

Spectre

Volume 49 / numéro 3 / mai 2020

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



LUC TREMBLAY

Lauréat du prix

Raymond-Gervais 2019

Catégorie collégial/universitaire



aestq

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

Les webinaires de l'AESTQ

Prochains webinaires

► 19 mai 2020 à 11 h

Faire de l'astronomie à la manière des astronomes : l'apprentissage des phases de la Lune par l'observation et la modélisation avec Pierre Chastenay et François Guay-Fleurent

► 21 mai 2020 à 11 h

Une serre quatre saisons sans dépense énergétique? Elle existe à l'École de St-Marc! avec Nancy Trottier

► 27 mai 2020 à 11 h

La place des sciences dans la société québécoise - Discussion avec le scientifique en chef du Québec, monsieur Rémi Quirion

► 28 mai 2020 à 11 h

LMicroscopes en milieu scolaire : les conseils pour l'entretien rapide et la réparation avec Guillaume Tixier



Inscriptions et accès aux enregistrements
aestq.org/webinaires

En collaboration avec :

ÉCOLE
EN RÉSEAU

Québec

Fonds de recherche – Nature et technologies
Fonds de recherche – Santé
Fonds de recherche – Société et culture

Sommaire

Spectre / volume 49 / numéro 3 / mai 2020

INFO-AESTQ

Spectre, votre revue professionnelle - Résultats du sondage effectué à l'automne 2019 5

RUBRIQUE PRATIQUE

Un aspect de la classe inversée : Conseils pratiques pour réaliser des vidéos éducatives 12

La discussion en classe de S&T : une stratégie d'aide à l'apprentissage 24

RUBRIQUE PROFIL

Portrait de Luc Tremblay - Un enseignant inspirant et passionné de l'enseignement de la physique : Lauréat du prix Raymond-Gervais 2019, catégorie collégial/universitaire..... 9

Solange Cloutier, dans son élément : Lauréate du prix Gaston-St-Jacques 2019..... 35

RUBRIQUE RECHERCHE

L'apprentissage par problèmes pour éveiller les jeunes enfants aux sciences..... 21

RUBRIQUE RÉFLEXION

La pièce *J'aime Hydro* en classe de technosciences 16

Regards sur le nouveau Système international d'unités 27

CHRONIQUE LE CAHIER DE LABORATOIRE

Le laboratoire mobile pour faciliter la réalisation de démarches scientifiques et technologiques au primaire 31

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



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

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

9601, rue Colbert
Anjou, Québec H1J 1Z9
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
François Thibault

Comité de rédaction
Geneviève Allaire-Duquette / Isabelle Arseneau / Jean-Philippe Ayotte-Beaudet / Caroline Cormier / Mathieu Riopel

Comité de lecture
Marie-Claude Beaudry / Martin Brouillard / Éric Durocher / Thomas Fournier / Alexandre Gareau / François Guay-Fleurent / Annick Lafond / Martin Lahaie / Claudine Laplante / Kassandra L'Heureux / Claude-Émilie Marec

Auteurs et autrices
Édith Allard / Isabelle Arseneau / Bénédicte Boissard / Conseil d'administration du Fonds du Prix annuel / Caroline Cormier / Ghislain Granger / Audrey Groleau / Caroline Guay / Yvon Lapointe / Marie-Claude Nicole / Vincent Richard / Bruno Voisard

Crédit photo pour la photo de monsieur Tremblay en couverture
Alexandre Guay, photographe

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 : 2^e trimestre 2020, ISSN 0700-852X



Mot du président par intérim

Tous ceux et celles qui ont eu, dans les dernières semaines, à s'installer devant une page blanche pour s'adresser à des proches, des amis ou des collègues comprendront comment il est difficile de trouver les mots pour le faire. Mais voilà, bien qu'elle ne datait que de quelques semaines, la première version de ce mot semblait avoir été écrite à une autre époque. Revenir sur le projet de loi 40 et ce qu'il pourrait vouloir dire pour l'AESTQ me semblait bien futile à cette époque de bouleversement planétaire...

Cela étant, la Terre continue son perpétuel périple autour du Soleil et se plonger dans la lecture de Spectre est une façon meilleure que bien d'autres de se changer les idées. C'est un peu pour cette raison que j'ai décidé d'y aller d'un mot qui tente de faire ressortir un peu de positif et de souligner toute la place que la science prend, récemment, dans la sphère publique.

Ma mémoire de (relativement) jeune enseignant ne me permet pas de me rappeler avoir vu la science aussi présente dans les grands médias. Même chose pour les scientifiques de divers horizons qui sont, jour après jour, dans nos écrans. C'est, avouons-le, assez rafraîchissant, de voir autant de connaissances scientifiques vulgarisées et présentées à tous. Il aurait été tellement intéressant de savoir combien de nos élèves connaissaient la différence entre un virus et une bactérie, l'année dernière, à pareille date!

Voir un gouvernement qui semble à l'écoute des scientifiques et des experts œuvrant dans les domaines des sciences de la santé, des sciences biologiques et des autres domaines scientifiques qui permettent de mieux comprendre cette pandémie est aussi fort encourageant. Pour ceux qui enseignent la science, ce n'est rien de nouveau, mais ce n'est pas toujours ce qui se fait en temps normal.

Je ne peux faire autrement que de voir positivement toute cette exposition à la science. Mon côté optimiste me pousse à dire que nous verrons peut-être un engouement renouvelé pour notre domaine d'enseignement de la part des élèves, étudiants, étudiantes, décideurs et décideuses.

Peu importe que nous soyons enseignants ou enseignantes au primaire, au secondaire, que nous soyons TTP, CP, professeurs ou professeures au collégial ou à l'universitaire, une chose est certaine : nos élèves, nos étudiants et nos étudiantes ont et auront besoin de nous dans les semaines et les mois à venir. Nous avons cette chance de, peut-être, comprendre un peu plus que d'autres ce qui se passe. Utilisons cet esprit scientifique qui nous caractérise pour les accompagner et les aider à le développer, eux aussi, à leur tour.

L'Humain, comme toujours, cherche des réponses et des explications à ce qui se passe autour de lui en période trouble. On dirait bien que, cette fois-ci, c'est vers la science qu'il se tourne pour les trouver et je ne peux qu'en être rassuré.

Prenez soin de vous et de vos proches et j'espère, de tout cœur, avoir la chance de vous croiser le plus rapidement possible. Peut-être que nous nous saluerons simplement autrement que par une poignée de main...



Dany Gravel,
Président par intérim de l'AESTQ,
Enseignant de science et technologie
École secondaire Pierre-de-Lestage

Spectre, votre revue professionnelle!

RÉSULTATS DU SONDAGE EFFECTUÉ À L'AUTOMNE 2019

Caroline Guay, AESTQ, avec la collaboration des membres du comité de rédaction de la revue : **François Thibault**, Université du Québec à Montréal, **Geneviève Allaire-Duquette**, Université du Québec à Montréal, **Jean-Philippe Ayotte-Beaudet**, Université de Sherbrooke, **Isabelle Arseneau**, Université Laval, **Caroline Cormier**, Cégep André-Laurendeau, et **Audrey Groleau**, Université du Québec à Trois-Rivières

En 2011, l'Association pour l'enseignement de la science et de la technologie au Québec (AEST) recueillait l'appréciation et les commentaires de ses membres et des personnes participantes à ses activités relativement à son mandat. Des questions portant sur la revue Spectre faisaient partie de ce sondage. Plusieurs changements à la revue ont découlé des résultats obtenus, notamment la création des différentes rubriques et la volonté d'offrir des contenus mieux adaptés à la réalité de son lectorat.

Huit ans plus tard, en 2019, il était grandement temps de sonder à nouveau les lecteurs et lectrices de Spectre afin de nous assurer que les changements apportés ont eu les effets escomptés et que le contenu de la revue répond bien à leurs attentes.

En 2011, 418 personnes avaient été sondées alors qu'en 2019, seulement 243 ont répondu au sondage. Nous sommes conscients que ce nombre nous invite à interpréter prudemment les résultats obtenus et à ne pas supposer qu'ils sont réellement représentatifs. Ils nous permettent tout de même de faire ressortir quelques tendances.

Des répondants de tous les horizons

Les répondants et répondantes au sondage sont, à plus de 50 %, enseignants ou enseignantes, alors que près de 30 % sont des techniciens ou techniciennes en travaux pratiques; les conseillers et conseillères pédagogiques, les étudiants et étudiantes ainsi que les personnes répondantes qui ne sont pas issus du milieu de l'enseignement formel se partagent les 20 % restant.

En ce qui a trait aux niveaux d'enseignement, la majorité des répondants et répondantes (plus de 60 %) œuvrent au niveau secondaire. Les niveaux préscolaire/primaire, collégial et universitaire sont représentés dans une proportion d'environ 10 % chacun. Le secteur de l'éducation des adultes et les

personnes sondées issues de milieux autres que celui de l'enseignement formel se séparent les 10 % restant.

La situation était semblable en 2011.

Version papier ou version numérique?

Le nombre de personnes ayant répondu au sondage et qui ne sont pas membres de l'Association a fait un bon important entre 2011 et 2019, passant de 22 à 43 %.

DEUX HYPOTHÈSES PEUVENT EXPLIQUER CE PHÉNOMÈNE : LA POPULARITÉ GRANDISSANTE DE LA VERSION NUMÉRIQUE ET LA DIVERSIFICATION DU CONTENU QUI FAVORISE LE PARTAGE DE LA VERSION PAPIER.

Historiquement, Spectre était distribué en version papier uniquement. La revue étant maintenant disponible en ligne, en libre accès, il n'est plus nécessaire d'être membre de l'AESTQ ou abonné à la revue pour accéder à son contenu. De plus, depuis 2012, la popularité de la version numérique est en augmentation importante. Le nombre de consultations des numéros thématiques, dans les trois mois suivant leur parution, qui a plus que doublé dans les dernières années (atteignant plus de 1 000 consultations ou 21 000 pages consultées), est un exemple éloquent de cette réalité.

Nous croyons également que la diversification des contenus de la revue a favorisé son partage. En proposant des articles abordant des thématiques diversifiées, Spectre rejoint maintenant un plus vaste lectorat. Un exemplaire de la revue laissé dans le local du personnel enseignant a plus de chance de trouver preneur, par exemple.

L'âge des personnes sondées a, pour sa part, augmenté significativement. Les personnes ayant moins de 35 ans représentent 18 % des répondants et répondantes (29 % en 2011), alors que celles de 35 ans et plus comptent maintenant pour 83 % (71 % en 2011).

Nous avons ajouté, au sondage de 2019, une donnée concernant l'expérience des répondants.

En 2011, 25 % des répondants et répondantes avaient une préférence pour la version papier de la revue, 39 %, pour la version numérique alors que 36 % affirmaient ne pas avoir de préférence. En 2019, ce sont seulement 8 % des personnes sondées qui favorisent la version papier, 42 % aiment mieux la version numérique alors que 51 % n'expriment pas de préférence. On note une évidente diminution des personnes favorisant la version papier seulement, mais le pourcentage de ceux et celles qui préfèrent la version numérique est stable.

