

Spectre

Volume 52 / numéro 2 / février 2023

Association pour l'enseignement de la science et de la technologie au Québec



aestq Association pour
l'enseignement de
la science et de la
technologie au Québec

Sommaire

Spectre / volume 52 / numéro 2 / février 2023

L'intelligence artificielle pourra-t-elle révolutionner l'éducation? 3

Appel de textes pour un numéro thématique de la revue *Spectre* à paraître à l'automne 2023 5

RUBRIQUE PRATIQUE

Artéfacts publics et partagés dans les CLAAC : leur rôle dans l'orchestration par les enseignants et l'apprentissage des étudiants 6

**Intégrer les systèmes d'information géographique (SIG) dans son enseignement
Suggestions pour l'enseignement primaire et secondaire 21**

RUBRIQUE RECHERCHE

**Faire le pont entre la recherche éducative et la pratique enseignante
Des communautés de pratique en enseignement des sciences au collégial 11**

Évaluation d'une formation pour des pratiques enseignantes équitables en STIMi (sciences, technologies, ingénierie et mathématiques) 25

RUBRIQUE RÉFLEXION

**Le projet intégrateur
Précisions sur sa teneur et propositions de mise en œuvre en classe de science et technologie au secondaire 17**

Tarif d'abonnement (taxes incluses) :

Abonnement individuel : 40 \$

Abonnement institutionnel : 75 \$

Adhésion à l'AESTQ (abonnement et taxes inclus) :

Membre régulier : 70 \$

Membre étudiant ou retraité : 40 \$

Spectre

Revue publiée par l'Association pour l'enseignement de la science et de la technologie au Québec (AESTQ)



aestq Association pour
l'enseignement de
la science et de la
technologie au Québec

11665, Philippe-Panneton
Montréal, Québec H1E 4M1
Téléphone : 514 948-6422

Directrice générale
Camille Turcotte/camille.turcotte@aestq.org

Coordonnatrice, communications et événements
Caroline Guay/caroline.guay@aestq.org

Rédacteur en chef
Phylippe Laurendeau

Comité de rédaction
**Geneviève Allaire-Duquette / Isabelle Arseneau /
Jean-Philippe Ayotte-Beaudet / Caroline Cormier /
Kassandra L'Heureux / Mathieu Riopel**

Comité de lecture
**Marie-Claude Beaudry / Mina Berrached /
Nancy Bérubé / Martin Brouillard / Éric Durocher /
Samar El-Horr / Thomas Fournier / Alexandre Gareau /
Mélanie Gravel / François Guay-Fleurent /
Annick Lafond / Claudine Laplante / Nathalie Lavoie /
Charline Liard-Arbour / Claude-Émilie Marec**

Auteurs et autrices
**Rhys Adams / Jade Brodeur / Camille Bingelli /
Elizabeth S. Charles / Caroline Cormier / Michael
Dugdale / Audrey Groleau / Sean Hughes / Louise
Lafortune / Eve Langelier / Karl Laroche / Nathaniel
Lasry / Kevin Lenton / Émilie Morin / Anne Roy /
Catherine Simard / Ousmane Sy / Geneviève
Therriault / Véronique Turcotte / Chris Whittaker /
Chao Zhang**

Graphisme et mise en page
Viva Design

La direction publiera volontiers les articles qui présentent un intérêt réel pour l'ensemble des lectrices et des lecteurs et qui sont conformes à l'orientation de *Spectre*. La reproduction des articles est autorisée à la condition de mentionner la source. La reproduction à des fins commerciales doit être approuvée par la direction. Les opinions émises dans cette revue n'engagent en rien l'AESTQ et sont sous l'unique responsabilité des auteures et auteurs. Les pages publicitaires sont sous l'entière responsabilité des annonceurs.

Dépôt légal : 1^{er} trimestre 2023, ISSN 0700-852X



L'intelligence artificielle pourra-t-elle révolutionner l'éducation?

Phylippe Laurendeau

Qu'est-ce qui cause l'émotion dans le monde de l'éducation depuis le mois de décembre? Non, ce n'est pas la nomination d'un nouveau ministre de l'Éducation. Il s'agit plutôt de ChatGPT, le robot conversationnel qui fait passer l'intelligence artificielle (IA) de Google pour un Tamagotchi des années 90. Vous en avez entendu parler? Depuis sa mise en ligne par OpenAI – dont l'un des fondateurs est Elon Musk – des dizaines d'articles sur le sujet sont publiés quotidiennement, sans compter les millions d'échanges sur les médias sociaux. Depuis le début de l'année, ChatGPT est le terme le plus googlé quotidiennement sur la planète. Le sujet fait couler beaucoup d'encre numérique.

Par un heureux hasard, cette sortie est survenue à peine un mois après le congrès annuel de notre association dont le thème était, je le rappelle, « Pour des citoyens éthiques à l'ère de l'intelligence artificielle ». L'IA en éducation paraissait « à l'époque » pleine de promesses. Voilà qu'un mois plus tard, ChatGPT apparaît déjà comme le Graal qui pourrait changer l'enseignement comme on le connaît. Ok, je sais qu'on a dit la même chose lorsque les premiers microordinateurs sont débarqués dans les écoles dans les années 80. Et on a fait la même conjecture avec la calculatrice, Internet, Wikipédia, l'iPad et plus récemment, la réalité virtuelle et le métavers. La véritable révolution en éducation se fait attendre depuis longtemps. Alors, est-ce que cette fois-ci sera la bonne?

Prédire l'avenir, c'est le travail des devins. Je ne voudrais pas me mettre leur ordre professionnel à dos. Mais jamais je n'ai senti le monde de l'éducation aussi fébrile, même pas lors de l'installation des tableaux numériques interactifs (TNI) dans toutes les classes du Québec... D'une part, on s'évertue présentement à tester la bête et à lui trouver des applications pédagogiques concrètes. Si ChatGPT peut corriger des rapports de laboratoire, ce serait déjà une sacrée révolution, vous ne trouvez pas?

Par exemple, ChatGPT peut générer un texte dans un style précis pour une dictée, donner de la rétroaction individualisée à l'étudiant ou l'étudiante, créer différents types de phrases, produire un quiz de dix questions portant sur la notion de mole, générer des exercices et leurs corrigés sur la relation de Pythagore, soutenir des élèves en difficulté en leur donnant des indices ou des conseils adaptés, résumer un article, un livre ou un documentaire, concevoir un cours sur la photosynthèse, composer un courriel pour les parents ou produire une grille d'évaluation critériée. Remarquez que j'ai conjugué les verbes au présent. ChatGPT fait actuellement tout cela, en moins de 20 secondes. C'est accessible à tous, maintenant et gratuitement.

Et il ne s'agit que de la version grand public. Microsoft veut l'intégrer à sa suite Office pendant que Google n'a pas vu OpenAI la dépasser par sa droite. À voir l'émotion causée en seulement deux mois, est-ce que ChatGPT pourra révolutionner l'éducation au Québec?

D'autre part, les acteurs de l'éducation cherchent à identifier les inconvénients à l'utilisation de cette IA à l'école. La principale difficulté vient du fait qu'il est extrêmement ardu de reconnaître



Cette image a été entièrement générée par DALL-E, une autre IA lancée par OpenAI à l'automne dernier, quand je lui ai demandé « une image 3D d'un robot qui tape sur le clavier d'un ordinateur ».

un texte produit par ChatGPT. Il peut adapter son langage en fonction de l'âge ou du niveau scolaire du lecteur ou de la lectrice. On peut même lui demander d'insérer des fautes d'orthographe! Le plus gros enjeu demeure donc le plagiat. Plusieurs enseignantes et enseignants en ont déjà été victimes, d'autres ne s'en sont pas encore rendu compte. Et ce n'est que

la pointe de l'iceberg. Des applications comme GPTZero sont développées pour reconnaître l'IA dans un texte. Même OpenAI travaille sur une solution en ce sens. Mais on peut déjà prédire que de petits malins vont rapidement trouver un moyen de contournement. La théorie de l'évolution s'applique aussi au numérique!

Tout le monde se demande actuellement comment éviter que des étudiants et étudiantes utilisent l'IA pour faire les travaux scolaires à leur place. Jusqu'à maintenant, la meilleure réponse semble être : ne plus donner de tâches qui pourraient être réalisées par une IA. On a dit la même chose après l'arrivée de Google et de Wikipédia. En attendant, des établissements scolaires d'un peu partout dans le monde ont déjà banni le site de leurs serveurs et inscrit le plagiat par l'utilisation de ChatGPT dans leurs règlements. D'autres font carrément un retour au crayon à mine et au bon vieux papier. Qui aurait dit que l'IA nous ramènerait à l'âge de pierre! Imaginez, ChatGPT n'est disponible que depuis deux mois que déjà l'ensemble du milieu éducatif mondial est sur les dents. Pensez-vous que ChatGPT va révolutionner l'éducation?

Vous trouvez que ça va vite? Trop vite? La prochaine itération de ChatGPT est attendue à la fin de 2023. On nous promet des capacités de traitement de l'information jusqu'ici impensables. Qu'on le veuille ou non, il faudra apprendre à vivre avec l'IA. L'interdire à l'école ne fera que retarder l'inévitable. Les véritables questions à se poser sont : 1) À quoi servira l'école si une IA peut faire la tâche plus rapidement et plus efficacement qu'une personne? 2) Pourquoi une entreprise se passerait-elle de former elle-même son personnel en milieu de travail avec l'aide de l'IA

plutôt que d'attendre l'obtention du diplôme? 3) Quelle valeur aura un diplôme qui n'intègre pas des compétences en IA en 2024? Voilà une réflexion dont on ne peut plus faire l'économie. C'est tout l'écosystème de l'éducation, de la formation et du travail qui sera bouleversé.

Dit comme ça, on semble se diriger droit dans le mur. Alors, que faire? D'abord, on s'informe. On peut se créer une alerte Google (son IA fera le travail pour vous!) ou réseauter, par exemple dans le groupe Facebook [ChatGPT et éducation](#). Ensuite, comme pour Internet et les fausses nouvelles, la solution passe en partie par le développement d'un solide esprit critique permettant aux jeunes d'évaluer la valeur des réponses produites par l'IA. Parce qu'aussi surprenantes soient-elles, les réponses de ChatGPT ne sont pas toujours pertinentes. La solution passe également par l'intégration de l'IA dans les cursus scolaires. Si ChatGPT force le système d'éducation à s'adapter et à évoluer rapidement, alors l'intelligence artificielle pourrait réussir là où le microordinateur a failli. Et vous, croyez-vous que l'intelligence artificielle va réellement révolutionner le monde de l'éducation?



PHYLIPPE
LAURENDEAU

RELEVEZ LE



Débute le 1er février 2023

defi@sensibilisation.parlonssciences.ca

parlonssciences.ca/defi

Appel de textes pour un numéro thématique de la revue *Spectre* à paraître à l'automne 2023

Numéro spécial sur l'éducation en contexte de changements climatiques

Les changements climatiques affectent nos vies et affecteront encore davantage celles des jeunes qui fréquentent actuellement nos classes. Il y a urgence d'agir et l'éducation est identifiée comme l'une des solutions les plus significatives pour contribuer à diminuer les émissions de gaz à effet de serre (GES). Nous portons donc collectivement une responsabilité importante, celle de développer notre pouvoir d'agir et celui des plus jeunes générations. Pour y parvenir, les jeunes qui évoluent dans nos systèmes éducatifs devraient être considérés comme des interlocutrices et interlocuteurs valables et crédibles puisqu'elles et ils constituent une source d'inspiration pour une éducation de qualité en contexte de changements climatiques. Aussi elles et ils réclament, avec raison, une plus grande solidarité entre les générations, le respect des vulnérabilités de chacune et chacun, une plus grande justice sociale et environnementale de même qu'une meilleure connectivité avec la nature.

Or de nombreux défis ou obstacles se posent dans la mise en place de ces initiatives dans nos classes du primaire, du secondaire et du collégial : inadéquation entre les programmes et les enjeux climatiques, manque de temps, de reconnaissance, de soutien, de ressources diverses, etc. En dépit de ces défis, des enseignantes et enseignants réussissent actuellement de véritables tours de force et mettent en place une éducation en contexte de changements climatiques des plus pertinentes et stimulantes pour nos jeunes. Ce numéro s'intéresse ainsi à cet élan d'action éducative et à l'immense pouvoir de l'éducation

en ces temps difficiles et inquiétants.

