en partie sur la diversité du vivant. Olivier prévoit inviter ses élèves à identifier des espèces qui se trouvent sur le campus ou sur d'autres territoires de la ville de Sherbrooke déjà enregistrés dans l'application iNaturalist, dont le campus du Collège Champlain à Lennoxville. Des collègues du département de biologie ont manifesté de l'intérêt à le suivre dans cette aventure.

Enfin, soulignons que l'an dernier, le projet a déjà fait l'objet d'une séance de vulgarisation scientifique qui s'adressait à trois publics distincts : les enfants d'âge préscolaire, le grand public et la communauté scientifique. L'activité a été appréciée de toutes les personnes qui en ont bénéficié.

Tout le monde est invité à contribuer!

La science citoyenne a besoin de la participation de personnes de tous les âges et possédant des compétences variées. Le projet Réseau BC – Cégep de Sherbrooke ne fait pas exception à cette règle. L'inventaire de la biodiversité sur notre campus se précisera à mesure que la population, et plus précisément la communauté du Cégep, participera au projet. Tout le monde peut créer un compte et ajouter des observations pour contribuer au tracé du portrait. C'est un excellent prétexte pour sortir à l'extérieur à l'heure des pauses, avec des collègues ou avec des élèves!



De gauche à droite : Marie-Andrée Binet (étudiante au doctorat), Wama Koronfol (élève en 5^e secondaire) et Anissa Hamani (étudiante du Cégep).

Plus précisément, l'équipe se penche sur les contenus numériques visionnés par des enfants d'âge préscolaire en lien avec les caractéristiques de l'enfant et de sa famille. Plus précisément, l'équipe se penche sur les contenus visionnés (par exemple, présence de violence et contenu éducatif) et examine s'ils sont associés au comportement des enfants, comme leur niveau d'agressivité ou d'inattention. Nous avons rencontré Marie-Andrée, Anissa et Wama pour discuter de leur expérience avec InitiaSciences.

Volontaires et motivées

Anissa et Wama ont tout de suite été interpellées par ce projet : la première baigne dans le milieu de la recherche depuis toute jeune grâce à sa mère et souhaite poursuivre ses études en médecine ; la deuxième participe déjà au programme *Voie Sciences* dans son parcours secondaire et veut devenir pédiatre. Elles n'ont donc pas hésité à se porter volontaires pour ce projet qu'elles voient comme un atout pour leur futur professionnel.

Quant à Marie-Andrée, elle a toujours eu de l'attrait pour la supervision et le mentorat, qui constituent une part importante de la carrière académique typique dans laquelle elle souhaite poursuivre après son doctorat. Par ailleurs, travailler avec des personnes plus jeunes qu'elle, plus informées des dernières tendances en matière de contenus numériques, représente un avantage pour son projet ciblant l'effet des écrans sur les enfants. Anissa, Wama et Zoé lui apportent une perspective et une expérience qu'elle n'a pas forcément.

Une collaboration qui fait avancer

Les étudiantes découvrent la recherche en réalisant diverses tâches, à commencer par la préparation des données. Celles-ci proviennent d'un sondage soumis à des parents de jeunes enfants et rassemblent des informations sur l'utilisation des écrans dans les familles ainsi que sur le développement des enfants.

Les jeunes filles réalisent aussi l'analyse statistique des données, afin d'explorer les relations entre les contenus consommés par les jeunes enfants et leurs traits comportementaux (agressivité, prosocialité, etc.). À la fin de l'année, l'équipe présentera ses résultats lors du Symposium d'InitiaSciences, prévu le 9 juin à Montréal. Marie-Andrée demandera aussi aux filles de créer une affiche scientifique qui sera présentée à son laboratoire et lors d'un futur congrès scientifique.

Toutes ces tâches font progresser le doctorat de Marie-Andrée. « Ce travail d'équipe me motive aussi à travailler de façon régulière sur mes données, car ce n'est pas toujours facile de consacrer du temps à son projet doctoral de manière individuelle », ajoute-t-elle.

Beaucoup d'avantages pour peu de contraintes

L'équipe se retrouve une soirée par semaine au Cégep

pour travailler. Les étudiantes s'accordent toutes à dire qu'InitiaSciences s'intègre à dans leur emploi du temps respectif, surtout depuis qu'elles ne se rencontrent plus à l'Université de Sherbrooke, comme au début, ce qui générerait plus de contraintes de déplacement. Elles doivent parfois poursuivre leurs travaux sur les données ou lire de la documentation chez elles, mais cela leur convient. « Je préfère travailler sur le projet InitiaSciences plutôt que de ne rien faire d'intéressant », commente Anissa.

La différence de niveau scolaire n'est pas non plus un frein au projet : elles ont toutes les connaissances générales qu'il faut pour aborder la recherche en Sciences sociales. De plus, la maturité, la motivation et la curiosité intellectuelle les lient et leur permettent d'avancer ensemble.

Quant à la préparation des données, bien que cette étape leur paraisse parfois un peu longue et laborieuse, elle fait appel à leur rigueur et à leur patience.

Par ailleurs, les jeunes filles ont le sentiment de gagner beaucoup avec ce projet. Anissa en profite pour consommer des contenus scientifiques qui la passionnent et bonifie son CV pour l'avenir. Wama a hâte de participer au symposium de juin, elle qui adore les présentations orales : « J'ai déjà eu l'occasion de faire de la vulgarisation scientifique au secondaire et j'aime beaucoup ça. C'est très satisfaisant de transmettre aux autres ce sur quoi on a travaillé ».