Bien qu'amorcée depuis quelques années déjà, la tendance vers le numérique ne semble donc pas avoir été aussi rapide que certaines personnes l'auraient cru au début de la décennie. Ces résultats nous indiquent clairement que nous devons continuer d'offrir la revue dans ses deux versions. Nous travaillerons toutefois à publiciser et à faire connaître la version numérique, dans nos infolettres ou par des publicités dans la version papier, par exemple.

Les habitudes de lecture

Les résultats au sondage nous indiquent des modifications sur le plan des habitudes de lecture de notre lectorat et, plus spécifiquement, au chapitre de l'assiduité. Entre 2011 et 2019, la représentation des répondants et répondantes affirmant lire tous les numéros de la revue Spectre est passée de 49 à 29 %, soit une diminution de 20 %. Pour sa part, la représentation des personnes sondées affirmant lire un ou deux numéros par an est passée de 26 à 46 %. La diversification des contenus de la revue, amorcée à la suite du sondage de 2011, ne nous apparaît pas étrangère à ces habitudes de lecture.

LES PERSONNES SONDÉES SEMBLENT DE PLUS EN PLUS NOMBREUSES À LIRE LES ARTICLES RELATIFS AUX THÈMES QUI LES INTÉRESSENT PARTICULIÈREMENT.

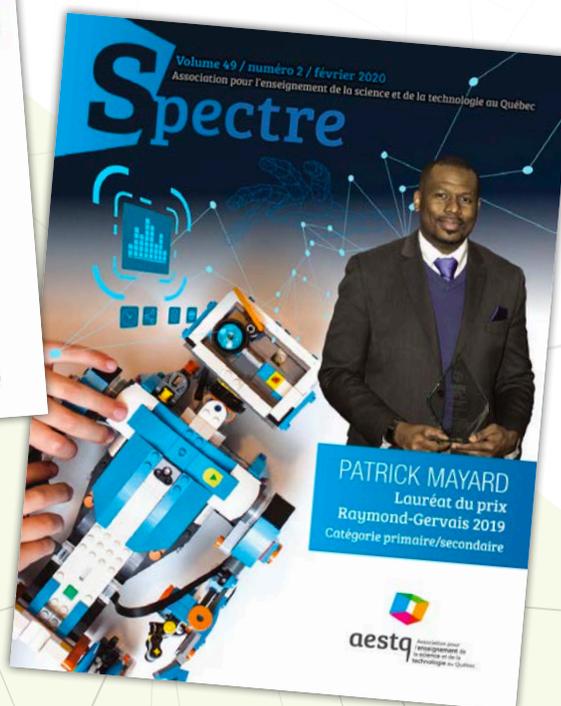
Ce sont les conseillers et conseillères pédagogiques qui lisent le plus régulièrement la revue (81 % affirment lire au moins un numéro sur deux), suivie par les enseignants et enseignantes (67 %) et par les techniciens et techniciennes en travaux pratiques (63 %). Lorsque nous nous penchons sur le niveau d'enseignement des personnes répondantes, nous remarquons que les acteurs du milieu universitaire démontrent une assiduité intéressante (50 % affirment lire au moins un numéro sur deux). Il en est de même pour les répondants et répondantes qui œuvrent au niveau secondaire.

Spectre, toujours pertinent!

Aucun changement significatif n'est apparu concernant la perception de pertinence du contenu de la revue. Tant en 2011 qu'en 2019, ce sont plus de 95 % des répondants et répondantes qui le jugent pertinent (72 %) ou très pertinent (24 %).

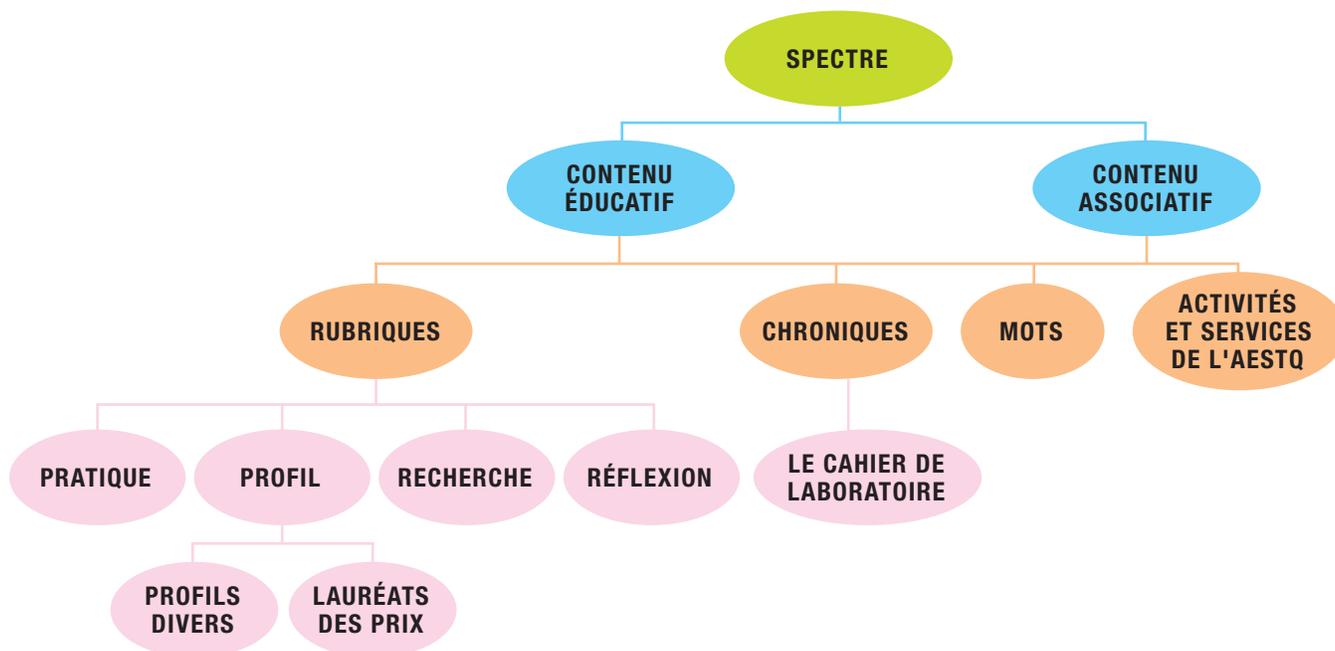


Tant en 2011 qu'en 2019, ce sont plus de 95 % des répondants et répondantes qui le jugent pertinent (72 %) ou très pertinent (24 %).



Du contenu d'intérêt

Tout d'abord, séparons le contenu de la revue en deux catégories distinctes : le contenu éducatif et le contenu associatif.



Le contenu éducatif se retrouve dans quatre rubriques, Réflexion, Profil, Pratique et Recherche, ainsi que dans la chronique Le cahier de laboratoire. L'analyse des résultats obtenus nous permet de noter une différence importante entre le niveau de l'intérêt porté aux rubriques et à la chronique et celui accordé aux présentations des lauréats des différents prix (prix Raymond-Gervais, prix Gaston-St-Jacques et concours La Relève). Nous scinderons donc le contenu éducatif en deux catégories : le contenu éducatif à proprement parler et la présentation des prix.

Suivi de très près par celui des rubriques Réflexion, Recherche, Profil, ainsi que par les informations relatives aux événements de formation de l'Association.

LE CONTENU LE PLUS APPRÉCIÉ DES RÉPONDANTS SE TROUVE DANS LA CHRONIQUE LE CAHIER DE LABORATOIRE. PARADOXALEMENT, C'EST POUR LE CAHIER DE LABORATOIRE QUE NOUS ÉPROUVONS LE PLUS DE DIFFICULTÉ À RECRUTER DES AUTEURS.

L'intérêt des enseignants, enseignantes, professeurs et professeures pour le contenu éducatif (excluant la présentation des prix) se situe à environ 70 %. Pour les techniciens et techniciennes en travaux pratiques, il atteint 80 %. La chronique Le cahier de laboratoire obtient, tant pour le personnel enseignant que technique, la meilleure note (79 % et 88 % respectivement).

Les présentations des lauréats des différents prix, le prix Gaston-St-Jacques et le concours La Relève offerts par l'AESTQ, ainsi que le prix Raymond-Gervais offert par le Fonds du prix annuel, quant à elles, obtiennent, de la part des enseignants et des enseignantes, une faible note de 47 %. Les techniciens et techniciennes en travaux pratiques leur attribuent une note de 66 %. Le personnel technique démontre toutefois une préférence marquée (76 %) pour la présentation des lauréats du prix Gaston-St-Jacques. Ce dernier prix récompense annuellement un technicien ou une technicienne en travaux pratiques. Nous continuons de croire à la pertinence d'offrir une vitrine aux lauréats et de valoriser leur travail. Toutefois, les résultats obtenus nous indiquent la nécessité de revoir le modèle de présentation et le contenu des articles.

Le contenu associatif est le canal par lequel l'Association s'adresse au lectorat de la revue Spectre : le mot de la rédaction en chef, celui de la présidence ou de la direction générale, les informations relatives aux événements de formation et aux services offerts par l'AESTQ et le rapport annuel, notamment. Ce contenu suscite bien peu d'intérêt pour les membres du corps enseignant avec une note de 42 %. Il rejoint un peu plus les techniciens et techniciennes en travaux pratiques, qui lui attribuent une note de 63 %.

L'INFORMATION RELATIVE AUX ÉVÈNEMENTS DE L'ASSOCIATION FAIT TOUTEFOIS EXCEPTION ALORS QU'ELLE OBTIENT UNE NOTE DE 68 % CHEZ LES ENSEIGNANTS ET ENSEIGNANTES ET DE 85 % CHEZ LES TECHNICIENS ET TECHNICIENNES EN TRAVAUX PRATIQUES.

L'Association continuera donc de s'adresser à son lectorat relativement à ses évènements et activités. Toutefois, à l'image des présentations des lauréats, une réflexion semble nécessaire sur la façon de le faire. Par exemple, les différents

mots n'apparaîtront plus d'emblée dans chacun des numéros de la revue. Des apparitions ponctuelles, selon les situations et les besoins, sont envisagées.

Nous constatons avec bonheur que les changements mis en place en 2011 semblent avoir porté leurs fruits. Notre lectorat apparaît satisfait de sa revue et considère son contenu pertinent. Le milieu étant en perpétuelle mouvance, il est évident que nous devons demeurer à l'affût des nouvelles réalités vécues par notre lectorat et nous y adapter. C'est pourquoi nous demeurons à votre disposition : n'hésitez pas à nous partager vos commentaires, vos idées et vos suggestions! ■

La parution des pertinents contenus de la revue Spectre est rendue possible grâce à l'engagement de nombreux bénévoles que nous tenons à remercier

COMITÉ DE RÉDACTION

- François Thibault, Université du Québec à Montréal, rédacteur en chef
- Geneviève Allaire-Duquette, Université du Québec à Montréal
- Jean-Philippe Ayotte-Beaudet, Université de Sherbrooke
- Isabelle Arseneau, Université Laval
- Caroline Cormier, Cégep André-Laurendeau
- Audrey Groleau, Université du Québec à Trois-Rivières
- Mathieu Riopel, Cégep Garneau/Centre de démonstration en sciences physiques

COMITÉ DE LECTURE

- Marie-Claude Beaudry, Université de Sherbrooke
- Martin Brouillard, Les neurones atomiques/Université du Québec à Montréal
- Thomas Fournier
- Alexandre Gareau, Université du Québec à Rimouski
- François Guay-Fleurent, RÉCIT – Service régional FGA Centre-du-Québec/Université du Québec à Trois-Rivières
- Annick Lafond, Commission scolaire des Chênes
- Martin Lahaie, Commission scolaire du Chemin-du-Roy
- Claudine Laplante, Commission scolaire des Chênes
- Cassandra L'Heureux, Université de Sherbrooke
- Claude-Émilie Marec, Université du Québec à Montréal

Nos remerciements s'adressent aussi à tous les auteurs et à toutes les autrices, trop nombreux pour en faire la liste ici, mais qui, au fil des ans, ont partagé avec vous leurs savoirs, leurs expériences, leurs réflexions!