Plus précisément, nous invitons des autrices et des auteurs à présenter des textes au lectorat de la revue *Spectre* répondant à l'un ou l'autre des éléments suivants :

- Des exemples d'approches, d'interventions ou d'initiatives pédagogiques ou administratives inspirantes pour les classes du Québec (niveaux primaire, secondaire, collégial, voire universitaire);
- Une réflexion critique sur les possibles et les opportunités d'actions pédagogiques porteuses en éducation en contexte de changements climatiques;
- Des portraits de classes ou d'écoles qui s'engagent *sur le terrain* en éducation en contexte de changements climatiques;
- Des moyens originaux pour favoriser la solidarité intergénérationnelle, pour faire porter la voix des jeunes ou pour *passer des paroles aux actes*, à l'école et ailleurs, sur cette problématique sociale, environnementale et sanitaire.

Des textes de 2 000 mots ou moins sont attendus au plus tard le **15 avril 2023**. Les textes reçus seront soumis à une évaluation afin de retenir ceux qui répondent le mieux au thème de ce numéro et aux exigences de la revue.

Au plaisir de vous lire. ■

Les coordonnatrices du numéro thématique : **Émilie Morin, Geneviève Therriault et Catherine Simard**
Professeures en sciences de l'éducation à l'Université du Québec à Rimouski
Membres de la Chaire en éducation à l'environnement et au développement durable UQAR-Desjardins

Artéfacts publics et partagés dans les CLAAC : LEUR RÔLE DANS L'ORCHESTRATION PAR LES ENSEIGNANTS ET L'APPRENTISSAGE DES ÉTUDIANTS

Elizabeth S. Charles, enseignante, Collège Dawson; Kevin Lenton, enseignant, Collège Vanier; Michael Dugdale, enseignant, Collège John Abbott; Nathaniel Lasry, enseignant, Collège John Abbott; Chris Whittaker, enseignant, Collège Dawson; Rhys Adams, enseignant, Collège Vanier et Chao Zhang, assistante de recherche

Les classes d'apprentissage actif (CLAAC) sont une manière innovante de concevoir des espaces éducatifs (Hod, 2017) pour soutenir les pédagogies centrées sur l'étudiant ou l'étudiante. Les pédagogies centrées sur l'étudiant ou l'étudiante, telles que l'apprentissage actif (AA), mettent l'accent sur un apprentissage collaboratif où les résolutions de problèmes et l'acquisition de connaissances se font de manière collaborative. Les CLAAC se caractérisent par un mobilier qui offre une plus grande flexibilité pour l'aménagement des sièges et par des espaces de travail facilitant la collaboration. Elles contiennent souvent des modules de bureaux et de chaises mobiles ou des tables de conférence pour accueillir le travail de groupe, ainsi que de grandes surfaces où l'on peut écrire (généralement des tableaux blancs pour une salle de classe sans technologie et des tableaux blancs interactifs pour une salle de classe avec technologie) à l'usage exclusif des étudiants et étudiantes (voir les figures 1 et 2).

Le but de cet article est 1) de fournir aux équipes enseignantes des connaissances de base sur les raisons pour lesquelles elles pourraient souhaiter utiliser la pédagogie de l'AA; 2) d'offrir des

Pédagogie de l'apprentissage actif et de l'apprentissage social

La pédagogie de l'AA décrit une philosophie d'enseignement qui place les étudiants et étudiantes au centre de l'expérience pédagogique. Des approches telles que l'apprentissage par problèmes, l'apprentissage par projet et l'apprentissage par enquête sont toutes des exemples d'AA. Mais la pédagogie de l'AA peut prendre la forme de stratégies didactiques plus simples comme Pensez-Partagez-Présentez ou l'apprentissage coopératif par casse-tête, pour ne nommer que celles-là.

La recherche confirme les avantages de la pédagogie de l'AA : des améliorations importantes des résultats aux examens (Lasry et al., 2014) et des taux d'échec inférieurs pour les étudiantes et étudiants qui sont traditionnellement sous-représentés dans les sciences, les technologies, l'ingénierie et les mathématiques (STIM) (Freeman, et al., 2014; Theobald, et al., 2020). Bien que ces résultats concernent spécifiquement les matières scientifiques, cette pédagogie montre une amélioration de la pensée critique, de la motivation et des compétences de communication, quelle que soit la discipline étudiée. En bref, la pédagogie de l'AA présente de nombreux avantages pour améliorer les résultats d'apprentissage et constitue une pédagogie précieuse pour l'enseignement.

L'efficacité de la pédagogie de l'AA dépend toutefois du degré d'engagement des étudiants et étudiantes dans le processus d'apprentissage (Prince, 2004). Le degré et la qualité de l'engagement, à leur tour, dépendent de la conception de



Figure 1 : Une CLAAC high-tech au Collège Dawson. Notez la disposition des meubles ainsi que l'enseignant (en bleu) au milieu de la pièce, qui a une vue dégagée sur tous les tableaux blancs interactifs.

conseils et présenter les meilleures pratiques pour l'utilisation des CLAAC, sur la base des résultats de nos recherches (Charles et al., 2022); et 3) de suggérer différentes façons de se préparer à utiliser ces nouveaux espaces. Nous commençons par fournir une brève description de la pédagogie de l'AA.

l'activité d'apprentissage, c'est-à-dire des tâches que les étudiants et étudiantes doivent accomplir. Idéalement, cet engagement se concentre à la fois sur les plans social et cognitif : 1) accroître l'apprentissage par le biais de processus sociaux lors de la réalisation des tâches en collaboration ; et 2) approfondir la réflexion par le biais de processus cognitifs, lors de tâches collaboratives ou individuelles.

Alors qu'on a souvent demandé aux enseignants et enseignantes de concevoir des devoirs pour approfondir l'apprentissage, les pédagogies d'AA exigent explicitement que les enseignants et enseignantes deviennent également les concepteurs et conceptrices de l'expérience d'apprentissage en classe. De plus, dans un rôle de conception d'expériences d'AA, les enseignants et enseignantes doivent désormais se concentrer à la fois sur les aspects cognitifs et sociaux de l'enseignement. Sur le plan cognitif, les activités doivent demander aux étudiants et étudiantes d'activer leurs connaissances antérieures, de recueillir et d'analyser des données ou des informations, de résoudre des problèmes et de réfléchir en profondeur à leurs propres apprentissages. Sur le plan social, les activités doivent promouvoir l'apprentissage collaboratif et l'engagement collectif. Souvent négligée, la recherche nous dit que ce travail nécessite que les personnes apprenantes construisent un « espace de problèmes communs » (Roschelle et Teasley, 1995). Cela est souvent réalisé sous la forme d'espaces de travail partagés tels qu'un tableau blanc de groupe. De plus, ces types d'engagement de la part des étudiants et étudiantes se traduisent normalement par des artefacts matériels qui documentent la progression du travail et le produisent : solutions écrites, cas analysés, assortiment de feuilles de calcul ou de collages, cartes conceptuelles, etc. L'importance de ceux-ci sera révélée sous peu.

Le degré et la qualité de l'engagement, à leur tour, dépendent de la conception de l'activité d'apprentissage, c'est-à-dire des tâches à accomplir. Bien que développer une expertise en AA demande du temps et un développement itératif, nous pensons que tout le personnel enseignant peut apprendre à concevoir de meilleures activités d'AA, ce qui rendra plus efficace son utilisation des CLAAC.

Nouveaux rôles pour le personnel enseignant et implications pour l'utilisation des CLAAC

Avec l'importance que l'AA accorde à la conception d'activités en classe pour promouvoir l'engagement des étudiants et étudiantes, on met davantage l'accent sur la façon dont le personnel enseignant gère ces activités. À la manière d'un chef d'orchestre, l'enseignant ou l'enseignante doit avoir une vision claire de l'objectif de l'activité, une bonne compréhension de ce qu'elle implique pour tout le groupe, et un plan de coordination *in situ* de l'ensemble (gestion du temps et travail de groupe). C'est ce qu'on appelle « l'orchestration » (Dillenbourg, 2013). De plus, l'orchestration implique de gérer à la fois les aspects cognitifs et sociaux des activités conçues, les tâches associées et les ressources requises. Ce travail devient particulièrement important et complexe lorsque l'enseignement se déroule dans l'écosystème d'une CLAAC.

L'utilisation des affordances dans les CLAAC

Les technologies utilisées dans les CLAAC peuvent être classées en deux grands types : les salles de classe avec technologie numérique (*high-tech*) et les salles de classe sans technologie numérique (*low-tech*). Dans les CLAAC *low-tech*, les technologies analogiques sont généralement des marqueurs effaçables sur des tableaux blancs. Dans les CLAAC *high-tech*, les technologies numériques sont généralement interactives, mais presque toujours mises en réseau – par exemple, des tableaux blancs interactifs, des écrans à grande échelle diffusant des travaux effectués par le groupe sur des ordinateurs de bureau ou des portables.



Figure 2 : Une CLAAC *low-tech* au Collège Vanier. Les équipes se rassemblent autour de tableaux blancs.

Quelle que soit la technologie utilisée dans les CLAAC, notre équipe de recherche a fait une observation importante : les artefacts générés par le groupe travaillant dans un espace de problèmes commun sont généralement visibles à l'enseignant ou à l'enseignante et aux autres étudiants et étudiantes (voir la figure 3). Nous considérons que cette fonctionnalité rend les artefacts partagés « publics » et nous pensons que ceux-ci jouent un rôle important dans l'apprentissage en CLAAC et dans l'orchestration de l'AA, quelle que soit la discipline (voir Charles et al., 2022).

En bref, notre étude, qui repose sur 157 observations par 19 enseignants et enseignantes de cégep dans 8 disciplines, montre que l'enseignement de l'AA implique généralement un travail de groupe, et que ces activités produisent généralement des artefacts physiques. Dans la plupart des cas, la construction de ces artefacts partagés est un signe clair de l'engagement étudiant, menant à des discussions et à une recherche de sens au sein des groupes.



Figure 3: Exemple d'un groupe travaillant collectivement à produire un artéfact. Dans cet exemple, les étudiants et étudiantes dessinent et redessinent des diagrammes de corps libres.

La figure 3 montre un groupe travaillant à produire un artéfact réutilisable dans un cours de physique. Dans le prolongement de ce type d'activité, les membres du groupe dessinent des diagrammes de corps libres inspirés de situations réelles (par exemple, une collision entre deux véhicules) choisies par les étudiants et étudiantes, générant plusieurs séries de raffinements de la figure et suscitant chaque fois un débat et une clarification des concepts. À la fin de l'activité, les étudiants et étudiantes du groupe avaient eu l'occasion de discuter de leur compréhension et étaient parvenus à une compréhension commune, c'est-à-dire à un consensus sur la façon de dessiner la figure. Dans ce processus, ils et elles avaient utilisé à plusieurs reprises les figures du tableau pour expliquer leur compréhension actuelle (souvent des malentendus) et avaient redessiné des parties de la figure à mesure que cette compréhension s'améliorait, pour arriver à un diagramme de corps libre correctement dessiné. Notamment, lorsque le groupe se trouvait dans une impasse, l'enseignant ou l'enseignante semblait souvent fournir des éclaircissements. C'était typique des mouvements d'orchestration que nous avons observés dans les CLAAC, et en particulier dans les CLAAC *high-tech* où tous les tableaux blancs interactifs sont visibles de n'importe où dans la salle.

Les artéfacts publics comme outils d'orchestration

Dans de nombreux cas, nous avons observé dans notre étude que les artéfacts partagés et publics étaient utilisés pour évaluer l'engagement ainsi que le processus du groupe, c'est-à-dire sa capacité à comprendre et à accomplir les tâches. Cette pratique avait cours dans les deux types de CLAAC, *high-tech* et *low-tech*, mais a été plus prononcée dans les salles de classe équipées d'écrans numériques, car ils sont faciles à voir, même de l'autre côté de la pièce. L'aménagement de certaines CLAAC *high-tech* avait été spécialement pensé dans cet esprit (voir figure 1). Dans ces cas, lorsque les écrans muraux fournissaient une vue dégagée des artéfacts de travail, les enseignants et enseignantes les utilisaient pour surveiller les progrès du groupe et la progression de l'activité ou du plan de cours. Un enseignant de notre étude avait ceci à dire :

Je me souviens de quand j'ai commencé dans les salles « couvertes de tableaux blancs » et que je voulais voir le travail sur les tableaux pour mieux m'aider. Cela m'a en effet aidé à orchestrer et à avoir plus confiance en mon plan de cours. J'accélérais le tempo quand une question était beaucoup trop facile, puis je fournissais des indices (ou un « étayage ») quand je voyais des étudiants et étudiantes débattre d'un problème, ou alors je donnais simplement un « temps mort » [à la classe] et revoyais le contenu pendant cinq minutes [traduction libre de l'anglais].