Une expérience recommandée à 100 %

S'il y a bien un sentiment partagé par les jeunes filles, c'est la fierté de participer à un projet de recherche scientifique qui sera publié et de contribuer à quelque chose de grand. Elles recommandent sans hésitation à toutes les personnes étudiantes qui auraient l'occasion de participer à un projet InitiaSciences de se lancer. Selon elles, avoir un réel intérêt pour la science ou pour un projet particulier, c'est la clef pour vivre une belle expérience. Pour tous les jeunes qui douteraient, le formulaire de candidature constitue un bon outil de réflexion : relativement long, celui-ci questionne l'intérêt des personnes candidates sur des aspects précis (l'attrait pour le sujet de recherche, les goûts personnels, les motivations, etc.).

De son côté, Marie-Andrée recommande volontiers à ses collègues en recherche de s'engager comme personne mentore si l'occasion se présente, même si cela dépend beaucoup du niveau d'avancement du projet de recherche. « L'équipe d'InitiaSciences accompagne bien les volontaires dans la construction du projet pour qu'il convienne à des jeunes qui n'ont pas d'expérience en recherche et pour que les personnes mentores puissent faire un bon accompagnement », précise-t-elle.

Un conseil pour les prochains appels

Le programme InitiaSciences continue en 2024-2025, mais aucun établissement de Sherbrooke n'y participera cette année. Toutefois, Marie-Andrée assistera à une rencontre avec les futurs mentors pour partager son expérience. À toutes les personnes menant un projet de recherche et intéressées par le mentorat, elle conseille de s'assurer que le projet s'y prête bien, de planifier soigneusement le tout en amont, ainsi que d'avoir le soutien de sa direction de recherche. « Il faut aussi bien réfléchir au temps et à la discipline qu'on peut consacrer au mentorat, car cela nécessite de l'engagement », précise-t-elle.

Quant à ses jeunes collaboratrices, elles n'ont qu'un conseil pour leurs pairs intéressés par InitiaSciences : « foncez! ». Selon elles, même si un projet de recherche peut paraître compliqué et qu'il implique du travail à long terme qui teste la motivation, il ne faut pas hésiter à se lancer, car le jeu en vaut la chandelle.

La recherche au doctorat ou au sein d'InitiaSciences, même combat : « la motivation ou le goût de travailler peut fluctuer au fil du parcours, mais c'est l'occasion de développer des compétences d'adaptation face au doute ou à la perte de motivation dans un projet de longue haleine », conclut Marie-Andrée.

Le silence et l'obscurité pour préserver la santé et la biodiversité

Les auteurs de cet article sont un groupe d'étudiantes et d'étudiants en Sciences de la nature qui collaborent au projet de mise en place d'une zone de silence et d'obscurité dans le parc du Mont-Bellevue : Jérôme Bisson, Sabrina Côté, Henri Curry, William Fauteux, Jérémie Hatier, Othmane Labsir et Léa Rivard.

La pollution lumineuse et la pollution sonore augmentent de manière continue avec l'étalement urbain. Les espaces de silence et d'obscurité se faisant de plus en plus rares, leur protection est cruciale pour le maintien de la santé des écosystèmes et de la biodiversité. Depuis 2019, Johanne Roby, chercheuse en pollution lumineuse et enseignante au Département de chimie, coordonne le projet d'Oasis de nuit étoilée du parc du Mont-Bellevue. L'Oasis a été certifiée en 2022 comme étant le premier lieu protégé de ciel étoilé en milieu urbain au Canada par l'International Dark-Sky Association. Depuis 2019, plusieurs cohortes étudiantes du Cégep ont contribué à sa mise en place. L'objectif du groupe est d'y associer une zone de silence pour dimi-

nuer la pollution sonore et ainsi contribuer au bien-être des organismes vivants qui l'habitent.

Pour développer une zone de silence sur le territoire de l'Oasis, le groupe a dû s'adjoindre une expertise en acoustique. C'est ainsi qu'Olivier Robin, professeur au Département de génie mécanique de l'Université de Sherbrooke (UdS), a accepté de mettre ses compétences au profit du projet. Comme la formation de la relève en recherche dès les études collégiales est une préoccupation importante pour les chercheuses et les chercheurs du Cégep, l'équipe étudiante en deuxième année du programme Sciences de la nature signataire de cet article a hérité de certaines responsabilités dans

Figures 1 et 2 : Chaque photo est prise à l'UdS et présente une partie des personnes qui collaborent au projet. La photo de gauche a été prise dans une chambre anéchoïque du département de génie mécanique lors de tests en soufflerie pour déterminer l'effet du vent sur les mesures du bruit. Celle de droite a été prise sur le toit d'un bâtiment qui se trouve à proximité du parc du Mont-Bellevue où des appareils pour mesurer la pollution lumineuse et la pollution sonore ont été installés.



À l'avant : Bruno Paillard (fabricant des sonomètres et consultant), Yann Pasco (technicien en acoustique), Sabrina Côté, Léa Rivard, Johanne Roby et Olivier Robin.

À l'arrière : Othmane Labsir, William Fauteux, Jérémie Hatier, Jérôme Bisson et Henri Curry.



À l'avant : Johanne Roby, Sabrina Côté, Gaëlle Belleau-Magnat (mentore étudiante en géomatique appliquée), Audrey Guy (mentore étudiante en génie robotique).

À l'arrière : Patrick Ménard (géomatique appliquée), Jérémie Hatier, Othmane Labsir, William Fauteux, Henri Curry et Jérôme Bisson.

le projet. Elle bénéficie de l'accompagnement de deux mentores étudiantes à l'UdS, l'une en géomatique appliquée et l'autre en génie robotique.