Un enseignant inspirant et passionné de l'enseignement de la physique

LAURÉAT DU PRIX RAYMOND-GERVAIS 2019
CATÉGORIE COLLÉGIAL/UNIVERSITAIRE

Conseil d'administration du Fonds du Prix annuel de l'AESTQ

Monsieur Luc Tremblay s'est vu décerner, dans le cadre du congrès de l'Association pour l'enseignement de la science et de la technologie au Québec (AESTQ) des 17 et 18 octobre 2019, le prix Raymond-Gervais 2019 dans la catégorie collégial/universitaire, attribué par le Fonds du Prix annuel de l'Association pour l'enseignement de la science et de la technologie au Québec. C'est avec plaisir que nous vous le présentons afin de le faire connaître, en espérant que sa personne et ses réalisations pourront inspirer l'excellence en enseignement des sciences et de la technologie dans toute la profession. Nous proposerons un portrait en deux temps. Tout d'abord, nous présenterons une synthèse du dossier de candidature. Puis, nous le laisserons s'adresser de manière plus personnelle à la communauté de l'Association.

Des notes de cours primées et fertiles

Luc Tremblay enseigne la physique au Collège Mérci depuis plus de 20 ans. Après avoir utilisé en classe les manuels courants en physique, il publie maintenant ses propres notes de cours afin qu'elles cadrent mieux avec les activités vécues en classe avec ses étudiants et étudiantes. Ses notes de cours accessibles à tous sans restriction (physique.merici.ca) sont notamment consultées et appréciées par le personnel enseignant d'un peu partout dans la francophonie. Pour ces notes de cours si bien conçues, il reçoit d'ailleurs en 2014 le prix du ministre de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur. À cet effet, le témoignage d'une ancienne élève, étudiante en médecine, est éloquent : « Son matériel didactique constitue un véritable exemple pour tout professeur de sciences au collégial. Ses notes de cours sont claires, vulgarisées, illustrées et disponibles. Elles proposent plusieurs vidéos et liens intéressants pour aller plus loin dans le développement des apprentissages. »

Une approche pour des apprentissages durables

Lorsque Luc Tremblay a constaté, comme plusieurs collègues le font aussi, que beaucoup d'étudiants et d'étudiantes qui maîtrisent la résolution de problèmes numériques en utilisant les formules figent dès qu'un problème n'est pas quantitatif ou numérique. Il formule alors des questions pour mieux évaluer la compréhension conceptuelle des notions de physique, et ainsi adapter son enseignement aux difficultés précises observées dans ses classes. Grâce à la participation de ses collègues, cette banque de question continue également de croître d'année en année.



Monsieur Tremblay reçoit son prix des mains de monsieur Raymond Gervais.

Crédit photo : Alexandre Guay, photographe

En classe, son enseignement est vivant, et l'étudiante ou l'étudiant est amené à participer activement à l'apprentissage des concepts. Son humour et ses exemples souvent amusants contribuent grandement au maintien de la motivation de ses élèves.

Un enseignant engagé auprès de ses élèves et de son milieu

Ses étudiants et étudiantes lui témoignent une belle admiration, apprécient sa pédagogie et ont un rapport privilégié avec lui. Une ancienne étudiante souligne que « Luc ne compte pas ses heures pour nous aider à saisir et à maîtriser les concepts de physique. Il est toujours disponible. Les étudiants se sentent écoutés et particulièrement soutenus ».

Ses engagements envers la communauté sont multiples : responsable local de Science, on tourne!, accompagnement d'étudiants à l'occasion de visites à l'Astrolab du Mont-Mégantic, participation à l'écriture des compétences en physique de la mise à jour du programme collégial de sciences de la nature à venir en 2021, présentation d'ateliers dans des colloques, dont celui du collégial de l'AESTQ, publication d'articles dans Prof-Web, et plus encore. De plus, il n'hésite pas à contribuer à la formation de la relève en accueillant des stagiaires en enseignement collégial.

Luc Tremblay nous raconte son parcours

(En réponse aux questions du Fonds du prix annuel de l'AESTQ)

Fonds — Racontez-nous le parcours qui vous a mené de l'enfance à votre statut actuel, en mettant l'accent sur les carrefours ou sur les moments déterminants dans vos choix.

LT — Ma famille est une famille de marins depuis des générations. Jusqu'à l'âge de 15 ans environ, je voulais donc devenir capitaine. C'est alors que j'ai découvert la physique... Ce fut un véritable coup de foudre. Juste pour vous donner une idée de ma passion, je n'ai pas perdu un seul point en physique en quatrième secondaire et j'ai remporté la première place au Québec au concours préuniversitaire de physique alors que j'étais seulement en première année de cégep. J'ai donc laissé tomber la navigation pour me diriger vers une carrière en physique.

Puis vint le moment de faire de la recherche à la maîtrise et au doctorat. Je pense que tous passent par une phase de désillusion durant ces années. On se rend assez vite compte qu'on va travailler pendant des années sur un sujet que seulement quelques personnes sur la Terre vont comprendre et, bien souvent, on travaille sur un minime détail de la théorie qui semble sans véritable importance. Sans compter qu'on peut travailler pendant des années pour ensuite s'apercevoir que tout s'écroule. (Je sais bien que plusieurs avancées majeures furent faites en travaillant sur ce qui semblait des détails à l'époque, mais ça n'arrive pas très souvent.) C'est alors que j'ai décidé de devenir prof de cégep.

Après avoir bombardé tous les cégeps de c.v., j'ai été engagé par le Centre d'études collégial dans Charlevoix en 1994, même si je n'avais aucune expérience et aucune formation en pédagogie. En plus, c'était un nouveau cégep, et j'étais le seul

prof de physique. Tout était donc à faire. Trois ans plus tard, j'obtenais un poste à temps plein au Collège Mérici à Québec. Encore une fois, je suis le seul prof de physique du collège.

Fonds — Racontez-nous un moment fort de votre carrière d'enseignant.

LT — En 2011, la direction du collège a proposé d'utiliser les iPad en sciences. Chaque étudiant recevait un iPad, et l'enseignement des sciences devait s'en trouver transformé. On se doute que ce ne fut pas la révolution pédagogique, mais cela m'a amené à me lancer dans la rédaction de notes de cours (ce qui permettrait aux étudiants et étudiantes de les consulter sur leur iPad). Trois ans plus tard, les notes des trois cours de physique, ainsi que celles du cours d'astrophysique, étaient rédigées, incluant tous les exercices et les solutionnaires.

Comme les notes sont accessibles dans Internet, tout le monde peut les consulter. Elles connaissent un certain succès et elles sont maintenant utilisées dans quelques cégeps et par certains professeurs européens, surtout en Belgique et en Suisse.

Évidemment, les moments forts de ma carrière sont les récompenses associées (en partie) à ces notes. En 2014, je recevais le Prix du ministre pour les notes de mécanique. En 2017, j'ai remporté le Prix d'excellence en enseignement de la physique au secondaire et au collégial de l'Association canadienne des physiciens et des physiciennes, et je reçois maintenant le prix Raymond-Gervais de l'AESTQ.

Fonds — Relatez-nous une anecdote intéressante et parlante concernant votre fonction.

LT — Dans les années 2000, on organisait chaque année une chute de citrouilles à l'Halloween. À partir du quatrième étage du collège, on reprenait l'expérience que Galilée aurait faite du sommet de la tour de Pise, en laissant tomber, simultanément, une très grosse citrouille et une petite citrouille. On voulait alors montrer qu'elles allaient arriver au sol en même temps même si une des citrouilles est beaucoup plus massive. Notez que, dans ce cas, la friction de l'air ne change rien parce que la masse de la citrouille est presque proportionnelle à sa surface (puisque'elles sont vides.) On en profitait aussi pour laisser tomber des citrouilles pleines de crème fouettée, de Jell-O ou autres substances du genre et aussi pour laisser tomber un mannequin avec une tête en citrouille en laissant croire qu'un étudiant avait glissé du quatrième étage. Une année, la direction du collège a envoyé une invitation aux médias pour assister à l'évènement. Il ne devait pas se passer grand-chose à Québec cette journée-là puisque tous les médias (mais là vraiment tous, même les médias anglophones) de la ville se sont présentés au collège pour assister à la chute des citrouilles. Je portais mon déguisement de Galilée un peu tout croche (fait avec un vieux drap et une barbe de père Noël), et l'on a relâché les citrouilles devant cette foule de journalistes. L'évènement a été filmé et présenté dans tous les bulletins de nouvelles de la soirée. On pouvait voir au ralenti la grosse et la petite citrouille descendre du quatrième étage tout en restant bien l'une à côté de l'autre pour s'écraser à l'unisson au sol. Le lendemain, on pouvait voir des photos dans les journaux!

Fonds — Dites-nous quel genre d'élève vous étiez.

LT — Je n'étais pas un étudiant très attentif. J'imagine que ça n'allait pas assez vite et je faisais souvent autre chose pendant les cours, tout en ayant un œil sur l'endroit où l'on était rendu dans la matière. Je crois bien que mes anciens professeurs vous diraient que je dérangeais souvent en parlant avec mes voisins. Même si je donnais l'impression de ne pas trop me forcer à l'école, j'étais très studieux une fois à la maison.

Fonds — Quel message aimeriez-vous adresser à l'ensemble de la communauté de l'AESTQ? À un collègue? À un jeune enseignant?

LT — Comprendre la physique, ce n'est pas simplement utiliser des formules pour calculer. Par exemple, plusieurs étudiants et étudiantes sont capables de calculer la puissance dissipée par des résistances en série dans un circuit, mais seront incapables de vous dire, sans faire de calculs, comment change la puissance dissipée dans les résistances si l'on en court-circuite une. S'ils ne peuvent pas répondre à ce genre de questions, ils n'ont pas compris.

Il faut donc améliorer la compréhension des concepts. Une façon d'y arriver est de leur faire résoudre des questions conceptuelles dans lesquelles on ne peut pas arriver à la réponse avec des calculs. Montrez-leur un circuit électrique assez complexe avec des résistances identiques et demandez-leur de trouver quelle résistance dissipe le plus de chaleur même si l'on ne donne pas la valeur de la résistance et la tension de la source. À force de résoudre ce genre de questions, on peut espérer qu'ils comprendront davantage les concepts. Typiquement, en une session, mes élèves doivent répondre à une centaine de questions conceptuelles en équipe en classe, 175 autres dans les examens de pratique et 35 dans les examens. (Si vous voulez ces questions, elles sont toutes sur mon site La physique à Mérici. Il y en a plus de 2000.)