Des artéfacts publics partagés ont également été utilisés par certaines équipes pour gérer leur propre travail. Ayant une vue dégagée sur le travail des autres équipes, au fil du temps et suivant parfois les encouragements spécifiques de l'enseignante ou de l'enseignant en ce sens, les étudiants et étudiantes ont pris l'habitude de vérifier ce que faisaient leurs collègues des autres équipes. Par exemple, nous avons observé des cas où un étudiant d'un groupe regardait autour de lui d'autres tableaux blancs dans le but de comparer le travail de son groupe à celui de l'autre. Dans certains cas, il se rendait compte qu'il était sur la voie d'une solution, dans d'autres, qu'il faisait fausse route. Ce suivi des progrès a permis le développement de compétences liées à la capacité d'autoévaluation, ce qui comprend la compréhension des critères et des normes associés à la production d'artéfacts acceptables. Dans de nombreux cas, de telles pratiques ont été encouragées. Lorsque nous avons demandé à un enseignant ce qu'il pensait de cette pratique, il a répondu :

Ce qui n'était pas évident pour moi au début, c'est la façon dont les étudiants et étudiantes ont commencé à regarder subrepticement vers les autres tableaux. Au début, ça m'agaçait parce que j'avais l'impression qu'ils essayaient de tricher, mais j'ai vite réalisé que la taille de l'équipe pendant le travail de groupe ne faisait que grossir. Non seulement les étudiants et étudiantes consultaient leurs collègues au sein de leur équipe, mais nous avons ensuite des équipes qui consultaient d'autres équipes, au point que presque toute la classe était prête à demander le « temps mort » parce que tout le monde était perplexe ! Au fur et à mesure que je devenais plus confiant en mon orchestration, j'ai commencé à valoriser davantage cet aspect, c'est-à-dire que j'accordais plus de valeur au travail en grandes équipes qu'à mes clés d'orchestration [traduction libre de l'anglais].

L'entraide manifestée entre les équipes, que l'on peut voir comme une façon de « prendre des pairs pour modèles », est une partie importante de l'apprentissage collaboratif et est largement utilisée dans la conception d'activités pour l'enseignement de l'AA. Lorsque des pairs montrent à d'autres pairs comment résoudre le problème ou comment aborder une tâche de pensée critique, l'expérience devient une occasion d'apprentissage pour les deux groupes (Vygotsky, 1930/1978). Notre recherche montre à penser que les artéfacts publics contribuent à prendre pour modèles ses pairs et soutiennent l'apprentissage dans les CLAAC, tant pour le groupe qui produit l'artéfact que pour les autres groupes de la classe. Ainsi, nous pensons que ces artéfacts peuvent expliquer pourquoi

l'apprentissage était plus concret dans les CLAAC qui utilisaient l'AA, en particulier dans celles dont la conception facilite l'accès et la visibilité entre les équipes.

Leçons apprises

Grâce à l'adoption de pédagogies d'AA centrées sur l'étudiant ou l'étudiante, le personnel enseignant se concentre sur la conception d'activités pour susciter l'engagement étudiant à la fois dans le contenu et dans le travail de groupe. Ainsi, l'activité encouragera souvent les étudiants et étudiantes à produire un type d'artéfact physique – solution au problème, carte conceptuelle, etc. Nos recherches montrent que ces artéfacts sont un élément essentiel pour favoriser l'engagement étudiant, aiguïser la curiosité et encourager les débats et les explications, ce qui conduit à un apprentissage plus approfondi. De plus, lorsque les pédagogies d'AA sont utilisées dans les CLAAC, les artéfacts sont à la fois partagés (produits par des groupes) et généralement publics. Cette fonctionnalité fournit aux corps enseignants des informations essentielles sur l'apprentissage

de leurs étudiants et étudiantes et permet une gestion plus efficace du plan de cours, notamment en leur indiquant quand fournir des commentaires et quand laisser le groupe réfléchir un peu plus longtemps. Essentiellement, les artéfacts partagés et publics deviennent un outil permettant d'orchestrer le flux de l'enseignement en AA.

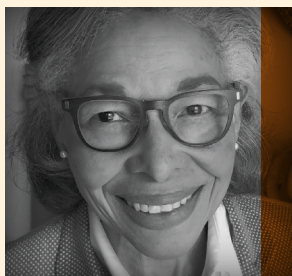
Les artéfacts sont la preuve matérielle du travail de réflexion mené par les étudiants et étudiantes au service des apprentissages. Les artéfacts ont un objectif différent en pédagogie active et en CLAAC. Non seulement ils sont une preuve d'apprentissage en tant que produit à évaluer, mais ils sont également une preuve de l'engagement des étudiants et étudiantes, des progrès de leur apprentissage, et ils peuvent être utilisés par le personnel enseignant pour orchestrer et gérer des activités d'AA ainsi que le travail d'équipe. Nous croyons qu'ils sont au cœur de l'enseignement par une pédagogie active en ce qu'ils permettent la documentation des apprentissages étudiants, devenant ainsi **des ressources et des outils d'apprentissage** à part entière pour les pairs. ■

RÉFÉRENCES

- Charles, E. S., Lenton, K., Dugdale, M., Lasry, N., Zhang, C., Whittaker, C. et Adams, R. (2022). La participation d'étudiantes et d'étudiants en classe d'apprentissage actif vue à travers leurs artéfacts épistémiques physiques. *Revue internationale du CRIRES: innover dans la tradition de Vygotsky/CRI_SAS International Journal: Vygotsky's Heritage: Innovation in Education*, 6(1), 31-51.
- Dillenbourg, P. (2013). Design for classroom orchestration. *Computers & Education*, 69, 485-492.
- Freeman, S., Eddy, S.L., McDonough, M., Smith, M.K., Okoroafor, N., Jordt, H. et Wenderoth, M.P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415.
- Hod, Y. (2017). Future learning spaces in schools: Concepts and designs from the learning sciences. *Journal of Formative Design in Learning*, 1(2), 99-109.
- Lasry, N., Charles, E. S. et Whittaker, C. (2014). When teacher-centered instructors are assigned to student-centered classrooms. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 10(1), 010116.
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231.
- Roschelle, J. et Teasley, S. D. (1995). The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. Dans *Computer supported collaborative learning* (p. 69-97). Springer..
- Theobald, E. J., Hill, M. J., Tran, E., Agrawal, S., Arroyo, E. N., Behling, S., Nyasha, C., Laboy Cintrón, D., Cooper, J. D., Gideon, D., Grummer, J. A., Hennessey, K., Hsiao, J., Iranon, N., Jones II, L., Jordt, H., Keller, M., Lacey, M. E., Littlefield, C. E.,... Freeman, S.. (2020). Active learning narrows achievement gaps for underrepresented students in undergraduate science, technology, engineering, and math. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(12), 6476-6483.
- Vygotsky, L. (1930/1978). *Mind in society*. Harvard University Press.

REMERCIEMENTS

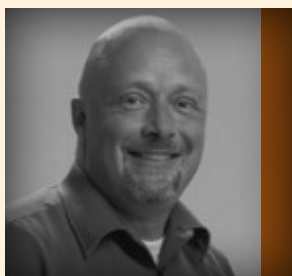
Cette recherche a été soutenue par une subvention du ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur, Programme d'aide à la recherche en enseignement et en apprentissage (PAREA), Québec, Canada (numéro de subvention PA2014-013).



ELIZABETH S.
CHARLES



KEVIN
LENTON



MICHAEL
DUGDALE



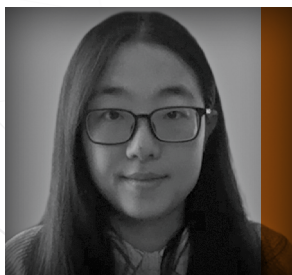
NATHANIEL
LASRY



CHRIS
WHITTAKER



RHYS
ADAMS



CHAO
ZHANG

Faire le pont entre la recherche éducative et la pratique enseignante

DES COMMUNAUTÉS DE PRATIQUE EN ENSEIGNEMENT DES SCIENCES AU COLLÉGIAL

Caroline Cormier, enseignante de chimie, Cégep André-Laurendeau, **Sean Hughes**, enseignant de chimie, Cégep John Abbott, **Karl Laroche**, enseignant de biologie, Cégep Vanier, **Rhys Adams**, enseignant de physique, Cégep Vanier, **Véronique Turcotte**, enseignante de chimie, Cégep André-Laurendeau, **Kevin Lenton**, enseignant de physique, Cégep Vanier, **Michael Dugdale**, enseignant de physique, Cégep John Abbott et **Elizabeth Charles**, enseignante de photographie et chercheuse principale, Cégep Dawson

Il est reconnu que les enseignantes et enseignants ont peu de temps et d'occasion de consulter les écrits de recherche pour alimenter leur pratique pédagogique (Landry et al., 2008; Marion et Houlfort, 2015). Traditionnellement, les moyens de diffusion classiques pour présenter les innovations issues de la recherche ainsi que les preuves de leur efficacité se sont révélés inefficaces pour inciter l'adoption de nouvelles stratégies pédagogiques sur le terrain (Henderson et al., 2011). Toutefois, plusieurs enseignantes et enseignants souhaiteraient mieux connaître ces écrits de recherche, avec l'aide d'une personne intermédiaire pour les aider à s'y retrouver à travers la profusion d'articles publiés. Les conseillers et conseillères pédagogiques peuvent jouer ce rôle, mais les besoins et les enjeux en pratique sont nombreux et variés, laissant croire que ces seuls intermédiaires peuvent être insuffisants.

Cet enjeu concerne particulièrement le personnel enseignant du collégial, qui regroupe plutôt des spécialistes de la discipline enseignée, sans nécessairement avoir fait des études supérieures en éducation. À travers une recherche que nous menons sur l'utilisation du laboratoire par enquête guidée, nous avons créé des communautés de pratique (CdP) qui, si elles visaient au départ à seulement alimenter nos questions de recherche, sont devenues des lieux de partage et de transfert de connaissances fort appréciés de leurs membres. Dans cet article, nous présentons la structure de ces communautés de pratique et la façon dont elles contribuent au transfert de connaissances.

L'enjeu du transfert de connaissances en éducation

Au-delà des défis d'accessibilité, les écrits de recherche révèlent plusieurs approches réussies pour encourager le changement en éducation. Ces stratégies se caractérisent par le fait qu'elles ont i) des objectifs ciblés, ii) des efforts coordonnés de la part des personnes concernées, iii) des structures permettant de consacrer du temps au travail sur ces objectifs pendant des périodes prolongées, iv) des mécanismes d'évaluation des performances et de rétroaction et v) l'intention explicite de

changer les perceptions du corps professoral (Fullan et al., 2018; Henderson et al., 2011). Enfin, les agents et agentes de transfert, ou les personnes qui peuvent servir d'intermédiaires entre les équipes de recherche et le personnel enseignant, peuvent s'avérer utiles pour communiquer les préoccupations et les besoins immédiats des personnes sur le terrain aux équipes de recherche, ainsi que pour relayer les résultats de la recherche au personnel enseignant dans une boucle de rétroaction (Becheikh et al., 2010), assurant ainsi le transfert des connaissances.

Les CdP peuvent servir à contourner les défis associés au transfert de connaissances. Enracinées dans la théorie du changement, les communautés de pratique offrent aux personnes enseignantes des forums où elles peuvent partager leurs préoccupations concernant l'enseignement, concevoir en collaboration des solutions possibles à ces défis, apprendre les meilleures pratiques et, par conséquent, participer à la réforme de l'éducation (Abigail, 2016; Gehrke et Kezar, 2017). Grâce à un mélange de partage et de création de connaissances, de construction d'identité et d'interaction sociale, les CdP peuvent être des véhicules positifs pour inciter le corps enseignant à adopter de nouvelles pratiques (Abigail, 2016). Une CdP comprenant des membres agissant comme agents ou agentes

de transfert peut fournir un mécanisme par lequel le transfert de connaissances est facilité (Henderson et al., 2011). La figure 1 présente une schématisation de cette boucle de rétroaction.