La pollution lumineuse et la pollution sonore

Avant de décrire notre projet, prenons le temps d'expliquer brièvement ce que sont la pollution lumineuse et la pollution sonore.

La pollution lumineuse provient de l'usage excessif des sources lumineuses artificielles nocturnes : lampadaires, éclairages publics et privés, phares des véhicules, enseignes et fenêtres des bâtiments. Pour ce qui est de la pollution sonore, c'est une forme de pollution environnementale causée par des niveaux de bruit excessifs ou indésirables. Elle provient de sources liées aux transports (avions, trains et autres véhicules motorisés) et aux activités industrielles et humaines.

La pollution lumineuse et la pollution sonore ont toutes deux des conséquences néfastes sur les écosystèmes et la santé humaine. La pollution lumineuse perturbe notamment le comportement des animaux en les désorientant et en les exposant aux prédateurs. Elle fragmente les habitats de noirceur et nuit à la reproduction et à la recherche de nourriture, fragilisant ainsi l'équilibre de la chaîne alimentaire. Les impacts de la pollution lumineuse sur la santé humaine peuvent être les suivants : troubles du sommeil, troubles de l'humeur, accroissement des risques de développer certains types de cancers, etc. Des articles précédemment publiés dans l'Écho de la recherche ont abordé cette question (voir les [numéros 3 et 7](#)).

La pollution sonore est également un facteur de stress pour la faune et les êtres humains. Elle perturbe les habitats naturels et les schémas de communication qu'utilisent les animaux pour trouver de la nourriture ou pour se reproduire. La pollution sonore est également

responsable de certains troubles chez l'humain : problèmes auditifs, troubles du sommeil, stress, perturbations de la concentration, problèmes cardiovasculaires, etc.

Mesurer la pollution lumineuse et la pollution sonore à proximité de l'Oasis de nuit étoilée

Pour bien comprendre les origines de la pollution lumineuse et de la pollution sonore, il est essentiel de développer une connaissance étendue des espaces qui caractérisent les zones à proximité de l'Oasis. Pour y arriver, l'équipe de recherche développe et optimise des méthodologies permettant de réaliser des cartes illustrant la luminosité et les niveaux de bruit sur le territoire ciblé, si possible à différents moments de la journée et de la nuit. Ces cartes permettront, par exemple, de vérifier s'il existe des liens entre la pollution lumineuse et la pollution sonore.

Tracer des cartes de luminosité

Au fil des années, le groupe de recherche sur la pollution lumineuse, et plus particulièrement l'enseignant-chercheur Martin Aubé (physique), a développé des instruments de mesure d'une grande précision. L'un d'eux, appelé LAN³, est un capteur de lumière capable de mesurer des caractéristiques bien précises telles que sa composition en couleurs et la direction dans laquelle voyagent les rayons lumineux. Ce petit appareil, qui peut être fixé sur le toit d'un véhicule, sur un vélo ou sur un sac à dos, permet de mesurer la pollution lumineuse en se baladant dans les rues et les parcs de Sherbrooke.

L'équipe a construit une carte de la luminosité d'un quartier situé à l'est du parc du Mont-Bellevue à partir des données recueillies le 16 novembre 2023, entre 21 h et 23 h 30 avec l'appareil LAN³ (voir la figure 3a). Cette carte établit des distinctions entre les zones les

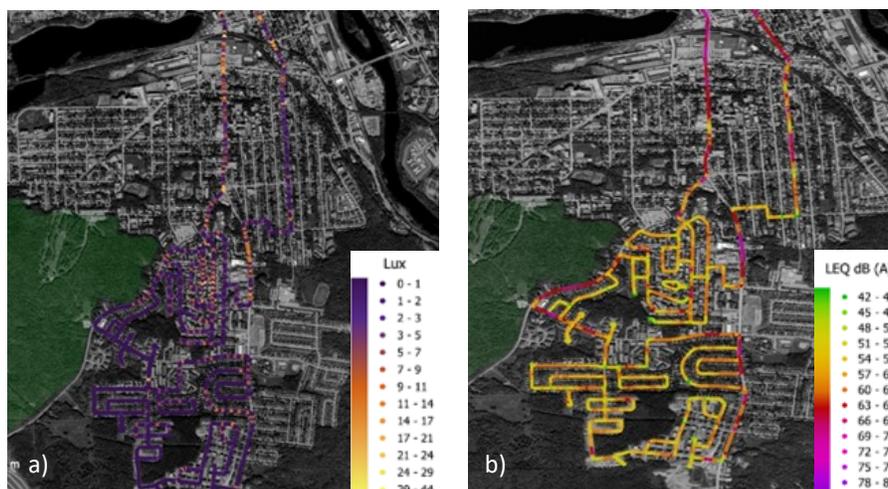


Figure 3 : La carte de gauche montre les résultats préliminaires de la cartographie de la luminosité, mesurée en lux, d'un quartier à proximité du Mont-Bellevue. On peut identifier les zones les plus lumineuses (en jaune) et les zones les plus sombres (en mauve). La carte de droite montre les résultats préliminaires de la cartographie des niveaux d'intensité sonore, mesurés en décibels. Plus la couleur tend vers le vert, plus l'intensité sonore est élevée.

plus lumineuses (en jaune) et les zones les plus sombres (en mauve). C'est un outil qui a permis à l'équipe d'intervenir et de proposer des solutions pour diminuer la pollution lumineuse dans les endroits critiques. Lorsque toutes les modifications souhaitées auront été réalisées, une nouvelle cueillette de données permettra de construire une autre carte et de constater l'évolution de la situation.