Notez qu'on peut aussi facilement appliquer cette méthode en chimie et en mathématique. Il existe des banques de questions conceptuelles pour ces matières, mais ce n'est pas aussi développé qu'en physique.

Fonds. Quels sont vos modèles ou vos objets d'admiration?

LT — Évidemment, je n'ai pas inventé la méthode conceptuelle en physique. J'en ai entendu parler pour la première fois en regardant une conférence en ligne donnée par Eric Mazur de l'Université Harvard. Lui aussi avait constaté que les étudiants et étudiantes ne semblaient pas comprendre les concepts, même s'ils étaient très bons pour résoudre des problèmes par calcul. Il est donc passé en mode conceptuel pour corriger cette situation et a donné de nombreuses présentations de sa méthode.

Je suis donc devenu une sorte de disciple d'Eric Mazur, bien que mes cours restent en partie magistraux.

Fonds — Qui est votre scientifique préféré? Pourquoi?

LT — Ça va sembler banal, mais mon scientifique préféré est Albert Einstein. De tous les domaines de la physique, la relativité reste le domaine qui m'excite le plus. Que ce soit la relativité restreinte ou générale, cette théorie a une élégance que j'apprécie particulièrement.

C'est encore plus passionnant quand on l'enseigne. Il faut toujours un certain temps avant que les étudiants et étudiantes comprennent que leur conception de temps est complètement changée par les découvertes d'Einstein. Je leur dis toujours, au début de cette partie de matière, que s'ils ont l'impression de comprendre, c'est qu'ils ne comprennent pas et que s'ils ont l'impression que la théorie n'a pas de bon sens, c'est qu'ils comprennent. Une fois qu'ils ont saisi, les discussions sont toujours très intéressantes.

Fonds — Y a-t-il une personne dont la rencontre a été déterminante pour vous?

LT — Je ne dirais pas que ce fut déterminant, mais avoir Jean-Guy Smith comme professeur de mathématiques en quatrième et en cinquième secondaire fut certainement inspirant. Je ne sais pas trop pourquoi, mais il me donnait vraiment le goût de me dépasser et d'en apprendre toujours plus. J'ai toujours voulu le remercier. Un énorme talent, sans prétention.

Fonds — Parlez-nous de vos élèves, de ce que vous aimez faire avec eux, etc.

LT — À Mérici, il y a environ 30 nouveaux élèves en sciences chaque année. En partant, c'est donc assez facile de les connaître tous. De plus, étant le seul enseignant de physique, j'ai ces étudiants dans les trois cours de physique, et certains peuvent aussi m'avoir comme enseignant en astrophysique, et même en calcul avancé. On développe donc une relation qui est beaucoup plus solide que celle qu'un enseignant a normalement avec ses étudiants et étudiantes dans un grand cégep. Ils connaissent bien le professeur, et le professeur les connaît très bien. Si vous voulez passer inaperçu dans vos cours, ne venez pas étudier à Mérici!

Pendant de nombreuses années, on avait aussi une ligue de hockey cosom au collège à l'heure du midi. Il y avait une équipe pour le personnel et quelques équipes étudiantes. Je jouais souvent avec les profs et j'ai aussi joué pendant quelques sessions avec les étudiants et étudiantes de sciences. Que peut-il y avoir de mieux pour créer une bonne relation prof-élève que de plaquer son prof contre un mur en jouant au hockey?

Somme toute, je crois être privilégié. Je connais très peu d'enseignants et d'enseignantes du réseau qui ont une telle relation avec les étudiants et les étudiantes. ■

Un aspect de la classe inversée :

CONSEILS PRATIQUES POUR RÉALISER DES VIDÉOS ÉDUCATIVES

Caroline Cormier et Bruno Voisard, Cégep André-Laurendeau

Introduction

La classe inversée est une méthode pédagogique populaire que nous avons implantée dans nos cours de chimie au collégial depuis 2013. Pour ce faire, nous avons produit des vidéos couvrant notre contenu, que nous faisons voir à nos étudiants et étudiantes en préparation au cours. C'est au moment de filmer tous ces contenus que nous avons rencontré notre premier obstacle : faire des vidéos prend beaucoup de temps. Toutefois, les outils technologiques pour les produire se sont grandement simplifiés au fil du temps, au bénéfice du personnel enseignant qui veut implanter la classe inversée.

Notons tout de suite que ce ne sont pas toutes les vidéos éducatives qui constituent de la classe inversée, et celle-ci n'est pas uniquement le fait de visionner des vidéos à la maison. En effet, une portion importante du dispositif de classe inversée réside dans les activités réalisées avec le groupe. Ces deux volets, les vidéos et les activités en classe, revêtent donc une importance égale dans le succès de l'implantation de la classe inversée.

Dans cet article, le premier d'une série de deux, nous vous donnerons des conseils pour réaliser des vidéos éducatives à utiliser pour inverser votre pédagogie. Dans le second, nous vous suggérerons des trucs pour employer judicieusement le temps de classe libéré par le visionnement de ces vidéos à la maison.

Rappel de ce qu'est la classe inversée

L'expression *flipped classroom*, qu'on traduit par classe inversée, a été popularisée à partir de 2012 par deux enseignants de chimie américains (Bergmann et Sams, 2016). Elle consiste à faire voir le contenu à la maison, puis à employer le temps de classe pour travailler sur des activités spécialement conçues pour la classe inversée. À strictement parler, la portion de contenu vue à la maison pourrait être couverte par des lectures dans le manuel, par exemple, mais les écrits de recherche en éducation s'entendent plutôt pour définir la classe inversée comme une nouvelle méthode pédagogique qui emploie la vidéo pour voir le contenu à la maison (Bishop et Verleger, 2013). De nombreuses recherches se sont penchées sur l'efficacité de

la classe inversée en sciences (voir par exemple O'Flaherty et Phillips, 2015). Dans notre classe, nous avons réalisé une recherche qui a démontré que la classe inversée augmente les notes en chimie organique de façon significative (Cormier et Voisard, 2018).

Comment faire des vidéos éducatives pour la classe inversée

Voici quelques conseils pour filmer, monter et diffuser en ligne trois types de vidéos particulièrement populaires chez les enseignants et enseignantes qui optent pour la classe inversée.

Saisie d'écran de présentation PowerPoint avec incrustation

Certainement la façon la plus facile de faire de la vidéo éducative, transformer une présentation PowerPoint en vidéo à l'aide d'un outil intégré dans le logiciel ne prend que quelques minutes. Il suffit de sélectionner la fonction « Enregistrer le diaporama », qu'on trouve dans le menu Diaporama du logiciel, sous le groupe Configuration. Par défaut, une incrustation vidéo prise par la webcam apparaît en bas de l'écran, comme le montre la figure 1.

Figure 1 : Vidéo faite avec PowerPoint

On peut activer ou désactiver cette incrustation. Le microphone enregistre notre voix, ce qui nous permet de discuter tout en faisant défiler les diapositives et, au besoin, d'activer la webcam

à certains moments choisis. On peut même pointer, surligner, annoter des éléments importants au fil de la narration. Lorsque c'est terminé, il ne reste qu'à exporter le fichier au format mp4, qui peut ensuite être diffusé de différentes façons, par exemple sur YouTube.

Des fonctionnalités similaires existent en environnement Apple, notamment dans Keynote. Nous ne les avons pas utilisées pour notre part, mais elles demeurent tout aussi pertinentes que celles qu'offre Windows.

Saisie d'écran d'un autre logiciel : avec la Xbox Game Bar

On peut aussi souhaiter faire une vidéo de saisie d'écran d'autre chose que de PowerPoint, par exemple si l'on souhaite enseigner l'utilisation d'un logiciel ou la façon de faire des recherches en ligne. Une façon très simple d'y parvenir est de réaliser une saisie d'écran avec une narration audio au moyen de l'application Xbox Game Bar, normalement installée par défaut dans Windows 10; sinon, elle est disponible dans le Windows Store. Cette application est conçue au départ pour montrer le déroulement d'un jeu vidéo. L'interface de la Xbox Game Bar offre l'option de saisir en vidéo ce qui se déroule sur l'écran, incluant notre pointeur, et d'enregistrer notre voix par le microphone de l'ordinateur. Quand on arrête d'enregistrer, un fichier vidéo en format mp4 est sauvegardé automatiquement sur l'ordinateur.

Prise de vue de personnes : le studio classique

Ce format de vidéo est plus classique, mais demande plus de temps de préparation, puisqu'un studio doit alors être installé (caméra, système d'éclairage et microphones). Le service d'audiovisuel des établissements pourra certainement aider les enseignants et enseignantes qui souhaitent préparer ce type de vidéo. Un article sur Profweb, que nous avons rédigé il y a quelques années, donne des conseils sur la façon de préparer les scénarios de telles vidéos (Awad, Brouillette, Cormier et coll., 2017). Il peut être intéressant, une fois l'équipement et les personnes bien installés, de travailler en équipe et de filmer deux enseignants ou enseignantes qui discutent, ce qui rend la vidéo plus dynamique. La figure 2 en offre un exemple.

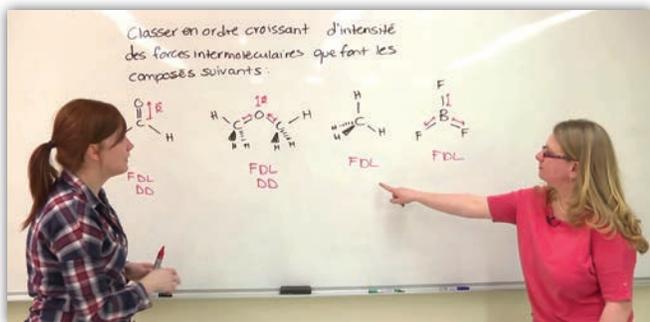


Figure 2 : Vidéo tournée avec un studio classique (en classe)

Pour les personnes qui ne veulent pas filmer leur visage, l'option de la vidéo « bras devant le tableau », comme le montre la figure 3, peut être intéressante. On peut l'utiliser pour montrer une procédure ou faire du modelage pour détailler un calcul comme si l'on était en classe.

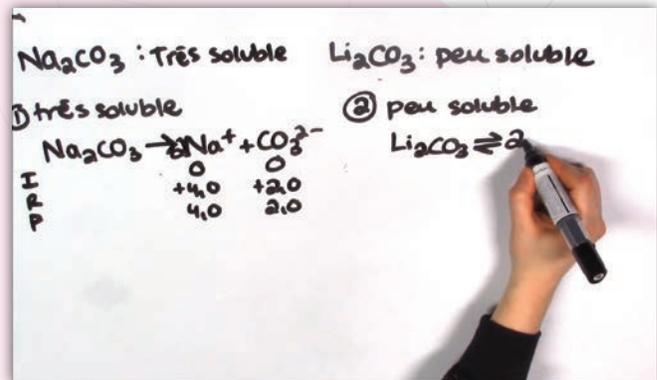


Figure 3 : Vidéo de type « bras devant le tableau »

Lorsque les séquences vidéos sont filmées, il faut souvent les monter, par exemple pour coller deux séquences l'une à la suite de l'autre ou pour retirer des éléments incorrects. Pour ce faire, l'application Photos, toujours sous Windows 10, est amplement suffisante. Après avoir créé un projet vidéo dans cette application, on y importe les séquences à monter puis on les glisse dans le scénarimage. Des outils permettent de découper et de fractionner les séquences, d'ajouter un écran de titre, de mettre du texte en surimpression, etc. Lorsque le montage est terminé, l'application génère elle aussi un fichier vidéo mp4 prêt à être diffusé.