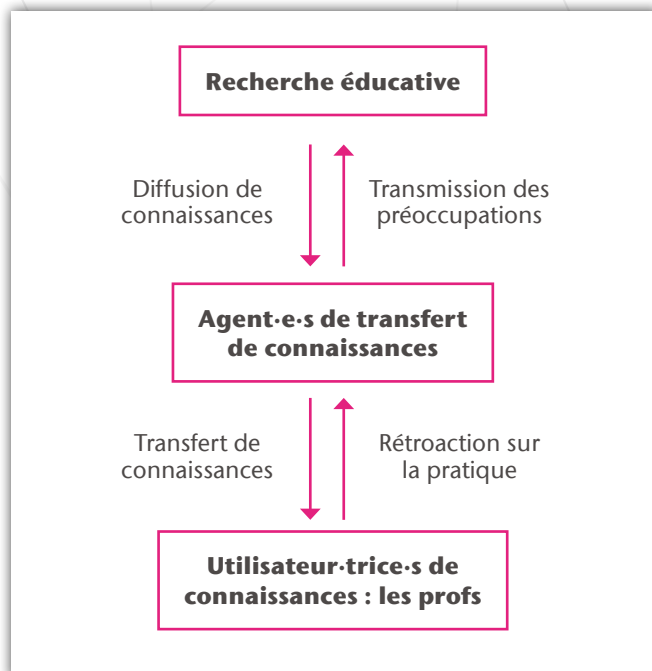


Figure 1 : Le rôle des agents et agentes de transfert de connaissances comme courroie de transmission entre les savoirs issus de la recherche éducative et les praticiens et praticiennes

Création d'une CdP multidisciplinaire (CdPM)

Dans le cadre de notre recherche sur le laboratoire par enquête guidée, nous avons choisi de créer des lieux de partage avec les utilisateurs et utilisatrices de connaissances, c'est-à-dire le personnel enseignant de biologie, de chimie et de physique du réseau collégial québécois. Au début de cette recherche, nous avons invité des enseignants et enseignantes à une grande réunion en ligne. Même si le prétexte pour cette réunion était de discuter du défi commun que représente la mise en œuvre du nouveau programme de sciences du cégep qui doit débiter en 2023-2024 (MEES, 2021), elle avait pour double objectif de former une grande communauté de pratique multidisciplinaire (CdPM) qui partagerait une préoccupation commune (figure 2).

Lors de cette réunion, nous avons présenté la manière dont nos recherches sur le laboratoire par enquête guidée s'alignent sur les objectifs d'apprentissage de ce nouveau programme, ainsi que la manière dont ce paradigme peut aider à relever les défis communs auxquels le personnel enseignant est confronté dans l'enseignement des disciplines scientifiques. Pour favoriser les liens sociaux entre les personnes participantes, nous leur avons demandé de discuter de plusieurs sujets abordés lors de

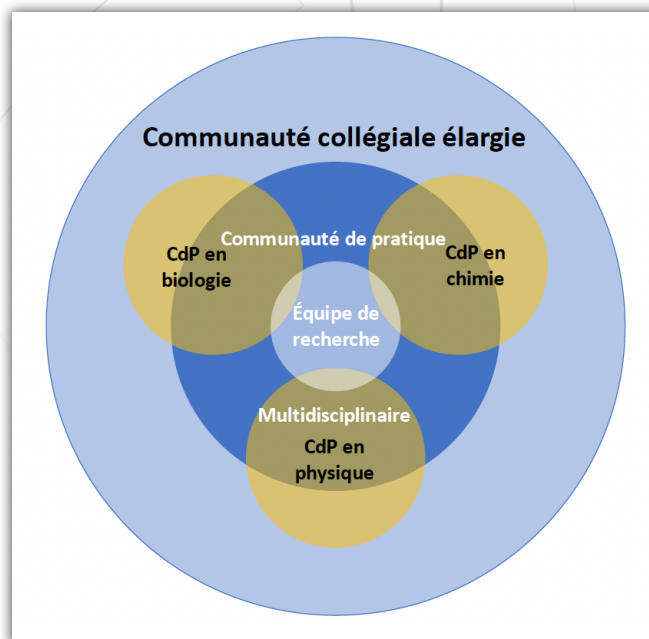


Figure 2 : Organisation de nos communautés de pratique (CdP)

notre présentation en petits groupes disciplinaires (salles de discussions en sous-groupes). Comme le décrit Wenger (2005), une telle participation est essentielle à la formation réussie d'une CdP, car elle permet à la fois d'agir et d'établir des liens entre les membres. L'utilisation stratégique des salles de discussion a également permis de réfléchir aux avantages potentiels de l'utilisation du laboratoire par enquête guidée dans le nouveau programme de sciences de la nature, incitant les personnes participantes à contacter notre équipe de recherche pour en savoir plus sur le sujet ou même pour participer à la recherche. Enfin, les participants à la CdPM ont pu s'inscrire sur une liste de diffusion, afin de continuer à recevoir de l'information sur nos recherches et d'éventuelles réunions ou ateliers proposés par notre équipe de recherche.

Création de CdP spécifiques à une discipline (CdPD)

Après la création de la CdPM, notre équipe de recherche a invité les membres à se joindre à des CdP plus petites et spécifiques à une discipline (CdPD). Les CdPD étaient composées d'un petit nombre de personnes de base qui étaient toujours présentes à chaque réunion (tableau 1). Les thèmes de chaque réunion de CdPD étaient fixés par les membres de notre équipe de recherche qui en assuraient la coordination – c'est-à-dire les agents ou agentes de transfert. Bien que de nombreuses discussions aient porté sur le laboratoire par enquête guidée, plusieurs autres sujets ont été abordés lors de chaque séance. Avant les réunions, les membres nous ont fait part de leurs suggestions de sujets de discussion et ont souvent joué le rôle de modération pour ces discussions. Cette approche

	Chimie	Biologie	Physique
Première rencontre de la CdPM	46	21	16
Rencontre typique de chaque CdPD	15	12	8

Tableau 1 : Nombre de personnes participantes aux communautés de pratique

ascendante a permis de s'assurer que les discussions étaient toujours significatives pour les membres et de valider le temps et l'effort requis de leur part pour prendre part aux CdPD.

Pour faciliter la participation, les rencontres de la CdPM et des CdPD se sont surtout déroulées à distance, en vidéoconférence, ou alors en bimodal. Cela a permis de mettre en contact les membres pendant et après les isolements dus à la pandémie et de rejoindre aisément des membres de toutes les régions du Québec.

Transfert de connaissances via des agents de transfert

Les membres de notre équipe de recherche ont joué le rôle d'agents et d'agentes de transfert lors des rencontres des CdPD en présentant, à partir des écrits de recherche existants, des aspects pouvant être mis en pratique dans les classes. L'exemple du laboratoire par enquête guidée, étant le sujet de notre projet de recherche, a été particulièrement discuté en CdPD. Les membres qui en avaient déjà fait l'expérience ont présenté des exemples de réussite, ce qui a encouragé les autres à réfléchir à l'intérêt de l'utiliser dans leur classe.

Pour celles et ceux qui ont choisi d'essayer la mise en œuvre, le temps et les efforts nécessaires ont été considérablement réduits grâce au partage de l'expertise et aux ressources prêtes à l'emploi offertes par les membres de la CdPD. Pour les nouvelles recrues en enseignement, ce soutien leur a également permis d'acquérir la confiance nécessaire pour mener à bien la mise en œuvre. Conscients de la valeur des informations reçues, des membres des CdPM/CdPD ont demandé à notre équipe d'organiser des ateliers pour leurs départements ou programmes locaux. Ces membres motivés de la CdP ont contribué à combler le fossé entre notre équipe de recherche et la communauté élargie des cégeps qui, autrement, n'aurait pas participé à notre recherche (figure 2). Ce faisant, ces membres ne sont pas seulement des champions et championnes du changement, mais grâce à leurs interactions avec nous, ils sont devenus des agents et agentes de transfert en mettant leurs collègues en contact avec notre recherche sur le laboratoire par enquête guidée.

Conclusion

Grâce au désir de notre équipe de remettre en question le statu quo en matière d'enseignement des sciences en laboratoire, nous avons formé des sous-groupes de personnes désireuses de s'engager dans notre recherche et de la mettre en pratique. Les CdP ont fourni le temps et le soutien social nécessaires aux membres pour atteindre l'objectif commun d'apprendre et de mettre en œuvre le laboratoire par enquête guidée et, ce faisant, ont contribué à faire avancer notre recherche. Cependant, ce qui mérite d'être souligné, c'est que nos CdP ont depuis évolué en entités autonomes qui traitent maintenant de questions pédagogiques allant au-delà de notre mandat initial, comme l'évaluation ou le nouveau devis ministériel de programme en *Sciences de la nature*. L'autosélection des membres a permis de recruter des personnes qui étaient initialement investies dans un objectif commun, mais notre volonté de laisser les membres apporter leurs propres sujets de discussion a assuré la viabilité continue des CdP. En outre, les préoccupations pluridisciplinaires continuent d'être abordées lors de rassemblements plus importants de notre CdPM, où les préoccupations et les solutions soulevées sont répercutées dans les discussions des CdPD. Par conséquent, les membres des diverses CdP peuvent maintenant nous mettre en contact avec d'autres enseignants et enseignantes qui, autrement, ne s'engageraient pas dans la recherche en éducation. La technologie facilite également l'échange de ressources entre les membres et contribue à maintenir le lien social entre les CdP.

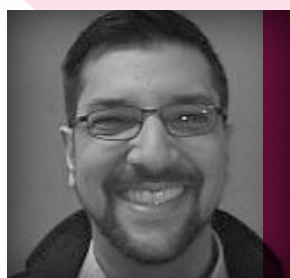
On ne saurait trop insister sur le fait que notre structure de CdP à plusieurs niveaux bénéficie de l'implication continue de notre équipe de recherche, qui agit à titre d'agent de transfert responsable de relier les préoccupations du personnel enseignant à la documentation pédagogique, et vice versa. Nous recommandons aux personnes qui prennent part à des recherches fondées sur l'action d'envisager de tirer parti des CdP comme moyen d'assurer le transfert des connaissances. Grâce à ces réseaux d'échange de pratique, les enseignants et enseignantes peuvent en apprendre davantage sur la recherche et sa mise en œuvre dans la pratique. ■

RÉFÉRENCES

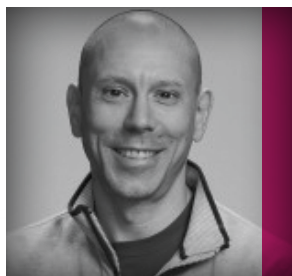
- Abigail, L. K. M. (2016). Do communities of practice enhance faculty development? *Health Professions Education*, 2(2), 61-74. <https://doi.org/10.1016/j.hpe.2016.08.004>
- Becheikh, N., Ziam, S., Idrissi, O., Castonguay, Y., & Landry, R. (2010). How to improve knowledge transfer strategies and practices in education? Answers from a systematic literature review. *Research in Higher Education Journal*, 7. <http://www.aabri.com/manuscripts/09418.pdf>
- Fullan, M., Quinn, J. et McEachan, J. (2018). *Deep Learning: Engage the world change the world*. Corwin.
- Gehrke, S. et Kezar, A. (2017). The roles of STEM faculty communities of practice in institutional and departmental reform in higher education. *American Educational Research Journal*, 54(5), 803-833. <https://doi.org/10.3102/0002831217706736>
- Henderson, C., Beach, A. et Finkelstein, N. (2011). Facilitating change in undergraduate STEM instructional practices: An analytic review of the literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(8), 952-984. <https://doi.org/10.1002/tea.20439>
- Landry, R., Becheikh, N., Amara, N., Ziam, S., Idrissi, O. et Castonguay, Y. (2008). *La recherche, comment s'y retrouver? Revue systématique des écrits sur le transfert des connaissances en éducation* (No. 28-2847-01). Gouvernement du Québec.
- Marion, C. et Houffort, N. (2015). Transfert de connaissances issues de la recherche en éducation : situation globale, défis et perspectives. *Nouveaux cahiers de la recherche en éducation*, 18(2), 56-89. <https://doi.org/10.7202/1036033ar>
- MEES. (2021). *Sciences de la nature (200.B1), Programme d'études préuniversitaires, Enseignement collégial*. Gouvernement du Québec. <https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/education/publications-adm/cegeps/services-administratifs/Programmes-etudes-preuniversitaires/200.B1-2021-sciences-nature.pdf>
- Wenger, E. (2005). *La théorie des communautés de pratique : apprentissage, sens et identité* (traduit par F. Gervais). Presses de l'Université Laval.