En parallèle, les mêmes instruments de mesure ont été installés en permanence dans l'Oasis du parc du Mont-Bellevue. Ils enregistrent la variation de la pollution lumineuse et de la pollution sonore, ce qui permet, entre autres, de suivre les effets des conversions des systèmes d'éclairage. Bien entendu, les résultats ne peuvent être constatés qu'à long terme, les conversions d'éclairage étant coûteuses et nécessitant de convaincre tant les élus que les propriétaires des commerces et la population en général d'adopter de nouvelles pratiques d'éclairage. Soulignons que depuis la désignation de la première Réserve internationale de ciel étoilé au Mont-Mégantic en 2007, la population se montre plutôt sensible à la protection de l'environnement nocturne, ce qui se manifeste entre autres par le fait que certains individus ont commencé à adopter de meilleures pratiques d'éclairage nocturne (voir la figure 4). La certification de l'Oasis de nuit étoilé en 2022 a eu pour effet d'accroître la sensibilité de la population, qui se montre généralement collaborative.

Tracer des cartes de pollution sonore

L'intensité lumineuse des lumières artificielles est assez constante, car les sources sont souvent fixes (lampadaires, devantures de magasins, etc.), alors que le niveau de bruit peut varier rapidement puisque les sources qui génèrent des sons à un endroit donné sont généralement mobiles (le passage des véhicules motorisés, les éclats de voix, les coups de klaxon, etc.).

Pour mesurer les niveaux de bruit, nous utilisons un sonomètre fabriqué par une compagnie sherbrookoise

et répondant aux normes les plus élevées. Comme le LAN³, le sonomètre peut être fixé sur un véhicule ou sur un vélo. Avant de récolter des données sur le territoire, nous avons bénéficié de l'expertise d'Olivier Robin avec qui nous avons effectué des essais dans une chambre anéchoïque afin de déterminer la vitesse à laquelle on peut se déplacer pour prendre des mesures sur le terrain. Il était important de prendre de telles précautions puisque le simple fait de déplacer l'appareil dans l'air génère du bruit, un peu comme un micro dans le vent. Nous avons trouvé qu'une vitesse d'environ 15 km/h permet d'obtenir des données acoustiques de bonne qualité. Même si ce paramètre est utile et pertinent, cela ne garantit pas que les données mesurées en voiture et à faible vitesse sont fiables.

Nous l'avons appris en analysant une série de mesures recueillies dans la soirée du 16 novembre 2023 et qui ont permis de construire la carte de pollution sonore présentée sur la figure 3b. Nous avons constaté que le bruit causé par la voiture n'était pas suffisamment constant pour qu'il soit possible de le soustraire des valeurs que nous avons enregistrées. En effet, chaque fois que le véhicule ralentissait ou accélérât, le bruit de fond diminuait ou augmentait de façon importante (voir la zone en jaune sur la carte). Pour surmonter ce problème, nous avons dû nous résoudre à parcourir le territoire à vélo! Nous avons également dû conclure qu'il faut recueillir des données sur une longue période afin de définir des valeurs moyennes à différents moments de la journée.

Toujours dans une perspective d'améliorer la qualité des mesures de pollution sonore, nous envisageons maintenant de faire appel à la population. Une application calibrée pourrait être installée sur des téléphones intelligents, ce qui permettrait d'obtenir des informations sur les niveaux d'intensité sonore dans des endroits variés et à des moments variés.

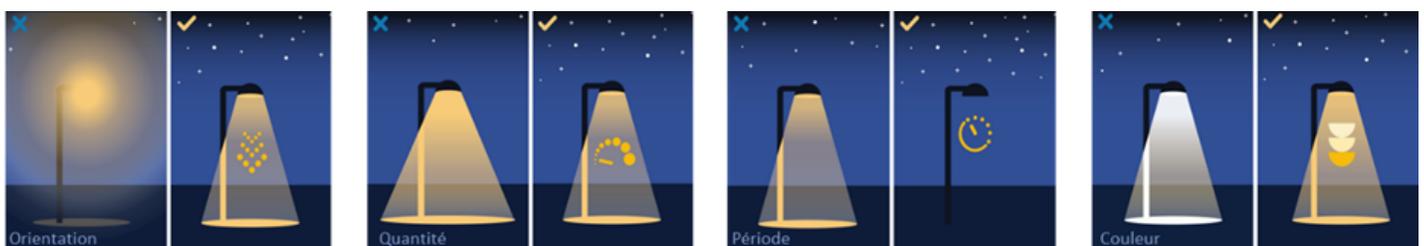


Figure 4 : Les 4 bonnes pratiques d'éclairage sont les suivantes : **1 - Orientation** : Optez pour un luminaire dont la lumière est entièrement dirigée vers le sol là où il est nécessaire d'éclairer. **2 - Quantité** : Priorisez un éclairage uniforme de faible intensité. **3 - Période** : Éclairez quand cela est nécessaire, utilisez une minuterie ou un détecteur de mouvement. **4 - Couleur** : Choisissez des ampoules de couleur ambrée qui contiennent moins de bleu et dont l'impact sur l'environnement nocturne et la santé humaine est moins important.

Conclusion

Nous sommes fières et fiers de participer à un projet interordres et multidisciplinaire qui contribue au développement de nouveaux savoirs tout en apportant des solutions à des problèmes environnementaux importants. Ce projet est valorisant au regard des impacts qu'il aura sur la vie des personnes citoyennes et de la faune et la flore de la région du parc du Mont-Bellevue. Même si le projet est loin d'être terminé, il nous semble inévitable que la solution au problème de la pollution lumineuse et de la pollution sonore dans cette portion

de la ville de Sherbrooke émergera progressivement, au rythme de nombreuses campagnes de sensibilisation et de la mise en place de mesures pour baliser les émissions sonores et lumineuses, tant publiques que privées. Nous sommes à la veille de passer le flambeau à une nouvelle cohorte étudiante, et nous espérons sincèrement qu'elle éprouvera autant de fierté que nous à la perspective de contribuer, même modestement, à l'accroissement du bien-être des Sherbrookoises et des Sherbrookoises.