Autres options pour la prise de vue de personnes : le cellulaire et le LightBoard

Deux méthodes permettent d'éviter de préparer un studio comme décrit plus haut chaque fois qu'on veut tourner une vidéo mettant en scène des personnes : l'une est très simple et l'autre, nettement plus complexe.

La plus simple est de filmer nos vidéos directement avec notre téléphone cellulaire. C'est une option rapide et assez efficace, si l'on respecte trois conseils : filmer à l'horizontale, utiliser un trépied et soigner la qualité sonore. Avec les années, nous avons conclu que le contenu de la vidéo est nettement plus important que sa qualité esthétique; quand on a peu de temps pour préparer une vidéo, les heures dont on dispose sont mieux employées à soigner le scénario et le contenu que la qualité cinématographique et les effets spéciaux.

À l'opposé, sur le plan du matériel, une façon très rapide de réaliser des vidéos de très bonne qualité est d'utiliser un studio *LightBoard*. Cette innovation en matière de vidéo éducative est de plus en plus populaire, mais elle nécessite un investissement financier important. Le *LightBoard*, ou tableau lumineux, consiste en un grand panneau de verre transparent à l'intérieur duquel passe de la lumière et sur lequel on peut écrire avec

des marqueurs fluorescents qui prennent une apparence lumineuse sous l'action des lumières qui éclairent le verre, comme montré à la figure 4.

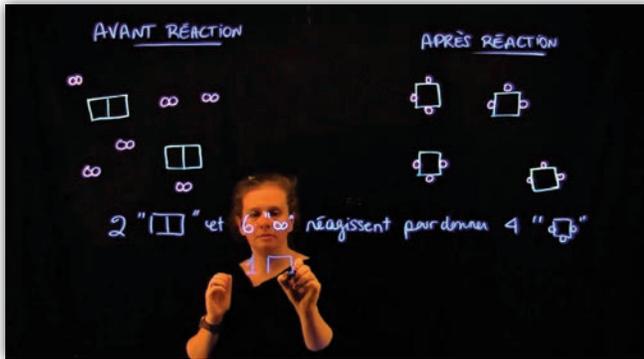


Figure 4 : Vidéo tournée avec un *LightBoard*

Une astuce logicielle permet d'inverser l'image de façon que l'écriture apparaisse dans le bon sens pour les personnes qui regardent les vidéos ainsi filmées. Le studio *LightBoard* est équipé du logiciel d'accès libre *One Button Studio*, qui simplifie l'enregistrement des vidéos : bien nommé, ce logiciel est contrôlé par un seul bouton USB qui démarre l'enregistrement de la vidéo la première fois qu'on le presse et l'arrête lorsqu'on le presse de nouveau. *One Button Studio* convertit alors automatiquement le fichier vidéo et le transfère sur une clé USB dans le format mp4, qui peut alors être directement diffusé sur YouTube (ou être importé dans un logiciel de montage comme décrit plus haut, si nécessaire). On peut constituer un studio *LightBoard* en se procurant toutes les pièces chez divers fournisseurs et en le fabricant soi-même (des conseils sont offerts sur le site Internet lightboard.info) ou alors en achetant un kit clé en main auprès d'une compagnie spécialisée (par exemple, RevolutionLightboards.com). Cette deuxième option est bien sûr moins compliquée, mais plus chère. Il reste à voir quelle façon de tourner nos vidéos éducatives est la plus adaptée et la plus accessible à nos contextes scolaires.

Conseils et lignes directrices pour des vidéos éducatives de qualité

Après ces astuces plus techniques, voici quelques conseils plus pédagogiques, tirés de notre pratique et des écrits de recherche, pour produire des vidéos dont le contenu est de qualité (adaptés de Cormier et Voisard, 2018).

D'abord, il est important de réaliser des **vidéos courtes**, en visant six minutes maximum. Cela permet de garder l'intérêt des étudiantes et étudiants et exige de s'efforcer à couvrir un seul sujet par vidéo. Cela facilite également le repérage et le visionnement par les utilisateurs et utilisatrices, au besoin. Nous conseillons aussi d'utiliser un ton informel et de **rester**

naturel, pour nourrir l'aspect affectif des vidéos, un média qui peut parfois manquer de chaleur. Ensuite, on peut **encourager la participation active** en posant des questions dans la vidéo et en incitant ceux et celles qui le visionnent à faire « pause » et à réfléchir à la réponse avant de regarder la solution. Des outils comme edpuzzle.com peuvent d'ailleurs servir à interrompre la vidéo tant que la personne n'a pas donné la réponse (à l'écran). Enfin, on recommande de varier autant que possible **les formats** de vidéo et **les formules** d'enseignement. Le modelage, les explications conceptuelles, les séquences en laboratoire peuvent constituer des formules variées permettant de maintenir l'intérêt des étudiants et étudiantes.

Comment éviter de produire ses propres vidéos?

Enfin, certains enseignants ou enseignantes pourraient préférer utiliser des vidéos trouvées en ligne pour économiser du temps. Le site alloprof.qc.ca peut d'ailleurs constituer une source intéressante de vidéos. Il faut alors nous assurer que le contenu est adéquat par rapport à notre propre cours, et cela peut nécessiter des ajustements dans le niveau ou la séquence que nous employons habituellement. Il est aussi rapporté par des enseignantes de cégep que les étudiants et étudiantes semblent préférer voir leur propre enseignant à l'écran (Rhéaume, 2018). Il demeure que, pour démarrer la classe inversée, il est préférable de pallier aux vidéos manquantes dans notre cours plutôt que d'alterner entre une pédagogie traditionnelle et une pédagogie en classe inversée, ce qui pourrait rendre plus difficile l'adhésion des groupes à cette nouvelle pédagogie. Selon une étude de McNally et de ses collaborateurs (2016), il est donc recommandé d'inverser le cours au complet, ou à tout le moins une séquence pédagogique d'une durée importante, que d'alterner entre l'enseignement traditionnel et la classe inversée.

Conclusion

La classe inversée permet de libérer du temps de classe, mais peut nécessiter de nombreuses heures de la part des enseignants et des enseignantes pour préparer les vidéos nécessaires à son implantation. Nous espérons avoir levé cette première barrière à faire la classe inversée, même partiellement, et que nos conseils vous encourageront à essayer vous aussi cette méthode pédagogique qui nous ravit et qui enthousiasme nos groupes!

Si le sujet vous intéresse, ne manquez pas le deuxième article de cette série, qui portera sur ce qu'il faut donner à faire à nos classes dans cette forme de pédagogie. ■



REMERCIEMENTS

Nous remercions François Arseneault-Hubert et Véronique Turcotte pour les images des vidéos, tirées de la chaîne YouTube : <http://www.youtube.com/c/CarolineCormierChimieCégep>.

RÉFÉRENCES

- Awad, E.W., Brouillette, Y., Cormier, C. et coll. (2017). *Planifier, réaliser et diffuser des vidéos éducatives : Lignes directrices et suggestions à l'intention des enseignants*. Profweb. Repéré à <http://www.profweb.ca/publications/dossiers/planifier-realiser-et-diffuser-des-videos-educatives-lignes-directrices-et-astuces-pour-les-enseignants>
- Bergmann, J. et Sams, A. (2016). *La classe inversée*. Repentigny, Québec : Reynald Goulet.
- Bishop, J. et Verleger, M.A. (2013). *The flipped classroom : A survey of the research*. Communication présentée au ASEE Annual Conference.
- Cormier, C. et Voisard, B. (2018). La pédagogie inversée : Une évaluation de son efficacité sur les résultats scolaires et sur l'intérêt des étudiants. *Pédagogie collégiale*, 31(3), 34-40.
- McNally, B., Chipperfield, J., Dorsett, P. et coll. (2016). Flipped classroom experiences : Student preferences and flip strategy in a higher education context. *Higher Education : The International Journal of Higher Education Research*, 73(2), 281-298. doi: 10.1007/s10734-016-0014-z
- O'Flaherty, J. et Phillips, C. (2015). The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review. *International Journal of Higher Education*. 25, 85-95. doi:10.1016/j.iheduc.2015.02.002
- Rhéaume, C. (2018). *Créer ses propres vidéos ou utiliser celles qui sont sur le web? Inverser sa classe sans y passer ses nuits*. Profweb. Repéré à <https://www.profweb.ca/publications/articles/creer-ses-propres-videos-ou-utiliser-elles-qui-sont-sur-le-web-inverser-sa-classe-sans-y-passer-ses-nuits>

La pièce *J'aime Hydro* en classe de technosciences

Isabelle Arseneau, Université Laval, Audrey Groleau, Université du Québec à Trois-Rivières¹

La pièce de théâtre documentaire *J'aime Hydro*, écrite et interprétée par Christine Beaulieu, permet d'illustrer une démarche d'enquête citoyenne autour d'un enjeu actuel à teneur technoscientifique, environnemental, économique et social, celui de la production d'hydroélectricité au Québec. La mise à contribution de cette pièce dans l'enseignement des technosciences aux niveaux secondaire, collégial et universitaire offre des perspectives intéressantes à propos de la démarche d'enquête citoyenne visant la construction d'opinion et l'action sociopolitique.

J'aime Hydro en quelques mots (et extraits)

La pièce de théâtre documentaire *J'aime Hydro*ⁱⁱ (Beaulieu, 2019), acclamée par la critique, est le fruit d'une enquête citoyenne (Pouliot, 2019) menée par son auteure, Christine Beaulieu, cherchant à répondre à la question suivante : pourquoi l'entreprise d'État Hydro-Québec continue-t-elle de construire des barrages si elle bénéficie de surplus d'électricité et qu'elle les vend à perte? Sa démarche a été entreprise à la suite d'une demande d'Annabel Soutar, figure de proue du théâtre documentaire, qui s'interroge notamment sur le projet de barrages de la rivière Romaine.

Annabel Soutar : Le sujet est devenu tellement sensible que plus personne veut en parler en public. Et moi, chaque fois que quelqu'un me dit qu'il y a une... une... une refus de parler –

Christine : *Un refus –*

Annabel Soutar : Je me dis « C'est là que je dois entrer! » Parce que c'est ça, le but de ma compagnie de théâtre : faire parler les gens quand ils pensent que c'est impossible de parler.

Christine : Ouais. En effet.

Annabel Soutar : Christine, je veux tellement aborder cette histoire tout de suite parce que c'est *crazy* qu'on ne peut pas parler ouvertement de nos rivières et de notre système de production d'électricité! Je me suis dit « Je ne peux pas laisser ça aller ». Et j'ai tout de suite pensé à toi.

Christine : Pourquoi moi?

Annabel Soutar : Évidemment, à cause que tu connais le sujet un peu.

Christine : Non. Du Tout. (p. 34-35ⁱⁱⁱ)

D'entrée de jeu, Christine, qui se conçoit avant tout comme une comédienne et une citoyenne, explique son malaise et son ignorance concernant le dossier de l'hydroélectricité. Ses premières tentatives de documentation de la situation soulèvent plus de questions que de réponses. Elle exprime de sérieux doutes quant à sa capacité à mener une telle enquête. Pourtant, en tant que Québécoise, elle ressent une certaine responsabilité à s'intéresser à la question soulevée par Annabel Soutar, car la nationalisation de l'hydroélectricité représente une étape importante de l'histoire du Québec.