CAROLINE
CORMIER



SEAN
HUGHES



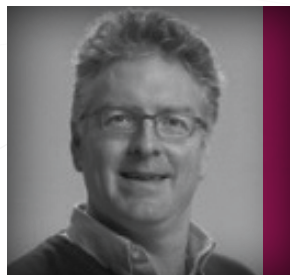
KARL
LAROCHÉ



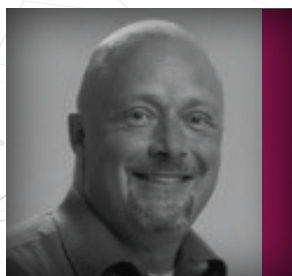
RHYS
ADAMS



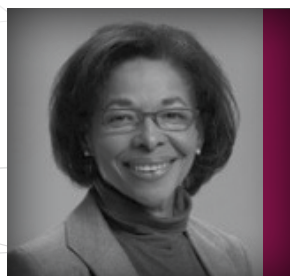
VÉRONIQUE
TURCOTTE



KEVIN
LENTON



MICHAEL
DUGDALE



ELIZABETH
CHARLES

LA PAROLE À VOS ÉLÈVES SUR L'ÉDUCATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Les changements
climatiques, c'est
quoi au juste?

Les changements
climatiques, ça me
fait peur.

J'aimerais ça avoir
un cours juste pour ça,
avec un prof qui serait
capable de répondre
aux questions.

Un cours pour
nous aider à mieux
comprendre et
à trouver des
solutions.



Vos élèves sont invités à faire connaître leur opinion.

2 façons de le faire

En répondant au sondage

Pour le primaire : https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSddtoyT-N7OUmAbqro8DVprem3iVzWLZVMSf-KXXRatXpFwYg/viewform?usp=pp_url

Pour le secondaire : https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScdHcD9n2ETHun-atfaM5uGnmOI2Vd7DSSIAgnB99M7KL1DBw/viewform?usp=pp_url

**En participant
à une rencontre en
groupe restreint**

Pour plus d'informations : e3.enjeuxenvironnementaux@



Votre association vous représente, faites comme plus de 500 de vos collègues.

- enseignant(e)
- technicien(ne) en travaux pratiques
- professeur(e)
- conseiller(ère) pédagogique
- étudiant(e)
- éducateur(rice)
- primaire
- secondaire
- collégial
- universitaire
- formation des adultes

Devenez membre!

Le projet intégrateur

PRÉCISIONS SUR SA TENEUR ET PROPOSITIONS DE MISE EN ŒUVRE EN CLASSE DE SCIENCE ET TECHNOLOGIE AU SECONDAIRE

Ousmane Sy, professeur de didactique des sciences et de la technologie, Université du Québec à Trois-Rivières et **Audrey Groleau**, professeure de didactique des sciences et de la technologie, Université du Québec à Trois-Rivières

Cet automne, des étudiants et étudiantes en enseignement des sciences et de la technologie au secondaire nous ont demandé de clarifier ce qu'est un projet intégrateur. Voici leurs questions :

- Est-ce que le projet intégrateur est absolument lié au cours du même nom ?
- Est-ce que le projet intégrateur doit nécessairement s'inscrire dans une approche par projet ?
- Est-ce que le thème et la nature du projet intégrateur doivent nécessairement être proposés par l'élève ?
- Qu'est-ce qui est intégré dans un projet intégrateur ?
- Est-ce que la nature du projet intégrateur exige qu'il soit interdisciplinaire ?
- Un projet intégrateur peut-il faire partie d'un cours de science et technologie ?
- Le projet intégrateur doit-il mener à de nouveaux apprentissages ou pourrait-il surtout viser l'application et l'intégration d'apprentissages déjà réalisés par l'élève ?

Nous en avons souvent et longuement discuté, nous avons revisité les documents ministériels et des écrits que nous avons déjà lus. C'est ainsi que nous avons décidé de présenter le fruit de notre réflexion sous la forme d'un article professionnel. Dans cet article, nous détaillons diverses caractéristiques du projet intégrateur et nous discutons de certaines approches pour le mettre en œuvre par l'enseignant ou l'enseignante de science et technologie. Ce faisant, nous répondons aux questions formulées précédemment.

Il est à noter que l'idée de projet intégrateur n'est pas un concept défini dans la recherche. À titre d'exemple, le document ministériel présentant le projet intégrateur (MELS, 2007a) s'appuie sur des ouvrages et des documents portant sur l'approche par projets, pas sur le projet intégrateur en soi, ni même sur l'intégration ou l'interdisciplinarité. Dans cet article qui s'inscrit dans la rubrique Réflexion de la revue, nous répondons aux questions de nos étudiants et étudiantes en nous basant sur les connaissances que nous avons acquises en tant que professeurs de didactique des sciences et de la technologie et en nous appuyant sur les écrits ministériels et du domaine de l'interdisciplinarité. Autrement dit, il s'agit d'un point de vue que nous avons développé sur ce thème.

Qu'est-ce qu'un projet intégrateur ?

Dans cet article, nous distinguons le projet intégrateur, au sens large, du cours qui porte le même nom et qui figure dans le cheminement des élèves du secondaire. Le cours *Projet intégrateur* amène les élèves à réaliser un tel projet, mais il ne s'agit absolument pas du seul moment où on peut le faire ni de la seule manière dont il peut être réalisé. En effet, le cours a des exigences plus précises que ce qu'implique l'idée plus générale de projet intégrateur. Ainsi, l'enseignant ou l'enseignante de science et technologie qui désire inviter les élèves de ses cours à vivre un projet intégrateur n'a pas à se conformer aux particularités du cours intitulé du même nom. Tout au long de cet article, nous aborderons les particularités des deux cas (le travail dans le cadre du cours *Projet intégrateur*), en veillant à préciser le contexte au besoin.

De manière générale, quand on parle d'un projet intégrateur, on fait référence à un moment du cheminement de l'élève où on l'invite à mobiliser ses apprentissages déjà réalisés (connaissances, compétences disciplinaires et transversales, utilisation de ressources, consultation de spécialistes, méthodes de travail, stratégies, habiletés, techniques, démarches, etc.) pour mener à terme une activité de plus grande envergure. Dans cette perspective, le projet intégrateur constitue un outil

de développement des compétences et peut bien sûr mener à l'acquisition de nouvelles connaissances. Le thème choisi doit bien se prêter à la réalisation de tâches complexes par les élèves. Le projet intégrateur peut être de nature interdisciplinaire ou non. Autrement dit, les disciplines peuvent bien sûr être ce qui est intégré dans un projet intégrateur, mais il pourrait aussi s'agir d'univers (au sens d'univers vivant, matériel, technologique, et Terre et espace), de compétences travaillées dans le cadre d'un même cours ou de différents cours, d'apprentissages acquis sur plusieurs années, etc., comme cela est proposé dans les programmes de science et technologie du secondaire (MELS, 2007a)

Un exemple

Par exemple, une enseignante pourrait s'appuyer sur les annonces de décembre 2022 du ministre de l'Énergie Pierre Fitzgibbon autour de l'idée de «sobriété énergétique» (Lajoie, 2022; Saint-Arnaud, 2022) pour réaliser un projet intégrateur dans son cours de science et technologie. Dans un premier temps, les élèves réaliseraient une démarche de construction d'opinion autour des manières de diminuer la consommation d'énergie de la population québécoise. Dans cette partie du projet intégrateur, ils et elles intégreraient des apprentissages autour de la production et de la consommation d'énergie, des besoins des personnes autour de l'énergie (se réchauffer – y compris les idées de métabolisme et d'homéostasie –, faire fonctionner les appareils et les véhicules, etc.), l'utilisation et le fonctionnement d'objets technologiques comme la maison intelligente. Plus largement, ils et elles mettraient en pratique leurs connaissances autour de la recherche d'informations et la production de contenus pertinents pour exprimer leurs points de vue, tout en utilisant les langages des sciences et de la technologie et probablement aussi des mathématiques.

Par la suite, chaque équipe pourrait réaliser un projet d'approfondissement plus libre autour du même thème. Les membres d'une équipe chercheraient à mieux comprendre comment l'énergie est consommée dans une maison en particulier et chercheraient comment diminuer la consommation d'énergie de la famille qui y habite. Une autre équipe analyserait le fonctionnement d'une maison intelligente – y compris la programmation informatique qui se cache derrière elle – pour présenter le fruit de leur travail dans le cadre d'une expo-sciences. Une autre équipe encore pourrait étudier de façon plus approfondie le concept de «sobriété énergétique» (alors que la démarche de construction d'opinion de la première partie de l'activité concernait finalement davantage la consommation d'énergie que la «sobriété énergétique») et produire des affiches de sensibilisation à placer dans l'école.

Si on analyse l'exemple présenté, on constate que ce projet intégrateur permet aux élèves de mobiliser plusieurs démarches, plusieurs apprentissages liés aux différents univers et diverses compétences transversales et disciplinaires. Le projet proposé s'inscrit principalement dans la discipline que sont les sciences et la technologie, mais pourrait aussi convoquer les mathématiques

et le français dans une perspective interdisciplinaire. Cela dit, les aspects interdisciplinaires du projet pourraient y prendre plus ou moins de place, et impliquer, ou non, le personnel enseignant d'autres disciplines.

Il est à noter qu'un projet comme celui que nous avons donné en exemple ne correspondrait pas aux attentes du cours *Projet intégrateur*. En effet, on exige, dans ce cours, que l'élève choisisse lui-même le thème du projet (MELS, 2007a), alors qu'ici, il est proposé par l'enseignante.

Quelles approches privilégier pour le projet intégrateur ?

Diverses approches pédagogiques pourraient être envisagées pour mettre en œuvre un projet intégrateur, mais il n'en demeure pas moins que l'approche par projet est souvent choisie. Elle est d'ailleurs privilégiée dans les documents ministériels liés au cours du même nom (MELS, 2007a). Les démarches scientifiques et technologiques présentées dans le Programme de formation de l'école québécoise en science et technologie (MELS, 2007b) pourraient aider les élèves à structurer leur travail. L'ilot de rationalité interdisciplinaire (Fourez, 1997; Pouliot et Groleau, 2011), une démarche cherchant à répondre à la question «De quoi s'agit-il ?» souvent utilisée lorsqu'on cherche à prendre une décision ou à se construire une opinion, offrirait une occasion d'explorer des concepts et des disciplines, mais aussi de réaliser des visites sur le terrain, de consulter des expertes et experts et d'amener les élèves à poser une action sociale. Dans le même ordre d'idées, les démarches de recherche-action proposées par Poudrier (voir le film *Les porteurs d'espoir* (Dansereau, 2010)) ou par Bencze (voir le cadre théorique et pédagogique *STEPWISE* autour d'un enseignement des sciences et de la technologie qui promeut le bien-être des individus, des sociétés et de l'environnement (Bencze et Carter, 2011)) gagneraient à être explorées. C'est donc dire que l'approche par projet est un bon véhicule pour la réalisation d'un projet intégrateur en classe de science et technologie ou dans le cours du même nom, mais qu'il n'est pas le seul ni toujours le meilleur. Chaque situation est différente. Les équipes enseignantes ne devraient pas hésiter à explorer diverses approches.

Conclusion

En conclusion, nous souhaitons revenir sur une question qui nous est souvent posée et qui gagnerait selon nous à être formulée différemment : un projet intégrateur doit-il mener à de nouveaux apprentissages ou pourrait-il surtout viser l'application et l'intégration d'apprentissages déjà réalisés par l'élève ? Pour nous, appliquer et intégrer des apprentissages est un apprentissage en soi. C'est en fait une compétence qui fait partie du Programme de formation de l'école québécoise lorsqu'il est question d'un projet intégrateur : on cherche à ce que les élèves soient en mesure de tisser des liens pertinents entre les concepts et les disciplines. Ainsi, pour nous, il est

évident que les élèves feront de nouveaux apprentissages alors qu'ils s'affairent à mobiliser leurs acquis. Parfois, ils et elles acquerront de nouvelles connaissances; parfois, ils et elles développeront de nouvelles compétences, habiletés, techniques, etc.; parfois, ils et elles apprendront surtout

à examiner des problèmes complexes; parfois, ce sera un mélange des divers éléments évoqués. Ainsi, les enseignants, les enseignantes et les élèves gagneraient à expliciter leurs intentions pédagogiques et d'apprentissage en début de projet. ■

REMERCIEMENTS

Nous sommes reconnaissants envers les étudiants et étudiantes de 4^e année du baccalauréat en enseignement secondaire de l'Université du Québec à Trois-Rivières – et en particulier à celles qui se destinent à l'enseignement des sciences et de la technologie – pour leurs questionnements à la fois pertinents et difficiles, et pour avoir alimenté notre réflexion autour du projet intégrateur.