La science des univers virtuels : une discipline de recherche en émergence au Cégep

Entrevue avec Sylvain Bérubé, enseignant-chercheur en mathématiques

Depuis le début de la session d'automne 2023, Sylvain Bérubé est membre de l'une des trois cellules intégrées de recherche, d'innovation et de formation (CIRIF) gérées par l'Université de Sherbrooke (UdS). Les CIRIF ont été créées par le ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie (MÉIÉ) pour soutenir les établissements d'enseignement supérieur qui participent au déploiement d'une zone d'innovation. Les secteurs d'activités associés aux trois CIRIF sont les suivants :

1. les technologies quantiques,
2. les technologies numériques et les systèmes électroniques intelligents,
3. la science des univers virtuels et des jeux vidéo.

Les enseignants-chercheurs qui y sont associés sont respectivement Charles Richard, Louis-Philippe Gauthier, tous deux enseignants en technologies du génie électrique, et Sylvain Bérubé, enseignant en mathématiques.

Comment la CIRIF sur la science des univers virtuels a-t-elle vu le jour?

Tout d'abord, il faut savoir que les mondes virtuels de grande taille et très détaillés sont de plus en plus populaires, notamment dans le secteur des jeux vidéo. D'un point de vue économique, l'industrie du jeu vidéo est énorme et représente davantage de retombées que les industries combinées du cinéma et de la musique. Les plus grands succès des jeux vidéo tels que Minecraft rapportent énormément d'argent. Naturellement, cela se traduit par une très forte demande pour la production et la visualisation de contenus graphiques riches et de haute qualité. Comme les CIRIF sont accordées par



Portrait de Sylvain Bérubé réalisé par Mireille Dionne.

le MÉIÉ pour contribuer à l'innovation dans des secteurs d'activité économique stratégiques, ce critère était pleinement satisfait!

Il fallait également un contexte qui favorise la recherche et le développement, et il s'avère que Sherbrooke pouvait l'offrir. Des acteurs-clés du domaine s'étaient installés au centre-ville. Je fais ici référence au Studio Ubisoft et à Eidos-Sherbrooke¹, un studio expert dédié à la recherche et à l'innovation et dont les activités sont très proches de celles de Guillaume Gilet, professeur au Département d'informatique de l'UdS. Guillaume est un jeune chercheur français venu s'installer dans la région il y a environ deux ans pour donner une impulsion au programme [Sciences du multimédia et du jeu vidéo](#) et pour contribuer à la relève de l'équipe du Bureau d'imagerie,

¹ Eidos-Sherbrooke a officiellement fermé ses portes en janvier 2023.

de simulation et d'optimisation de l'UdS (BISOUS), dont quelques membres se dirigent vers la retraite. C'est grâce à son initiative que la CIRIF sur la science des univers virtuels a été créée.

Pour obtenir une CIRIF, il faut établir une collaboration cégep-université. Pourquoi Guillaume Gilet voulait-il travailler avec le Cégep ?

Le domaine de l'informatique graphique qui sous-tend la création des jeux vidéo et des univers virtuels est vaste et les besoins de formation de personnel qualifié sont nombreux et de tous ordres, depuis le cégep jusqu'au troisième cycle universitaire. Je souligne aussi que Guillaume accorde une certaine importance à stimuler l'intérêt des jeunes pour les disciplines rattachées à l'informatique graphique et pour la recherche tôt dans leur formation, c'est-à-dire dès le collégial. Je ne fais pas seulement référence à l'intérêt pour la programmation informatique, mais aussi à l'intérêt pour les mathématiques, qui sont vraiment très importantes pour contribuer au développement de sa discipline.

Les élèves du collégial peuvent travailler sur des projets intéressants en utilisant des notions de base de programmation et de mathématiques. Cela contribue à donner un sens aux savoirs développés dans les programmes d'études scientifiques (Sciences de la nature, Sciences informatiques et mathématiques ainsi que Sciences, lettres et arts). Nous pouvons inclure des élèves dans notre équipe de recherche à titre de stagiaires et les amener à contribuer significativement à nos travaux. À l'été 2024, nous superviserons trois stagiaires auxquels des bourses de stage seront versées. L'une d'elles est financée par la CIRIF.

Peux-tu expliquer simplement en quoi consiste la recherche sur les univers virtuels ?

Je vais commencer par nommer les domaines d'application des sciences des univers virtuels. En plus des jeux vidéo, elles peuvent servir au développement de films d'animation, à la production d'effets spéciaux pour le cinéma, à la production de visites virtuelles dans des musées, à la reconstitution de décors qui faisaient partie de certaines époques historiques, à construire des décors féériques hautement réalistes pour les jeux de rôle « grandeur nature » et à produire des expériences immersives de toutes sortes.

L'informatique graphique, qui est à la base de la science des univers virtuels, consiste à la modélisation, la simulation et la visualisation de scènes virtuelles. Il y a un fort potentiel d'évolution dans ce domaine, notamment pour accroître la quantité et la qualité des objets virtuels, interactifs ou non, qui composent les scènes virtuelles et ainsi améliorer les expériences immersives. Je vais donner deux exemples de ce qui peut se faire en recherche.