Extrait de la pièce *J'aime Hydro*.

Gracieuseté de Porte Parole

Christine : J'ai toujours trouvé un peu cliché de triper sur René Lévesque, parce que tout le monde capote sur René Lévesque. Même Annabel. Mais dans cette vidéo-là [Christine présente une vidéo dans laquelle René Lévesque détaille les avantages de la nationalisation de l'hydroélectricité], je vois un politicien qui a confiance en l'intelligence du citoyen, qui est convaincu que son projet de nationalisation est bon pour tous les Québécois et qui invite un peuple à participer à son propre épanouissement. C'est beau. Après avoir regardé cette vidéo-là, j'avais le sentiment que je pouvais peut-être comprendre les enjeux énergétiques du Québec, parce que j'avais toute, toute, toute compris ce qu'il m'avait expliqué. Il m'avait rassuré. (p. 53)

Ne sachant pas trop par où commencer, Christine amorce sa démarche en essayant de comprendre une question fondamentale : qu'est-ce que l'électricité? Elle apprend qu'elle est constituée d'électrons en mouvement et, au passage, s'étonne de la structure de l'atome composé essentiellement de vide. Elle rencontre également certains personnages de l'histoire des sciences, dont Thomas Edison et Nikola Tesla, qui se sont querellés au sujet de la « meilleure forme » de courant^{iv}...

Nikolas Tesla : (*Scande*) AC!

Thomas Edison : (*Plus fort*) DC!

Nikolas Tesla : (*Comme une évidence*) AC!

Thomas Edison : (*Tête*) DC!

Nikolas Tesla : (*Crie*) Aaaaah!

On entend « Highway to Hell » d'AC/DC.

Christine : Je sais pas pour vous autres, mais moi, je l'avais jamais *catchée*. Il y a même un éclair dans leur logo! (p.80)

Durant son enquête, Christine lit des rapports, parle de sa démarche avec son entourage, se présente à des commissions, rencontre le premier ministre du Québec, un représentant syndical, des citoyens et des citoyennes, et même Éric Martel, le président-directeur général d'Hydro-Québec. Elle mesure ainsi toute la vivacité sociale qui entoure cette question épineuse.

Ancien beau-frère : (*Chargé*) Voyons, Christine, y a des affaires ben plus urgentes qu'Hydro-Québec à questionner en ce moment au Québec!

Christine : Comme quoi?

Ancien beau-frère : La santé, les pharmaceutiques, l'éducation! Pis t'es complètement biaisée par ton environnement.

Christine : Je sors de mon environnement!

Ancien beau-frère : T'as pas assez de connaissances pour comprendre les enjeux.

Christine : Je fais des recherches...

Ancien beau-frère : Pis si le VP t'a invitée à une rencontre, c'est juste parce qu'il t'a trouvée *cute*! Qu'est-ce que tu penses? Tu t'en rends pas compte?!

Christine : Faque le ton a levé, les enfants ont crié par-dessus nous autres, mes sœurs et ma mère ont vraiment pas aimé ça, et je me suis encore aperçue à quel point mon foutu projet est chaud et compliqué. (p. 127)

Elle ira jusqu'à la Baie-James et visitera le chantier de la Romaine, qu'elle atteindra d'ailleurs en voiture électrique, et ce, même si le réseau de recharge ne s'y rend pas. Son voyage lui coutera finalement plus cher de brandy (qu'elle offre aux personnes chez qui elle branche sa voiture) que d'électricité. En cours de route, elle fera toutes sortes de rencontres et apprendra beaucoup, beaucoup de choses. Ce faisant, son rapport à l'expertise s'émancipera, et elle produira une synthèse des connaissances pertinentes en vue de la réalisation d'un projet d'action citoyenne, qui prendra ensuite la forme d'une pièce de théâtre documentaire.

J'aime Hydro pour un enseignement citoyen des technosciences

De notre point de vue, cette pièce gagnerait à être exploitée dans l'enseignement des technosciences, et ce, tant au secondaire et au collégial qu'à l'université. Elle présente en effet une enquête très approfondie, qui aborde de nombreux aspects de la production d'électricité au Québec. Elle suscite également l'intérêt des jeunes et des moins jeunes en étant à la fois amusante et émouvante. Elle permet ainsi d'aborder les technosciences autrement, et c'est dans cette optique que nous avons choisi d'en faire l'objet d'un article.

La démarche d'enquête citoyenne mise en œuvre et relatée dans la pièce est critique quant à la manière dont l'hydroélectricité est produite au Québec et s'avère transformatrice pour Christine. Elle peut l'être tout autant pour ses lecteurs et lectrices (ou pour son auditoire en salle). Au regard de la didactique des sciences, la démarche que sous-tend cette pièce est pertinente dans la perspective d'une éducation citoyenne aux technosciences, perspective que nous croyons essentielle dans le contexte actuel d'urgence climatique et d'inégalités sociales grandissantes. En effet, la pièce fait écho à une vision plus critique de l'alphabétisation technoscientifique. Cette vision met de l'avant un enseignement des technosciences qui éclaire l'enchevêtrement sciences-technologies-société-environnement, le rendant ainsi plus politisé. Autrement dit, cette vision mène au développement des capacités des jeunes

à contribuer aux conversations sociopolitiques et à poser des actions concrètes, particulièrement eu égard aux enjeux environnementaux et de santé qui se posent aujourd’hui. De plus, la pièce met en scène une démarche d’investigation et de construction d’opinion qui s’apparente à celle que nous enseignons. Elle fait bien voir le développement des connaissances et des compétences de Christine, ainsi que l’émancipation progressive de son rapport aux personnes expertes.

Plus précisément, la pièce prend la forme d’un îlot de rationalité interdisciplinaire (Fourez, 1997; Pouliot et Groleau, 2011), une démarche de construction d’opinion élaborée dans le champ de la didactique des sciences. À notre avis, l’enquête de Christine Beaulieu l’illustre de façon éloquente. Il s’agit d’une démarche structurée, qui s’adapte à toutes sortes de questions et de contextes. Nous l’avons d’ailleurs personnellement mise à contribution dans nos travaux de recherche et notre enseignement. À travers cette démarche d’enquête citoyenne qui prend la forme d’un îlot de rationalité interdisciplinaire, l’apprenant ou l’apprenante explore ses présupposés, ses propres clichés et ses connaissances au sujet de la question qui le préoccupe.

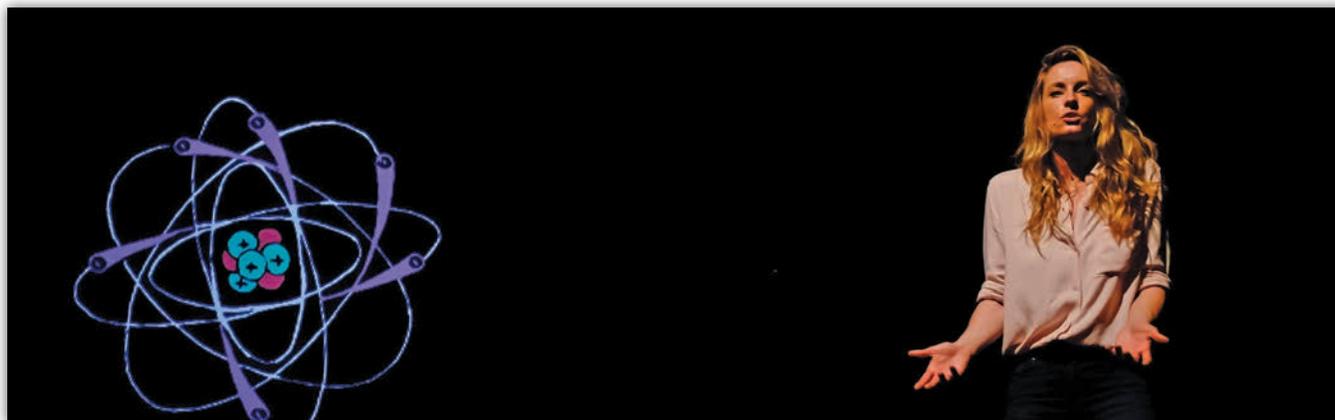
Au début de la pièce, Christine explique d’où elle part, ce qu’elle sait (ou pense savoir) et ce qu’elle ne sait pas (ou pense ne pas savoir), étape appelée **le cliché** dans la démarche de l’îlot de rationalité interdisciplinaire. Par la suite, Christine dresse le **panorama**, c’est-à-dire un inventaire des acteurs et actrices concernés, des concepts, des enjeux, des problèmes et des solutions. Une fois son panorama élargi, elle explore des concepts (p. ex., la notion d’électricité), rencontre des experts et des expertes, se rend sur le terrain (p. ex., au chantier de la Romaine) pour mener ses investigations – cette étape se nomme la **clôture de la démarche** – et elle produit ensuite une **synthèse** de sa démarche : la pièce. Enfin, elle pose diverses **actions sociales** en s’appuyant sur son expertise développée en cours de route : elle présente sa pièce un peu partout au Québec, elle aborde la question en prenant position au cours d’entrevues médiatisées et elle fait une publicité faisant la promotion des véhicules électriques.

J’aime Hydro en classe : quelques pistes pédagogiques

À nos yeux, la pièce J’aime Hydro pourrait être exploitée de nombreuses manières en classe de technosciences^v. À titre d’exemple, la pièce pourrait être analysée afin de mettre en lumière les différentes étapes d’une démarche d’enquête citoyenne à propos de questions actuelles à teneur scientifique et technologique, permettant ainsi de structurer son opinion et d’éventuellement passer à l’action. Une telle analyse pourrait d’ailleurs constituer une étape préliminaire à la réalisation, par les élèves, d’une démarche semblable. À cette fin, la démarche des îlots interdisciplinaires de rationalité offre une structure pertinente. Il serait également intéressant d’encourager les élèves, étudiants et étudiantes à s’approprier les enjeux présentés dans la pièce, notamment par l’entremise de la construction d’une trousse du jeu de société *Decide* (Groleau et Pouliot, 2014). Ce jeu de discussion^{vi} vise justement à s’informer, à discuter et à prendre position au sujet de questions technoscientifiques d’actualité, comme la production d’hydroélectricité au Québec.

Une autre possibilité serait de lire certains extraits de la pièce afin d’introduire une discussion et une réflexion au sujet de l’hydroélectricité ou encore à propos de la démarche d’enquête. Ce faisant, il serait possible d’aborder certains concepts prescrits dans les programmes de formation. Par exemple, dans le deuxième épisode de la pièce, Christine se penche tour à tour sur les électroaimants, sur l’électricité (au sens large), sur l’électron, sur l’atome, sur le fil de cuivre, sur les courants continu et alternatif, sur les sources d’énergie (géothermie, énergie solaire, énergie éolienne, biomasse, biogaz), sur la fusion nucléaire et même sur les nanotechnologies!