RÉFÉRENCES

Bencze, L. et Carter, L. (2011). Globalizing students acting for the common good. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 648-669.

Dansereau, F. (2010). *Les porteurs d'espoir*. Office national du film du Canada.

Fourez, G. (1997). Qu'entendre par îlot de rationalité? et par îlot interdisciplinaire de rationalité? *Aster*, 25, 217-225.

Lajoie, G. (2022). Fitzgibbon prône la «sobriété énergétique»: Vous pourriez devoir baisser votre chauffage. *Le Journal de Québec*. <https://www.journaldequebec.com/2022/12/02/la-sobriete-energetique-pronee-vous-pourriez-devoir-baisser-votre-chauffage-cet-hiver>

Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport [MELS]. (2007a). *Projet intégrateur*. Gouvernement du Québec.

Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport [MELS]. (2007b). *Science et technologie*. Gouvernement du Québec.

Pouliot, C. et Groleau, A. (2011). L'approche des îlots de rationalité interdisciplinaires: pour une éducation aux sciences et à la citoyenneté. *Pédagogie collégiale*, 25(1), 9-14.

Saint-Arnaud, P. (2022). La sobriété énergétique sera difficilement atteignable, selon des experts. *La Presse*. <https://www.lapresse.ca/actualites/environnement/2022-12-07/la-sobriete-energetique-sera-difficilement-atteignable-selon-des-experts.php>

En somme, les principales caractéristiques du projet intégrateur sont, selon nous, les suivantes:

- C'est un outil pour le développement de compétences.
- Il vise la mobilisation de ressources diverses.
- Il peut chercher à intégrer des disciplines, des connaissances, des compétences disciplinaires et transversales, des méthodes de travail, des stratégies, des habiletés, des techniques, des démarches, etc.
- Divers thèmes et projets peuvent être proposés par l'enseignant ou choisis par les élèves. Toutefois, les projets et les thèmes doivent mener les élèves à réaliser des tâches complexes.
- Il peut être réalisé individuellement ou en équipe.
- Il peut s'appuyer sur différentes approches, notamment l'approche par projet.
- Il peut être lié au cours *Projet intégrateur* ou non.
- Il peut être interdisciplinaire ou non.



OUSMANE
SY



AUDREY
GROLEAU

Intégrer les systèmes d'information géographique (SIG) dans son enseignement

SUGGESTIONS POUR L'ENSEIGNEMENT PRIMAIRE ET SECONDAIRE

Camille Binggeli, étudiante à la maîtrise en éducation, Université du Québec à Trois-Rivières

Dans le cadre du 55^e congrès annuel de l'AESTQ, j'ai eu l'occasion d'assister à un atelier portant sur les systèmes d'information géographique (SIG), animé par Arabelle Sauvé d'ESRI Canada, une entreprise qui fournit des logiciels pour l'utilisation des SIG. En plus de montrer une façon concrète d'utiliser les SIG dans son enseignement, cet atelier a permis de se familiariser avec une gamme de logiciels gratuits pour les élèves et le personnel enseignant.

Avant de participer à l'atelier, le terme « SIG » m'était inconnu. Je me questionnais donc sur les manières dont ces systèmes pourraient être intégrés dans le cadre d'un cours de science et technologie et ce qu'ils pourraient apporter aux élèves. Pour ce faire, il est important de bien comprendre ce que sont les SIG. Le site Info-pannes d'Hydro-Québec est un exemple concret et assez connu d'un SIG. Sur ce site, il est possible de voir, en temps réel, les pannes électriques qui touchent le Québec ainsi que des informations supplémentaires, telles que le nombre de clients touchés et l'heure prévue de rétablissement de l'électricité. Un SIG est donc un outil qui offre un cadre précis à une collecte de données, ainsi qu'à leur gestion et à leur analyse. On tente de répondre au « comment » à l'aide d'un système, au « quoi » par l'information et au « où » par la localisation géographique.

Dans le cas d'Info-pannes, le système est la carte géographique du Québec, l'information est le nombre de pannes, les adresses touchées, l'heure prévue de rétablissement, etc., et ces informations, reliées aux pannes, sont localisées géographiquement sur la carte.

L'atelier m'a permis de réfléchir à l'utilisation des SIG en classe de science et technologie tant au primaire qu'au secondaire. Dans cet article, je vous présenterai donc l'activité réalisée lors du congrès pour l'enseignement au primaire et je vous proposerai une façon de les intégrer au secondaire. Ces deux activités s'inscrivent dans une démarche d'observation où les élèves interprètent des données recueillies directement en nature et les analysent à l'aide d'un SIG. Je terminerai avec les différentes étapes de l'utilisation d'un SIG en classe à l'aide d'ArcGIS, fourni par ESRI Canada.

Un exemple d'utilisation des SIG en cours de science et technologie au primaire

Quels sont ces déchets?, activité présentée dans le cadre du congrès, permet l'utilisation d'un SIG en classe de primaire d'une manière contextualisée pour aborder les impacts des activités humaines sur l'environnement. Cette activité peut donc se faire avec des élèves du 2^e et du 3^e cycle du primaire et peut facilement s'adapter aux besoins et aux caractéristiques des élèves. En effet, l'activité et la problématique présentée peuvent facilement être modifiées pour mieux répondre aux besoins des élèves ou aux possibilités du milieu scolaire. Dans cette activité, les élèves réfléchissent aux différents impacts des activités humaines sur l'environnement en répondant à la question suivante : « À quel point ton quartier est-il propre ? ». Cette question amène les élèves à réfléchir aux éléments qui influencent la propreté de leur quartier : les déchets que l'on retrouve par terre, l'état du mobilier urbain, l'aménagement des parcs, etc. L'emplacement géographique fourni par le SIG permet de réfléchir aux raisons qui sont à la base de l'activité humaine et son impact sur l'environnement. Par exemple, si un déchet est retrouvé par terre à un endroit en particulier, les élèves peuvent se questionner sur la présence d'une poubelle à proximité. Les photos peuvent également être utilisées pour alimenter la réflexion en voyant l'état du mobilier urbain ou le type d'aménagement.

Selon les données récoltées et l'analyse des élèves, ces derniers peuvent rédiger une lettre d'opinion dans le journal local ou même une lettre au maire ou à la mairesse au sujet de l'état du

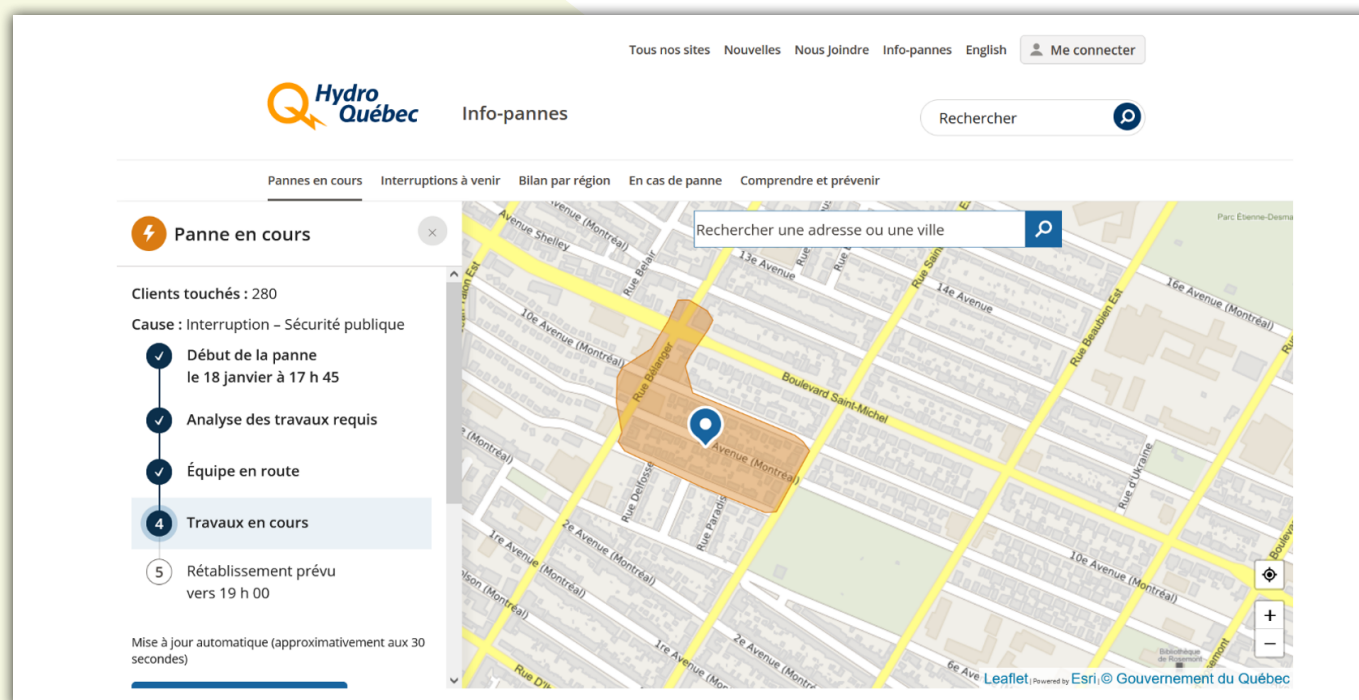


Figure 1 : Info-pannes d'Hydro-Québec

quartier et des solutions possibles pour l'améliorer. Il est donc possible de faire des liens avec la démarche de vulgarisation en science et technologie ou avec le cours de français. La démarche à suivre pour l'utilisation d'un SIG en classe est détaillée à la section 3.

Un exemple d'utilisation des SIG en cours de science et technologie au secondaire

Je vous propose également une activité sur l'étude des populations, conçue pour l'enseignement au secondaire et qui inclut un SIG. Elle vise plus particulièrement à décrire une population donnée et s'inscrit donc dans le programme de ST de 4^e secondaire. L'activité a été développée pour se dérouler sur une durée de 3 à 4 périodes de 75 minutes chacune. Elle a également été testée avec deux jeunes d'âge secondaire, mais n'a pas été testée dans un contexte de classe.

Dans le cadre de cette activité, les élèves iront en forêt ou dans un autre milieu riche en espèces diverses pour étudier une population donnée. Pour une école comportant plusieurs classes de 4^e secondaire de ST, chaque groupe-classe pourrait choisir une espèce particulière lors de la prise des données et les données de chaque groupe pourraient être jointes aux autres. Ainsi, plusieurs espèces pourraient être étudiées. Pour une école plus petite, ou si un seul groupe participe à l'activité, il est possible de diviser le groupe en équipes et d'attribuer une espèce à chacune de celle-ci.

Lors de la phase préparatoire, les élèves font un remue-méninge sur les différentes populations qui pourraient être observées lors de leur sortie et préparent un formulaire à remplir lors des observations. Cette préparation peut durer de 30 à 75 minutes selon le milieu qui sera observé.

Lors de la phase de réalisation, les élèves observeront les populations choisies sur le territoire prédéterminé. Chaque observation sera inscrite dans le formulaire. On peut compter une période de 75 minutes pour une prise de données riche et suffisante pour l'analyse. La réalisation se poursuit par l'analyse des données récoltées. Selon le groupe-classe, il faut prévoir une période de 30 à 75 minutes pour analyser les données. L'utilisation d'un SIG, de façon électronique, permettra aux élèves d'étudier la densité et la distribution d'une espèce sur un territoire précis. Dans cette activité, le territoire donné est défini par la superficie couverte par la prise de données. Les données présentées sur la carte géographique aident à visualiser ces concepts. Différents logiciels peuvent être utilisés pour analyser les données. Ces logiciels sont présentés dans le [guide de l'enseignant.e](#) que j'ai préparé.