Le premier exemple met en évidence la contribution des mathématiques pour faire ce que l'on appelle dans notre milieu la génération procédurale de contenus graphiques à la volée. Je vais essayer d'expliquer ça clairement!

Il existe deux manières de faire des décors. La première, largement répandue, consiste à créer des images en exploitant des logiciels d'infographie tridimensionnelle. Ce genre d'activité est réalisé par des artistes infographistes. Lorsque les décors changent dans le temps, il faut créer de nombreuses images que l'on présente rapidement, l'une après l'autre, à un rythme suffisamment élevé pour donner une impression de continuité. On s'imagine facilement que cela représente un travail qui peut être colossal. Il n'y a qu'à imaginer le nombre d'images qu'il faut construire pour créer un décor où l'on voit des vagues en mouvement! La deuxième manière, qui est basée sur l'exploitation des mathématiques, permet de le faire plus aisément, surtout que les technologies informatiques offrent maintenant des capacités de calcul très intéressantes. Bien que cela puisse paraître incroyable, il est possible de trouver une ou des expressions mathématiques qui permettent de les générer sans avoir à les dessiner! Bien entendu, les expressions peuvent être nombreuses et complexes vu le nombre de paramètres nécessaire pour définir des vagues réalistes (amplitude, présence ou non d'effets reliés au vent, reflet du soleil et des nuages, etc.), mais elles existent! Et les ordinateurs sont capables de faire des calculs suffisamment rapidement pour y arriver. La figure 1 présente un code QR qui mène à une vidéo (en anglais) qui explique comment on peut simuler les mouvements de l'eau avec des ondes sinusoïdales.



Figure 1 : Lien vers une vidéo qui explique comment on utilise les mathématiques pour simuler les mouvements de l'eau.

Le deuxième exemple concerne les rendus en informatique graphique. Autrement dit, pour qu'un objet virtuel soit aussi réaliste que possible, il faut modéliser avec précision, à partir des lois de l'optique, la lumière qui l'éclaire et qui est réfléchiée vers l'œil de l'observateur. Je m'explique!

La manière dont nos yeux perçoivent les objets varie en fonction de l'éclairage. Par exemple, nous ne voyons pas un objet de la même façon selon qu'on l'observe en plein soleil ou au crépuscule, car la lumière qui l'éclaire n'a ni la même intensité ni la même couleur. Elle ne provient pas non plus du même endroit puisque le soleil dérive d'est en ouest depuis le matin jusqu'au soir. Il faut également tenir compte du fait que cet objet se trouve dans un environnement composé d'autres objets qui réfléchissent en partie la lumière qui les éclaire. Donc, les rayons lumineux perçus par l'observateur ont fait des trajectoires multiples et ont des compositions variées.

Pour créer des images réalistes, il faut simuler avec précision l'apparence des objets! La figure 2 montre une pièce d'un jeu d'échecs, un cavalier blanc, éclairée par une source lumineuse blanche, laquelle éclaire également les parois de la boîte. Selon leur couleur, celles-ci réfléchissent du rouge, du vert ou du bleu vers le cavalier d'abord, puis ensuite vers notre œil. Pour simuler un éclairage réaliste, il faut tenir compte de la lumière réfléchie par toutes les surfaces!

Ce genre de simulation peut représenter d'énormes quantités de calculs. La recherche dans ce domaine peut porter sur le développement de méthodes mathématiques qui permettent de prendre des raccourcis et d'optimiser la production des images.



Figure 2 : Le cavalier est éclairé par une source de lumière blanche, mais aussi par la lumière reflétée par les parois qui l'entourent et qui réfléchissent du bleu, du rouge et du vert. La simulation réaliste de l'éclairage doit tenir compte de tous les rayons lumineux qui entrent dans l'œil de l'observateur.

Quelles sont les activités auxquelles contribueront les étudiants du Cégep lors de leur stage d'été?

Les étudiants travailleront sur une catégorie d'automates cellulaires nommée Lenia qui permet de produire des structures autonomes complexes. Dans le passé, les automates cellulaires ont été utilisés pour modéliser et étudier une grande variété de phénomènes dans des

domaines aussi variés que la physique, la biologie, la chimie, l'écologie, la sociologie et l'informatique. Dans le stage, les étudiants étudieront les potentialités offertes par Lenia pour la simulation de fluides dans des applications en informatique graphique. Ils exploreront ainsi de nouvelles avenues pour la modélisation et la visualisation de phénomènes fluidiques complexes dans le domaine du rendu visuel.

Quelles sont tes contributions à la CIRIF?

Je sens que j'apporte une contribution intéressante au domaine de l'informatique graphique par l'enseignement collégial. Je souhaite à plus long terme développer mes propres sujets de recherche au Cégep et y faire travailler des étudiantes et des étudiants pour les initier au monde de la recherche. J'ai déjà des idées qui émergent à travers les activités que je fais en ce moment.

Qu'est-ce que tu souhaites pour les étudiants?

Cette année, je découvre les possibilités qu'offre la recherche collégiale, dont les bourses de stage d'initiation à la recherche au collégial offertes par les Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies. C'est encourageant de constater qu'un organisme comme celui-là encourage la formation de la relève en recherche tôt dans la formation.