Enfin, la pièce pourrait être employée pour lancer une activité mettant à contribution des enseignants et des enseignantes de plusieurs disciplines scolaires. Par exemple, une telle activité pourrait s’inscrire dans le cours d’univers social en abordant la Révolution tranquille et la nationalisation d’Hydro-Québec, et ce, afin de mieux comprendre la situation énergétique actuelle au Québec. La pièce pourrait également être exploitée dans les cours de français ou d’art dramatique, voire en éthique et culture religieuse^{vii} ou en philosophie.



Extrait de la pièce *J’aime Hydro*.

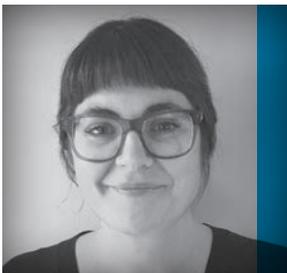
Gracieuseté de Porte Parole

L'apport d'objets culturels comme *J'aime Hydro* pour aborder les technosciences autrement...

En somme, *J'aime Hydro* nous apparaît comme un exemple porteur de démarche citoyenne engagée. Elle permet de mettre en lumière les liens d'interdépendance entre les sciences, les technologies, la société et l'environnement tout en soulignant les capacités des citoyens et des citoyennes à s'approprier des questions complexes et à agir sur les situations. Plus encore, nous sommes convaincues de la pertinence d'employer le roman, la bande dessinée, le film, l'ouvrage de littérature jeunesse, le documentaire, le théâtre, etc. en classe de sciences. Non seulement ces objets culturels offrent-ils souvent une vision socialisée des technosciences, mais ils suscitent généralement l'intérêt des jeunes. Ils gagnent à être connus des enseignants et enseignantes de technosciences qui souhaitent explorer des approches interdisciplinaires, qui veulent mettre en lumière les capacités citoyennes ou qui cherchent à enseigner les grands enjeux de l'heure en encourageant l'action citoyenne. ■

RÉFÉRENCES

- Beaulieu, C. (2019). *J'aime Hydro*. Montréal, Québec : Atelier 10.
- Fourez, G. (1997). Qu'entend par îlot de rationalité ? et par îlot interdisciplinaire de rationalité? *Aster*, (25), 217–225. <https://doi.org/10.4267/2042/8686>
- Groleau, A., & Pouliot, C. (2014). Le jeu de société *Decide* pour s'informer, discuter et prendre position au sujet de controverses sociotechniques actuelles. *Spectre*, (43), C2–C4.
- Pouliot, C. (2019). Éducation aux démarches d'enquête citoyennes. Dans J. Simonneaux (dir.). *La démarche d'enquête : Une contribution à la didactique des questions socialement vives* (p. 115–128). Dijon, France : Educagri.
- Pouliot, C. et Groleau, A. (2011). L'approche des îlots de rationalité interdisciplinaires : pour une éducation aux sciences et à la citoyenneté. Illustrations en enseignement collégial. *Pédagogie collégiale*, 25(1), 9-14.



ISABELLE
ARSENEAU



AUDREY
GROLEAU

ⁱ Notons que les deux auteures de ce texte y ont contribué également.

ⁱⁱ Une version intégrale de la pièce est disponible gratuitement en baladodiffusion sur le site de la compagnie de théâtre documentaire Porte Parole, qui a coproduit la pièce avec Champ gauche et le festival TransAmériques : <https://porteparole.org/fr/balados/jaime-hydro>.

ⁱⁱⁱ Tous les extraits sont tirés de la version de 2019 de la pièce.

^{iv} Cette controverse technico-industrielle de la fin du 19^e siècle est connue en histoire des sciences comme la guerre (ou la bataille) des courants.

^v Elle pourrait l'être également dans la formation initiale à l'enseignement et dans la formation continue, mais cette possibilité ne sera pas traitée dans cet article.

^{vi} Il est disponible gratuitement et légalement en ligne à l'adresse (www.playdecide.eu). Il ne suffit que de l'imprimer sur du papier ou du carton. Le jeu se décline en de nombreuses troupes, et chacune d'entre elles correspond à un thème à explorer. Une trousse pourrait par exemple être construite autour du thème de la production d'électricité au Québec.

^{vii} Mathieu Lizotte, un enseignant d'éthique et culture religieuse au secondaire à la Commission scolaire Chemin-du-Roy et étudiant à la maîtrise en éducation à l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR), exploite d'ailleurs cette pièce en classe.

L'apprentissage par problèmes pour éveiller les jeunes enfants aux sciences

Édith Allard, Université Laval et Commission scolaire Chemin-du-Roy, et Vincent Richard, Université Laval

Dès la maternelle, les enfants s'initient à différents concepts et phénomènes scientifiques leur permettant de s'approprier le monde dans lequel ils vivent (Charpak, 1996). Malheureusement, comme le soulignent St-Jean et ses collaboratrices (2019), les activités d'éveil scientifique réalisées à l'éducation préscolaire consistent dans bien des cas en des approches centrées sur l'enseignant ou l'enseignante, comme des procédures dictées, des démonstrations ou la présentation de livres documentaires. Ces activités, sans être à proscrire totalement, ne permettent toutefois pas à l'enfant d'être actif dans la construction de ses connaissances. Par conséquent, ce domaine d'apprentissage n'est pas exploité à son plein potentiel pour stimuler le développement cognitif des enfants.

Une approche susceptible d'améliorer les pratiques enseignantes relatives aux sciences à la maternelle est l'apprentissage par problèmes (APP), une traduction du terme *Problem-Based Learning*. Celle-ci peut être définie comme étant une « une méthode d'enseignement et d'apprentissage dans laquelle l'élève s'engage dans la résolution d'un problème [...] qui nécessite d'accroître ses connaissances et sa compréhension pour générer une solution au problème » (Wirkala et Kuhn, 2011, p. 1157, traduction libre). Ainsi, l'APP est susceptible d'améliorer les apprentissages des enfants, en leur permettant d'élaborer des représentations sur les phénomènes scientifiques explorés, tout en stimulant leurs habiletés cognitives d'investigation (Leuchter, Saalbach et Hardy, 2014) et de résolution de problèmes (Hmelo-Silver, 2004).

Toutefois, considérant le niveau de développement cognitif des enfants d'âge préscolaire, des adaptations s'avèrent nécessaires afin de tirer profit de cette approche; certaines d'entre elles seront discutées dans cet article. Avant de les aborder, un survol historique de la création de l'APP est d'abord proposé, suivi de la présentation de ses caractéristiques fondamentales.

Survol historique de la création de l'apprentissage par problèmes

Au début du xx^e siècle, certains considéraient l'éducation traditionnelle en Amérique du Nord comme étant trop centrée sur l'enseignant et offrant un contenu trop éloigné de la réalité (DeBoer, 1991, cité dans Wong et Pugh, 2015). Ainsi, les idées proposées par Dewey s'inscrivant dans l'éducation progressive ont mené à l'émergence d'une nouvelle approche dans les années 1960-1970, soit l'APP.

Dans les années 1960, plusieurs professeurs ont été mandatés pour organiser un nouveau programme de médecine à l'Université McMaster en Ontario (Servant-Miklos, Norman et Schmidt, 2019). Ceux-ci ont alors proposé un curriculum centré sur l'apprenant dans lequel celui-ci occuperait une grande place pour gérer de façon autonome ses apprentissages sous la supervision d'un tuteur (Servant-Miklos et coll., 2019). Influencés par les études de cas utilisées à Harvard, ces professeurs ont décidé également d'organiser les apprentissages autour de problèmes médicaux à résoudre en petites équipes (Servant-Miklos, 2019). En 1974, cette approche prend l'appellation officielle d'APP grâce à la publication d'un article par Barrows, professeur à l'Université McMaster (Barrows et Neufield, 1974).

L'APP a ensuite été adoptée dans d'autres universités et programmes universitaires avant d'être appliquée dans plusieurs programmes de la maternelle au secondaire (Delisle, 1997). Son utilisation dans une perspective K-8 continue d'ailleurs à faire l'objet de différentes études aux États-Unis et ailleurs dans le monde (Merrit, Lee, Rillero et coll., 2017).

Ce survol historique permet de retracer l'origine des différentes caractéristiques fondamentales de l'APP, distinguant cette démarche d'approches complémentaires centrées sur l'apprenant, comme l'approche par projets ou l'étude de cas (Savery, 2006).

Caractéristiques fondamentales de l'APP

Ainsi, pour s'inscrire dans une APP, la méthode d'enseignement mise en place doit comporter certaines caractéristiques, présentées dans le tableau 1.

Tableau 1. Caractéristiques de l'APP

(Hmelo-Silver, 2004; Savery, 2006; Schmidt, Rotgans et Yew, 2019)

Présence d'un problème	<ul style="list-style-type: none"> • Est complexe, mal structuré et ouvert (offrant plusieurs possibilités de solutions). • Sert de point de départ de l'apprentissage. • Guide les apprentissages durant la démarche.
Approche centrée sur l'apprenant	<ul style="list-style-type: none"> • Considère le rôle actif de l'apprenant dans la construction de la connaissance. • S'inscrit dans une perspective constructiviste.
Étude en petits groupes collaboratifs	<p>Activités en petites équipes de travail pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> • réactiver les connaissances antérieures; • cerner les objectifs d'apprentissage; • mettre en commun les apprentissages réalisés de façon autonome; • résoudre le problème.
Étude autonome	<ul style="list-style-type: none"> • Responsabilise l'apprenant pour qu'il régule ses propres apprentissages. • Privilégie une étude guidée par les objectifs ciblés par l'équipe.
Présence d'un tuteur	<ul style="list-style-type: none"> • Accompagne les apprenants durant la démarche d'apprentissage. • Offre un soutien adapté selon un principe d'étaiyage. • Favorise l'efficacité du fonctionnement de l'équipe. • Guide la phase de réflexivité lors de la clôture.

Adaptions de l'APP avec de jeunes enfants

Même si l'approche est utilisée de la maternelle au secondaire, très peu d'études empiriques ciblent de façon spécifique le contexte de l'éducation préscolaire (Zhang, Parker, Eberhardt et coll., 2011). Malgré cela, certains articles scientifiques nous permettent de souligner quelques adaptations pertinentes pour implanter efficacement cette approche au préscolaire.

La première adaptation concerne la présentation du problème aux enfants (Zhang et coll., 2011). Pour ce faire, il est possible d'utiliser une histoire de fiction qui fournit un contexte facilitant l'engagement des enfants dans le processus de résolution de problèmes (Brock, Dunifon et Nagel, 2016; Hadzigeorgiou, 2001). Outre les histoires de fiction, proposer un problème à caractère scientifique à l'occasion d'un jeu pourrait également s'avérer intéressant pour contextualiser le problème (Hamlin et Wineski, 2012). Par exemple, au cours d'un jeu avec de petites voitures, une enseignante pourrait proposer un problème à caractère scientifique aux enfants en leur demandant comment faire pour ralentir (ou accélérer) la vitesse des voitures qui dévalent une pente. Ce problème donnerait l'occasion aux enfants d'expérimenter la situation d'abord seuls et d'observer certaines propriétés relatives au mouvement et à la vitesse. Ensuite, sous la supervision de l'enseignante, un petit groupe d'enfants pourraient mettre en commun leurs observations et

faire différentes tentatives en équipe pour résoudre le problème de départ.