La phase d'intégration commence par un réinvestissement des connaissances antérieures et des connaissances acquises par cette situation d'enseignement-apprentissage. Quelques questions peuvent être présentées aux élèves pour les amener à réfléchir au sujet des types de distribution, les éléments qui peuvent influencer la distribution d'une population et comment calculer la densité d'une population. Cette phase d'intégration peut durer de 30 à 45 minutes. Il est également possible d'amener les élèves à approfondir leurs apprentissages en

Les différentes étapes de l'utilisation des SIG en classe

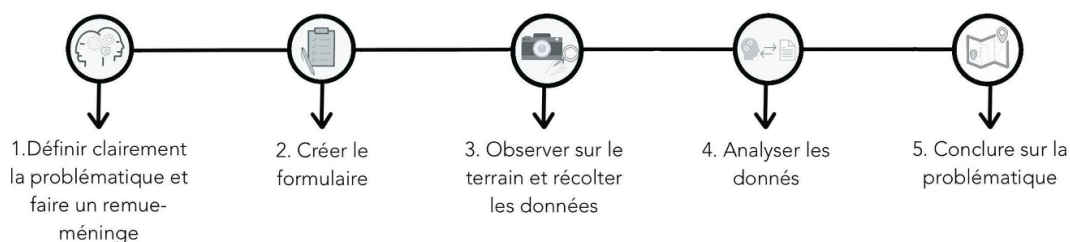


Figure 2

intégrant une façon de communiquer leurs résultats. Que ce soit par l'écriture d'un rapport de recherche, une communication orale scientifique ou une modélisation de la distribution de la population étudiée, la phase d'intégration peut être bonifiée si le temps le permet.

Vous trouverez également le guide [Étudier des populations](#), destiné aux élèves.

Les différentes étapes de l'utilisation des SIG en classe

On constate que les démarches d'observation qui s'appuient sur les SIG en classe (comme les deux exemples présentés précédemment) suivent souvent une démarche semblable. Je vous présente donc cette démarche de façon plus détaillée dans les paragraphes qui suivent. Les logiciels proposés, tels que Survey123 et Map Viewer, sont tous des composantes d'ArcGIS. La création d'un compte est nécessaire pour pouvoir utiliser les logiciels, mais elle est gratuite pour les enseignants et enseignantes et les élèves du milieu éducatif québécois. Comme les logiciels sont pensés pour l'utilisation dans un contexte d'enseignement, ils sont sécuritaires pour les élèves.

La problématique et le remue-méninge

La présence d'une problématique bien définie est essentielle pour l'utilisation des SIG en classe. Cette étape permet de poser le problème et l'objectif poursuivi par l'activité ou la séquence d'enseignement-apprentissage. Il est donc important de proposer aux élèves une problématique pertinente et significative pour augmenter leur engagement et leur intérêt (Galand et Tobaty, 2022). La problématique pourrait même être proposée par les élèves à la suite d'observations faites en lien avec un problème environnemental, par exemple.

Une fois la problématique présentée et les éléments contextuels mis en place, un remue-méninge est fait avec les élèves. Le remue-méninge sert à réfléchir aux différents éléments de la problématique qui pourraient être observés lors de la sortie et qui devraient donc se retrouver dans le formulaire. Dans l'activité proposée lors de l'atelier au congrès de l'AESTQ, *Quels sont ces déchets ?*, le remue-méninge est utilisé pour déterminer

les types de déchets qui pourraient être observés lors de la sortie à l'extérieur, mais d'autres questions pertinentes sont également posées en lien avec les déchets et avec le mobilier urbain. Par exemple, les élèves pourraient se questionner sur la nature du déchet et de la présence de poubelles près de l'endroit où le déchet a été observé. Ce remue-méninge permet donc de cibler les différents éléments à prendre en note dans le formulaire que les élèves créeront avec l'enseignant ou l'enseignante, mais également l'ordre logique des questions présentées dans le formulaire. L'utilisation de sous-questions aide à cibler les questions pertinentes en lien avec un type d'observation précis.

Le formulaire

La création du formulaire est la deuxième étape importante lorsque l'on décide d'utiliser les SIG dans l'enseignement de manière active. Survey123 est utilisé pour créer le formulaire, puisqu'il s'agit d'un logiciel qui permet la conception d'enquête de type questionnaire. Les données sont consignées de façon à pouvoir faire une première analyse directement dans ce logiciel et de les intégrer géographiquement dans Map Viewer par la suite. Ce deuxième logiciel permet le traitement des données à l'aide de la localisation géographique. Les éléments du remue-méninge sont utilisés pour créer le formulaire sous forme de questions utiles pour la prise de données. L'utilisation de Survey123 peut sembler intuitive pour plusieurs, mais le [tutoriel explicatif](#) répondra à certains questionnements. Un seul formulaire pour le groupe-classe peut être utilisé, puisque les données récoltées sont mises automatiquement en commun. Les données recueillies seront ainsi plus nombreuses, ce qui facilitera leur analyse.

Une fois créé, le formulaire sera accessible facilement de deux façons : 1) directement en ligne, ou 2) à partir de l'application Survey123. L'utilisation d'un appareil connecté à Internet enregistre et envoie les données récoltées automatiquement. Si le formulaire est rempli à l'aide de l'application sur un appareil hors ligne, chaque entrée du formulaire est enregistrée dans la boîte d'envoi et les données seront téléchargées lorsque l'appareil se connectera au réseau Internet.

L'observation

Pour la troisième étape, qui consiste en l'observation sur le terrain et la prise de données dans le formulaire, il est important de délimiter une zone à observer pour encadrer les élèves. L'encadrement dépendra de l'âge des élèves, du nombre d'accompagnateurs et de la zone visée. Comme toute sortie en nature ou à l'extérieur de la classe, il est important d'avoir en tête les consignes de sécurité pour que l'activité se déroule sans embûches.

Lors de l'étape d'observation, les élèves sortent sur le terrain et observent les éléments importants reliés à la problématique définie. Lorsqu'un élément observé répond aux critères d'observation, les élèves remplissent le formulaire pour récolter les données qui seront utiles lors de l'analyse des résultats.

L'analyse des résultats

Une fois les observations faites, il est possible de revenir en classe et d'analyser les résultats à l'aide de différents logiciels. Directement dans le logiciel du formulaire, un premier traitement des données peut être fait. Celles-ci sont présentées sous forme de diagramme et en pourcentage. Il est possible de sélectionner seulement quelques questions et leurs réponses respectives pour traiter les éléments liés à un même concept. Le traitement des données peut donc être fait en multidisciplinarité ou en interdisciplinarité. L'utilisation d'un SIG permet de traiter les données sur la carte géographique, ce qui les localise géographiquement. Pour ce faire, la visionneuse de carte Map Viewer est utilisée. Les données sont transférées par l'ajout d'une couche qui est sélectionnée dans le contenu de votre compte ArcGIS.

Une fois les données transférées sur la carte, elles peuvent être traitées de façon à les distinguer à l'aide de couleurs ou de

formes différentes sur la carte. Selon la problématique présentée et l'objectif poursuivi, le traitement des données va permettre aux élèves de réfléchir et de tenter d'expliquer le phénomène observé et les différents concepts scientifiques à l'étude. L'analyse des résultats et les réflexions qui l'accompagnent vont donc varier selon l'activité ou la séquence d'enseignement-apprentissage. Un [tutoriel explicatif](#) est également disponible pour MapViewer.

La conclusion

L'analyse des résultats amène les élèves à conclure sur la problématique. Selon l'activité proposée, la conclusion peut facilement s'inscrire dans une démarche de construction d'opinion ou amener les élèves à développer la compétence reliée à la communication à l'aide du langage scientifique ou technologique.

Conclusion

Comme Arabelle Sauvé nous l'a démontré lors de son atelier *Quels sont ces déchets?* lors du 55^e congrès annuel de l'AESTQ, les SIG s'intègrent facilement à un cours de science et technologie. L'utilisation des SIG peut rendre les apprentissages plus significatifs pour les élèves, puisqu'ils travaillent sur une problématique concrète et collectent les données directement sur le terrain. De plus, l'utilisation des SIG est peu coûteuse et demande peu de matériel.

Pour conclure, il est important de prendre en considération les consignes de sécurité lors des sorties à l'extérieur avec les élèves. Bien que les activités proposées ne comportent pas de dangers apparents, la sécurité des élèves reste une priorité. L'AESTQ vous propose un [guide en santé et sécurité](#) qui pourrait être utile pour planifier une telle sortie. ■

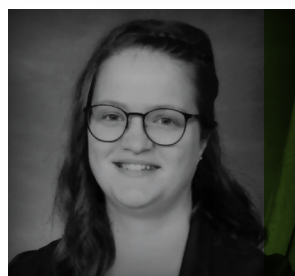
RÉFÉRENCES

Galand, B. et Tobaty, A. (2022). Comment soutenir l'engagement des élèves dans leurs apprentissages? *Administration & Éducation*, 175(3), 115-115. <https://doi.org/10.3917/admed.175.0115>

Ministère de l'Éducation. (2001). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement primaire*. Gouvernement du Québec.

Ministère de l'Éducation du Loisir et du Sport du Québec [MELS]. (2007). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire*. Gouvernement du Québec.

Sauvé, A. (2022). *Quels sont ces déchets? Initiation à la collecte et l'analyse de données* [communication orale]. 55^e congrès de l'AESTQ, Drummondville, Québec.



CAMILLE
BINGGELI

Évaluation d'une formation pour des pratiques enseignantes équitables en STIMⁱ (sciences, technologies, ingénierie et mathématiques)

Anne Roy, professeure en didactiques des mathématiques au Département des sciences de l'éducation, Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR), Louise Lafortune, professeure émérite, UQTR, Jade Brodeur, professionnelle de recherche en sociologie, Chaire pour les femmes en sciences et en génie (CFSG), Université de Sherbrooke, Eve Langelier, professeure titulaire, Faculté de génie, Titulaire de la Chaire pour les femmes en sciences et en génie, Université de Sherbrooke.

Un faible bagage en matière d'équité sociale du personnel enseignant n'aide pas les jeunes filles à s'intéresser aux STIM. Les stéréotypes de genre véhiculés depuis quelques décennies sont d'ailleurs une des raisons du manque de filles dans plusieurs domaines en STIM (Lafortune et al., 2022; Loose, Belghiti-Mahut et Lafont, 2021). Des mythes et des préjugés véhiculés par le personnel enseignant contribueraient également au manque d'intérêt des filles pour les sciences et le génie. Pour encourager un enseignement des mathématiques, des sciences et de la technologie plus équitable, nous avons exploré un projet de formationⁱⁱ pour faire la promotion des STIM auprès des jeunes, filles et garçons, en préconisant une équité sociopédagogiqueⁱⁱⁱ pour la réussite de tous et de toutes. En s'attardant à la dimension de genre, cette formation mettait l'accent sur la perspective féministe et l'aspect réflexif de l'enseignement utilisant une approche didactique et philosophique (Roy, 2005, 2010). Le projet comportait 25 enseignantes et enseignants du secondaire provenant du Québec, du Nouveau-Brunswick et de l'Ontario. Au Québec, il y avait aussi du personnel enseignant œuvrant en première année du cégep (niveau préuniversitaire, 13^e et 14^e année d'étude). Cette formation s'est déroulée sur une période de six semestres scolaires entre septembre 2016 et décembre 2019, en excluant les semestres d'été. Chaque nouvelle année scolaire, des personnes participantes pouvaient s'ajouter ou se retirer de la formation. Deux ans après la fin de la formation, un sondage a été réalisé afin de connaître son impact sur les pratiques enseignantes en STIM. Dans ce texte, le cadre conceptuel et la méthodologie utilisés sont d'abord présentés et ensuite les résultats du sondage sont abordés, lesquels se déclinent en quatre catégories exprimant les facilités et les difficultés relevées dans ces pratiques.

Cadre conceptuel : Équité sociopédagogique et approche didactique et philosophique

Le concept d'équité sociopédagogique a servi de cadre conceptuel pour analyser les pratiques enseignantes des personnes participant au projet. Une équité sociopédagogique tient compte du contexte social. Les élèves, filles et garçons, sont alors considérés comme étant des êtres humains à part entière au-delà de la dimension scolaire. Le concept d'équité sociopédagogique est guidé par les six principes suivants : 1) une ouverture aux différences cognitives, métacognitives, sociales, affectives et culturelles ; 2) une considération de la diversité comme un appui à l'apprentissage ; 3) une conviction que les filles détiennent toutes les capacités nécessaires pour réussir en STIM ; 4) une remise en question des stéréotypes et des préjugés associés à la capacité des filles de réussir en

STIM ; 5) un évitement de la catégorisation, de l'étiquetage et de la généralisation et 6) une ouverture à la pratique réflexive-interactive (Lafortune, 2006, 2014, 2015, 2019; Lafortune et Landry, 2018).