J'aimerais terminer avec une anecdote. Je suis récemment allé visiter Ubisoft à Montréal. Il y a là-bas un département qui s'appelle « La Forge » dans lequel il y a des activités de recherche et de développement. Ce département cultive des partenariats avec les universités, dont l'UdS. Les personnes avec qui j'ai parlé de mes futures collaborations avec des étudiantes et des étudiants collégiaux ont été emballées par cette perspective. Elles ont même offert de participer bénévolement à des discussions à distance avec mes stagiaires à raison d'une heure par semaine environ. Ça a généré une certaine résonance chez l'un d'eux puisque l'un de ses rêves d'adolescent consistait à travailler chez Ubisoft. Il a décidé d'aller étudier la physique à l'université, et il est particulièrement intéressé depuis très longtemps par la simulation du mouvement des fluides. Sans le savoir, je lui ai confié un problème de ce genre.

Ça me rend heureux d'être capable d'offrir à une étudiante ou un étudiant la possibilité de satisfaire ses intérêts. Le Cégep est un beau lieu pour partager ma passion des mathématiques. La recherche me donne l'occasion de le faire d'une manière différente de celles que m'offre l'enseignement ou l'animation du club de mathématiques du Cégep. Je crois que ma contribution la plus intéressante à la recherche sera de donner à des étudiants du collégial l'occasion de vivre de très belles expériences scientifiques par la pratique de la recherche.

Un financement de 750 000 \$ pour soutenir le développement de la recherche appliquée

Un nouveau programme de financement

En décembre 2021, le Conseil national de recherche en sciences naturelles et en génie (CRSNG) du Canada lançait son programme « Mobilisation » afin d'offrir aux collèges canadiens un financement souple qui leur permettrait d'acquiescer les ressources nécessaires pour

- répondre à des besoins en recherche appliquée (RA) d'organismes des secteurs privé, public et sans but lucratif situés dans leur communauté;
- offrir aux personnes étudiantes des occasions de développer des compétences en RA.

Les subventions Mobilisation sont renouvelables et offrent aux collèges un soutien stable sur cinq ans pour la rémunération du personnel-cadre, enseignant, professionnel et de soutien associé à la recherche, de même que pour la rémunération de stagiaires collégiaux dans une perspective de formation. Elles ne servent pas spécifiquement à défrayer les coûts des activités de RA, mais plutôt à faciliter l'accès à du financement provenant d'autres sources. Dans sa réponse à l'appel de propositions du CRSNG, le Cégep a dû démontrer ses besoins pour accroître son potentiel d'innovation, sa capacité de RA et les moyens qu'il entend déployer pour contribuer à la formation de la relève en recherche.

La démarche du Cégep

Les exigences pour obtenir une subvention ont nécessité beaucoup de réflexion, et les membres du Bureau de la recherche ont convenu de ne pas soumettre de proposition dès la première année du concours. Ils ont plutôt souhaité prendre du recul et faire une consultation auprès des membres du personnel qui participent à des activités de RA avant d'élaborer le plan qu'ils soumettraient au CRSNG. La consultation ayant été achevée au début de la session d'hiver 2023, le Cégep a préparé une proposition de financement qu'il a déposée en avril 2023, ce qui lui a permis d'obtenir un financement de 750 000\$. Les propositions déposées par les collèges étant plutôt ambitieuses, le CRSNG a octroyé des subventions qui correspondent au tiers de ce qui avait été demandé. Notre Cégep n'a pas échappé à la règle, et le Bureau de la recherche a dû revoir sa planification pour établir des priorités et optimiser les ressources allouées.

La planification stratégique en recherche appliquée

Inspirée par les discussions avec les personnes qui font de la RA et par les critères du programme Mobilisation, la planification élaborée par le Bureau de la recherche comporte cinq axes pour lesquels plusieurs activités ont été prévues entre l'automne 2023 et le printemps 2028. Les éléments généraux de la planification stratégique sont

présentés sur la figure 1 (voir la page suivante). Les paragraphes suivants présentent succinctement les actions qui sont en cours ou qui ont été réalisées en ce sens. Soulignons que certaines d'entre elles bénéficient de sources de financement complémentaires provenant du ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie, des Fonds de recherche du Québec et du Pôle régional en enseignement supérieur de l'Estrie.

Axe 1 : Soutenir la recherche et contribuer à l'innovation

- Formation de trois cellules intégrées de recherche, d'innovation et de formation (CIRIF) : une première en technologies quantiques, une deuxième en modélisation mathématique de mondes virtuels et une troisième en technologies numériques et systèmes intelligents.
- Formation d'un regroupement stratégique interordres sur les technologies quantiques;
- Participation à deux regroupements stratégiques de recherche sur l'électronique organique;
- Réalisation d'un projet visant à développer une trousse d'outils pour diminuer la pollution lumineuse sur les territoires municipaux;
- Conception d'une vitrine technologique sur la pollution lumineuse.

D'autres projets portant sur la fabrication additive et l'intelligence artificielle en milieu manufacturier sont en préparation chez Productique Québec, le centre collégial de transfert de technologie affilié au Cégep.

Axe 2 : Accroître les capacités de recherche actuelles

- Développement d'une structure administrative pour faciliter la gestion d'un nombre accru de projets de recherche;
- Mise en place progressive d'un programme d'accompagnement pour les nouvelles chercheuses et les nouveaux chercheurs;
- Conception et développement d'une formation à la rédaction de demandes de subvention.

Axe 3 : Développer un plan de formation

- Mise en place d'un cheminement recherche-études dans les programmes qui en expriment l'intérêt;
- Développement d'un modèle d'encadrement à la recherche;
- Attribution de bourses étudiantes pour effectuer des stages d'initiation à la recherche.

Axe 4 : Mettre en place des initiatives d'ÉDI

Mise en place d'une communauté de pratique interétablissements et interordres sur l'intégration de mesures concrètes permettant d'assurer l'équité, la diversité et l'inclusion (ÉDI) en recherche.