L'approche didactique et philosophique met de l'avant une pratique réflexive centrée sur des discussions pédagogiques à visée philosophique (DPVP) à propos des pratiques enseignantes. C'est dans le cadre de DPVP que les personnes participantes ont été invitées à se questionner de manière critique à propos de leurs pratiques pédagogiques afin qu'elles tiennent compte de la situation des filles dans les cours de sciences, technologies, ingénierie et mathématiques. Par exemple, les deux questions suivantes ont été soulevées dans les DPVP : 1) *Est-ce que des travaux réalisés avec intégrité par des femmes en mathématiques, sciences ou technologie font l'objet de débats avec les élèves lors de leur apprentissage des STIM ?* 2) *Considérant le travail déjà fort exigeant dans le domaine des*

STIM, la charge mentale qu'engendre la gestion d'une famille, traditionnellement attribuée aux femmes, joue-t-elle sur la carrière de celles-ci ? Ces DPVP ont été réalisées de manière asynchrone en communautés virtuelles de recherche selon une démarche en trois étapes sur un cycle de trois semaines et reprises en boucle durant chaque année de formation : 1) une mise en situation publiée sur un forum ; 2) le choix d'une question à visée philosophico-pédagogique et 3) des échanges à partir de la question choisie.

Méthodologie

Huit personnes ayant participé à la formation ont pris part au sondage. Puis trois d'entre elles ont accepté de participer à une entrevue individuelle durant l'automne 2021. Leurs disciplines respectives étaient en informatique et en génie électrique au cégep ainsi qu'en mathématiques et en sciences au secondaire.

Le sondage comportait dix questions. Ces dernières visaient à déterminer ce que les personnes participantes avaient conservé comme idées, stratégies ou adaptations dans leurs pratiques enseignantes à la suite de la formation. L'entrevue individuelle semi-dirigée a permis d'approfondir les réponses au sondage. L'analyse de contenu a servi à faire émerger la signification des énoncés du sondage et des entrevues. Un travail interjuge réalisé par trois autrices de ce texte a permis de regrouper des thèmes en quatre catégories mettant en évidence les facilités et les difficultés pouvant être vécues par les personnes participantes dans leurs pratiques enseignantes à la suite de la formation.

Résultats

Catégorie 1 : Perceptions positives de la qualité de la formation reçue en lien avec l'équité sociopédagogique

Dans le sondage, une majorité de personnes participantes disent utiliser des stratégies pédagogiques en lien avec la formation reçue à propos de l'équité pédagogique. Nous recensons que 75 % d'entre elles soulignent utiliser souvent ou très souvent des stratégies pédagogiques pour tenir compte de la diversité de leurs élèves comme : présenter des situations d'apprentissage inclusives visant autant la diversité de genre que la diversité culturelle ; adapter l'enseignement selon différentes situations ; favoriser l'usage de technologies en laboratoire pour que la science devienne accessible à chaque élève et réutilisable à la maison ; amorcer des discussions afin que tous et chacune expriment leurs idées.

Dans cette catégorie, l'analyse des entrevues montre que la plupart ont gardé une perception positive de cette formation favorisant l'équité sociopédagogique qui se manifeste par :

- 1) un accroissement du réflexe à utiliser des stratégies pédagogiques d'équité en classe ou à revoir ses propres pratiques ;

- 2) un accroissement de la prise de conscience de ce qu'est un préjugé dans différents actes pédagogiques et une meilleure compréhension du vocabulaire lié à l'équité sociopédagogique ;
- 3) un accroissement des discussions entre collègues à propos des stéréotypes véhiculés sur la réussite des élèves dans les domaines des STIM où certaines personnes participantes disent avoir appris à exprimer leur point de vue.

Catégorie 2 : Stratégies pédagogiques utilisées qui favorisent l'équité sociopédagogique

Dans le sondage, 50 % des personnes répondent avoir fait des transformations ou des adaptations dans leurs pratiques enseignantes pour intervenir de manière équitable auprès de leurs élèves. Ces pratiques consistent, entre autres, à écouter davantage le verbal et le non-verbal des élèves, à choisir des exemples en fonction de leurs intérêts et de leur culture, à prioriser des équipes mixtes dans différents projets, à proposer des situations d'apprentissages différenciées pour tenir compte de l'hétérogénéité des groupes et à diversifier les études de cas pour qu'elles soient le moins genrées possible, ce qui veut dire une plus grande conscience de la toxicité des stéréotypes rigides de genres pour différencier les femmes des hommes.

Quatre stratégies se dégagent de cette deuxième catégorie :

- 1) une adaptation des exemples donnés en classe pour l'inclusion de chaque élève peu importe son genre ;
- 2) l'utilisation d'une pédagogie réflexive et métacognitive en s'interrogeant sur leurs interprétations des façons de faire de leurs élèves si elles sont différentes des leurs, en portant un regard sur l'influence de leurs pratiques pédagogiques sur leurs élèves ;
- 3) l'utilisation d'une communication inclusive (écrite et orale) en utilisant un langage épiciène dans leurs cours lorsqu'il y a une mixité dans le groupe ;
- 4) la considération des élèves comme des personnes à part entière lorsque le personnel enseignant enseigne aux mêmes élèves ou que les classes sont moins nombreuses, car dans ce dernier cas, le temps accordé à chaque élève est plus grand.

Catégorie 3 : Difficultés liées à l'intégration des stratégies pédagogiques dans les domaines des STIM

La troisième catégorie montre des difficultés liées à l'intégration de stratégies pédagogiques dans les domaines des STIM comme : 1) la lourdeur de la tâche enseignante où des personnes participantes voudraient bien tenir compte de l'hétérogénéité de leurs élèves, mais leur tâche est trop lourde ; 2) l'exclusivité masculine de certains groupes dans des domaines comme en technique de génie mécanique complexifie l'intégration

de stratégies sociopédagogiques. Le manque de temps ou la lourdeur de la tâche sont souvent invoqués pour expliquer la non-utilisation de certaines stratégies, pourtant, plusieurs d'entre elles s'intègrent dans l'enseignement régulier et exigent seulement des ajustements dans la préparation de cours. Les plans de cours, les notes de cours ou les exemples donnés en classe peuvent être préparés dans ce sens. De plus, même en présence d'un groupe exclusivement masculin, il est profitable par exemple d'utiliser un langage épique, car des femmes peuvent intégrer ces domaines (Lafortune et. al., 2022).

Catégorie 4: Entraves à l'équité sociopédagogique

L'analyse du contenu des entrevues met en évidence que des entraves à l'équité sociopédagogique subsistent encore chez des personnes participantes. Ces entraves se manifestent principalement sous quatre formes :

- 1) s'exprimer par des généralisations abusives lorsqu'il est question de qualifier l'apprentissage des filles ou des garçons en considérant les filles et les garçons comme formant des groupes homogènes;
- 2) percevoir les élèves issus de l'immigration comme étant moins bons cognitivement que les autres élèves;
- 3) ne pas reconnaître la présence de biais inconscients en croyant notamment que l'âge peut nuire aux compétences réflexives des élèves;
- 4) considérer que les filles se sentent toujours moins bonnes que les garçons dans les domaines des STIM.

Conclusion

À la lumière de cette analyse, vraisemblablement, la formation a permis de conscientiser plusieurs personnes participantes à une pratique enseignante dans une perspective d'équité

sociopédagogique et de modifier certaines pratiques enseignantes en utilisant des stratégies favorisant l'équité sociopédagogique. Ces stratégies, bien qu'elles ne soient pas utilisées intégralement par toutes les personnes, ont des similitudes avec certains principes de l'équité sociopédagogique (Lafortune, 2006, 2014, 2015, 2019) qui consistent à :

- 1) adapter des exemples pour l'inclusion des élèves;
- 2) utiliser une pédagogie réflexive et métacognitive;
- 3) communiquer de manière inclusive;
- 4) considérer les élèves comme des personnes à part entière contribuant à un enseignement équitable dans les domaines liés aux STIM.

L'analyse des données du sondage rapporte toutefois qu'à la suite de la formation, des personnes participantes trouvent encore difficile d'intégrer dans leur pratique, des stratégies sociopédagogiques d'équité, considérant la lourdeur de leur tâche enseignante et l'exclusivité masculine dans plusieurs disciplines techniques liées aux STIM. De plus, il subsiste toujours des entraves à l'équité sociopédagogique chez les personnes participantes, lesquelles se manifestent notamment par des généralisations abusives et des biais inconscients à propos de l'apprentissage des sciences chez les filles et les garçons et de la capacité cognitive des élèves issus de communautés ethniques et culturelles différentes. Ces difficultés et entraves sont également identifiées par d'autres études rapportées dans le manifeste de Lafortune, Groleau, Deschênes et 39 autres auteurs (2022) comme étant un frein à un renouvellement des pratiques enseignantes. Cela signifie que des formations sur l'équité sociopédagogique sont encore nécessaires. Qui plus est, la perspective intersectionnelle devrait être ajoutée à de futures formations de manière plus intensive pour tenter d'éradiquer les entraves qui persistent encore au sujet de l'âge des élèves et de l'origine des élèves issus de communautés culturelles différentes et autochtones, le tout dans une perspective d'équité, de diversité et d'inclusion (EDI). ■

ⁱ Pour ne pas alourdir le texte, nous écrivons «Pratiques enseignantes en STIM», en sachant qu'il s'agit de pratiques enseignantes touchant des disciplines reliées aux STIM.

ⁱⁱ Projet subventionné par le programme Promoscience du Conseil de la recherche en sciences naturelles et en génie (CRSNG).

ⁱⁱⁱ Pour en savoir plus sur l'équité sociopédagogique, consulter Lafortune (2006; 2019).

RÉFÉRENCES

- Lafortune, L., Groleau, A., Deschênes, C. et 39 autres auteures. (2022). *Manifeste à propos des femmes en STIM: 50 textes positifs et percutants*. Éditions JFD.
- Lafortune, L. (2019). Equidad sociopedagógica en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (CTIM). Dans L. Lafortune, V. Páez Pérez y A. Roy (bajo la dirección), *Enfoque de género para lograr más equidad* (p. 91-116). Mapalé.
- Lafortune, L. avec la collaboration de Lise Gervais, Anne St-Cerny, Berthe Lacharité et Danielle Fournier. (2015). *Accompagnement-formation d'une pratique réflexive-interactive féministe: le cas de Relais-Femmes*. Presses de l'Université du Québec.
- Lafortune, L. (2014). Des perspectives pédagogiques pour plus d'équité dans l'apprentissage des STIM: des actions dans une mixité scolaire. Dans A. Roy, D. Mujawamariya et L. Lafortune (dir.), *Des actions pédagogiques pour guider des filles et des femmes en STIM. Sciences, Technos, Ingénierie et Maths* (p. 157-170). Presses de l'Université du Québec.
- Lafortune, L. (2006). Vers une équité sociopédagogique: des élèves dans une collectivité. Dans P.-A. Doudin et L. Lafortune (dir.), *Intervenir auprès d'élèves ayant des besoins particuliers. Quelle formation à l'enseignement* (p. 205-223). Presses de l'Université du Québec.
- Lafortune, L. et Landry, R. (2008). Vers le leadership des femmes en STIM. Une perspective d'équité sociopédagogique. Dans L. Lafortune, C. Deschênes, M.-C. Williamson et P. Provencher (dir.), *Le leadership des femmes en STIM. Sciences, Technologies, Ingénierie et Mathématiques* (p. 9-25). Presses de l'Université du Québec.
- Loose, F., Belghiti-Mahut, S., et Lafont, A.-L. (2021). L'informatique, c'est pas pour les filles! : impacts du stéréotype de genre sur celles qui choisissent des études dans ce secteur. Dans *32^e Congrès de l'AGRH*, Paris.
- Roy, A. (2010). *Vers un modèle didactique favorisant une pensée réflexive chez des étudiants-maîtres dans le domaine de l'éducation mathématique*. Actes du colloque du Groupe des didacticiens des mathématiques (p. 90-99). Moncton, Canada.
- Roy, A. (2005). *Manifestation d'une pensée complexe chez un groupe d'étudiants-maîtres au primaire à l'occasion d'un cours de mathématiques présenté selon une approche philosophique* [thèse de doctorat inédite, Université du Québec à Montréal].



ANNE
ROY



LOUISE
LAFORTUNE



JADE
BRODEUR



EVE
LANGELIER