Axe 5 : Faire rayonner la recherche collégiale et régionale

- Communication de la recherche effectuée au Cégep à travers l'Écho de la recherche;
- Développement d'outils de formation à la vulgarisation scientifique;
- Organisation d'un [concours annuel de vulgarisation scientifique](#);
- Publication d'une revue de vulgarisation scientifique qui met l'accent sur la recherche régionale;

Complétons ce portrait en précisant que des membres du personnel ont entrepris des actions concrètes pour réaliser des projets de recherche dans de nouvelles disciplines associées aux sciences humaines et sociales (éducation, psychologie, littérature et linguistique), aux arts, ainsi qu'aux sciences naturelles et au génie (biohydrométallurgie, chimie, agriculture, pharmacologie et fabrication additive).

La recherche au Cégep est en pleine effervescence

La collaboration entre le Cégep et l'Université est une pratique de plus en plus courante. Elle a été accélérée par la création de la zone d'innovation de Sherbrooke, dont le Cégep et Productique Québec sont des membres fondateurs. La création, en 2021, du Bureau de la recherche, de l'innovation, des partenariats et de la qualité a fortement contribué au rapprochement du Cégep avec les établissements du PRESE et les instances régionales de soutien à l'innovation. Voici

quelques exemples des initiatives des établissements qui ont été mises en place et qui ont favorisé les collaborations interordres en recherche et en innovation :

- La signature d'une entente avec l'Université de Sherbrooke (UdS) relative à la supervision de candidates et de candidats à la maîtrise et au doctorat;
- L'attribution de CIRIF à des enseignants du Cégep;
- La participation conjointe à des regroupements stratégiques;
- Le partenariat établi entre l'UdS et le Cégep pour la création du Carrefour d'innovation des matériaux de la MRC des Sources à Val-des-Sources.

L'octroi de la subvention de Mobilisation par le CRSNG arrive à point nommé dans le paysage de la recherche au Cégep. Bien que les ressources allouées soient inférieures à celles qui avaient été espérées, la souplesse de ce financement lui permet de ne plus naviguer à vue, mais plutôt d'exercer un certain contrôle sur le développement et l'expansion de la recherche. Le Bureau de la recherche peut maintenant planifier des actions à plus long terme sans avoir à craindre de manquer de ressources financières pour les amener vers leur plein potentiel. Une véritable culture de la recherche pourra être progressivement développée dans la communauté collégiale. En plus d'avoir des impacts positifs sur la qualité de la formation, elle contribuera à faire en sorte que l'expérience vécue par les populations étudiantes passant par notre Cégep sera définitivement marquante.

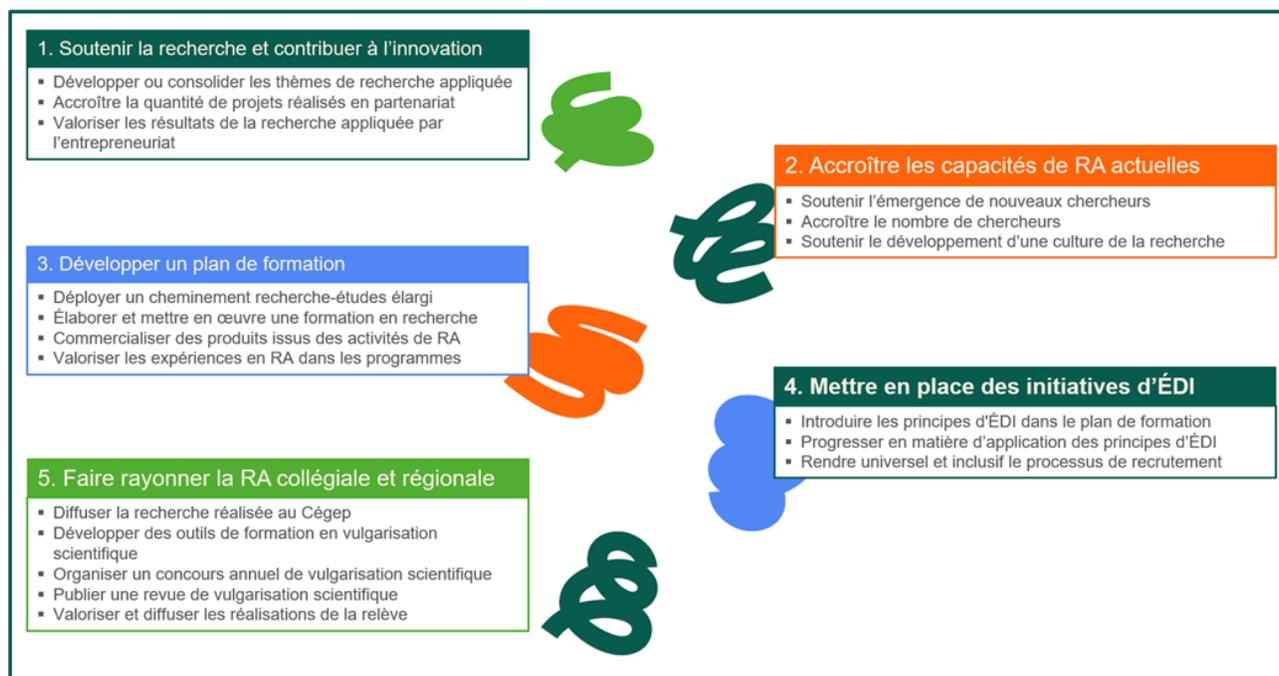


Figure 1 : Planification stratégique de la recherche appliquée entre 2023 et 2028.

Pour toute question concernant ce bulletin ou pour suggérer une publication, contactez :

Marie-Josée Fraser | conseillère pédagogique