En considérant qu'il existe différents types de problèmes (Jonassen, 2000), une deuxième adaptation également relevée par Zhang et ses collaborateurs (2011) consiste en l'utilisation de problèmes de type prise de décision dans l'exploration de phénomènes scientifiques. Cette approche concorde avec l'avis de Britz et Richard (1992), pour qui les activités de résolution de problèmes durant la petite enfance devraient stimuler les stratégies de prise de décision. Par exemple, les enfants pourraient explorer les propriétés de différents matériaux à l'aide des sens (p. ex., une texture rugueuse versus une texture douce) pour arriver à choisir le matériau le plus approprié pour résoudre le problème proposé (p. ex., fabriquer un nid douillet pour un oisillon). L'enseignant ou l'enseignante encouragerait d'abord les enfants à expérimenter seuls, en discriminant les matériaux doux des matériaux rugueux parmi ceux disponibles en classe. Ensuite, l'adulte superviserait la mise en commun des observations servant à fabriquer un nid en équipe qui tient compte du problème de départ et dans lequel seuls des matériaux considérés comme doux sont utilisés. Par ailleurs, puisque cette activité engendre possiblement des apprentissages sur les oiseaux, l'observation de véritables nids d'oiseau et l'examen de livres documentaires pourraient clôturer l'activité, conduisant ainsi les enfants à complexifier leurs représentations sur d'autres sujets.

Outre ces deux adaptations, la formulation du problème aurait également une influence sur la capacité des jeunes enfants à résoudre les problèmes (Artut, 2015). En effet, les formulations qui interpellent directement l'enfant, par l'utilisation du pronom « tu », ainsi que l'ajout de gestes ou d'objets (p. ex., pointer, regrouper des objets) semblent faciliter la compréhension du problème et améliorer la capacité à le résoudre (Artut, 2015).

Finalement, de nombreux auteurs se sont intéressés au rôle du tuteur dans l'APP (p. ex., Hmelo-Silver, Duncan et Chinn, 2007; Schmidt et coll., 2019), et d'autres, au rôle de l'adulte

pour soutenir les habiletés de résolution de problèmes des jeunes enfants (p. ex., Honomichl et Chen, 2012; Leuchter et coll., 2014; Wood, Bruner et Ross, 1976). En considérant que plus l'enfant est jeune, plus il a besoin de soutien de la part de l'adulte (Wood et coll., 1976), la dernière adaptation proposée dans cet article consiste à revoir le rôle du tuteur-enseignant dans le processus de résolution de problèmes. Le tableau 2 met en lumière trois types de soutien à mettre en place dans une APP en contexte d'éducation préscolaire et présente différentes actions concrètes à effectuer de la part de l'enseignant ou de l'enseignante.

Tableau 2. Types de soutien à privilégier à l'éducation préscolaire

(Hmelo-Silver et coll., 2007; Honomichl et Chen, 2012; Leuchter et coll., 2014; Wood et coll., 1976)

Présentation stratégique du matériel	<ul style="list-style-type: none"> • Organiser le matériel pour diminuer les possibilités d'action • Susciter l'intérêt et l'engagement • Recourir à une démarche de résolution de problèmes
Rétroaction conséquente	<ul style="list-style-type: none"> • Fournir des informations directes • Modéliser les stratégies efficaces • Rediriger l'attention sur les éléments pertinents • Encourager l'élève à persévérer
Questions d'approfondissement et autoexplication	<ul style="list-style-type: none"> • Questionner l'élève • Inciter à expliquer un raisonnement • Reconnaître un bris de compréhension • Souligner les éléments critiques pour réussir la tâche

Conclusion

Cet article a permis de clarifier en quoi consiste l'APP et de mieux comprendre comment elle peut être implantée à l'éducation préscolaire pour soutenir le développement cognitif des enfants en contexte de sciences. Ainsi, il est souhaitable de contextualiser le problème à caractère scientifique, par exemple à partir d'une histoire de fiction ou d'un jeu, afin de faciliter l'engagement de l'enfant dans ses activités d'exploration et la mobilisation de différentes habiletés et stratégies pour résoudre le problème. Toutefois, l'enseignant ou l'enseignante doit y jouer un rôle actif pour faciliter le processus de résolution de problèmes et amener les enfants à réfléchir et à construire des représentations adéquates en lien avec les différents phénomènes scientifiques explorés. En questionnant les enfants et en interagissant avec eux au cours des expérimentations réalisées individuellement et en petites équipes, l'enseignant ou l'enseignante transforme les activités d'éveil scientifique de sa classe et s'assure que les enfants sont actifs dans leurs apprentissages. Par conséquent, cette approche s'avère cohérente avec le Programme de formation de l'école québécoise, qui encourage le recours au domaine des sciences pour stimuler la sphère cognitive du développement de l'enfant (ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport [MELS], 2006) et l'amener à exercer son raisonnement (ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur [MEES], 2017). ■



RÉFÉRENCES

- Artut, P.D. (2015). Preschool Children's Skills in Solving Mathematical Word Problems. *Educational Research and Reviews*, 10(18), 2539-2549.
- Barrows, H.S. et Neufeld, V.R. (1974). The "McMaster Philosophy": An approach to medical education. *Journal of Medical Education*, 49, 1040-1050.
- Britz, J. et Richard, N. (1992). *Problem solving in the early childhood classroom*. Washington, DC : National Education Association.
- Brock, P., Dunifon, S. et Nagel, L. (2016). Start With a Story. *Science and Children*, 53(6), 48-53.
- Charpak, G. (1996). *La main à la pâte. Les sciences à l'école primaire*. Paris, France : Éditions Flammarion.
- Delisle, R. (1997). *How to use problem-based learning in the classroom*. Alexandria, VA : Association for Supervision and Curriculum Development.
- Hadzigeorgiou, Y. (2001). The Role of Wonder and 'Romance' in Early Childhood Science Education. *International Journal of Early Years Education*, 9(1), 63-69.
- Hamlin, M. et Wisneski, D.B. (2012). Supporting the scientific thinking and inquiry of toddlers and preschoolers through play. *YC Young Children*, 67(3), 82.
- Hmelo-Silver, C.E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.
- Hmelo-Silver, C.E., Duncan, R.G. et Chinn, C.A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Krischner, Sweller and Clark (2006). *Journal of Educational Psychology*, 42(99), 99-107.
- Honomichl, R.D. et Chen, Z. (2012). The role of guidance in children's discovery learning. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 3(6), 615-622.
- Jonassen, D.H. (2000). Toward a Design Theory of Problem Solving. *Educational Technology Research and Development*, 48(4), 63-85.
- Leuchter, M., Saalbach, H. et Hardy, I. (2014). Designing Science Learning in the First Years of Schooling. An intervention study with sequenced learning material on the topic of 'floating and sinking'. *International Journal of Science Education*, 36(10), 1751-1771.
- Merritt, J., Lee, M.Y., Rillero, P., et coll. (2017). Problem-based learning in K-8 mathematics and science education: A Literature review. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 11(2).
- Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS) (2006). *Programme de formation de l'école québécoise. Éducation préscolaire, Enseignement primaire*. Québec, Québec : Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (MEES) (2017). *Programme de formation de l'école québécoise. Éducation préscolaire, éducation préscolaire 4 ans*. Québec, Québec : Gouvernement du Québec.
- Savery, J.R. (2006). Overview of problem-based learning: Definition and distinctions, the interdisciplinary. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 9-20.
- Schmidt, H.G., Rotgans, J.I. et Yew, H.J. (2019). Cognitive Constructivist Foundations of Problem-Based Learning. Dans M. Moallem, W. Hung et N. Dabbagh (dir.). *The Wiley Handbook of Problem-Based Learning* (p. 25-50). Hoboken, NJ : Wiley Blackwell.
- Servant-Miklos, V.F.C., Norman, G.R. et Schmidt, H.G. (2019). A Short Intellectual History of Problem-Based Learning. Dans M. Moallem, W. Hung et N. Dabbagh (dir.). *The Wiley Handbook of Problem-Based Learning* (p. 3-24). Hoboken, NJ : Wiley Blackwell.
- St-Jean, C., April, J., Robert-Mazaye, C. et coll. (2019). La qualité des interactions enseignante-enfants au regard de l'éveil scientifique à l'éducation préscolaire. *Canadian Journal for New Scholars in Education/Revue canadienne des jeunes chercheuses et chercheurs en éducation*, 10(1).
- Wirkala, C. et Kuhn, D. (2011). Problem-based learning in K-12 education: Is it effective and how does it achieve its effects? *American Educational Research Journal*, 48(5), 1157-1186.
- Wong, D. et Pugh, K. (2015). Dewey and the Learning of Science. Dans R. Gunstone (dir.). *Encyclopedia of Science Education* (p. 304-310). New York, NY : Springer.
- Wood, D., Bruner, J.S. et Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89-100.
- Zhang, M., Parker, J., Eberhardt, J. et coll. (2011). "What's so terrible about swallowing an apple seed?" Problem-based learning in kindergarten. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 468.

La discussion en classe de S&T : une stratégie d'aide à l'apprentissage

Bénédicte Boissard, Commission scolaire Rivière-du-Nord

La discussion en classe de science et technologie (S&T) comporte de multiples avantages : elle demande aux élèves d'articuler et de communiquer leurs idées, fournit à l'enseignant ou à l'enseignante de précieuses informations quant au niveau de compréhension des élèves, augmente l'engagement cognitif et affectif de ceux-ci tout en leur permettant de développer des outils de littératie scientifique (Almarode, Fisher, Frey et coll., 2018; Harrison, 2006). Ce texte présente quelques stratégies utilisées par une enseignante lors de la mise en œuvre d'une séquence de cours en deuxième secondaire autour de contenus de l'Univers matériel (mélanges, techniques de séparation de mélanges, transformations et conservation de matière). Il constitue également un plaidoyer en faveur d'une utilisation plus systématique de temps de discussion structurée en classe de S&T, et ce, dans une perspective d'aide à l'apprentissage.

Faire émerger les conceptions des élèves

Enseigner et faire apprendre les S&T est un défi puisqu'il faut bien connaître les visées des programmes de formation, prendre en considération les conceptions des élèves tout en construisant des ponts entre ces dernières et les concepts scientifiquement acceptés. En fait, tenir compte des représentations de l'élève est un élément incontournable puisque celles-ci sont, en quelque sorte, en compétition avec les notions scientifiques à apprendre. En effet, à la lumière des recherches en neuro-imagerie, il semble impossible de rejeter, d'abandonner ou de discréditer totalement une conception erronée à la faveur d'une conception scientifiquement acceptée (Potvin, 2013). Il faudrait donc, lorsque l'élève se trouve en situation de résolution de problèmes, qu'il y ait prévalence des conceptions scientifiques sur les conceptions non scientifiques.

Ce qui est moins évident, c'est de rendre explicites les représentations des élèves afin de les soutenir dans leurs apprentissages. Devant cette préoccupation, une des clés du succès passe par le questionnement. Toutefois, une bonne séance de questions à l'oral n'est pas si facile à orchestrer. En effet, la plupart des séances de questionnements ordinaires ressemblent à un échange de type « pingpong » : l'enseignant ou l'enseignante sert une question qui sera retournée d'une réponse de la part du joueur-élève, réponse qui sera suivie d'une courte rétroaction de la part de l'adulte. Dans ce type d'échange, les apprenants sont encouragés à participer, mais leur rôle ne se résume qu'à « deviner » les bonnes réponses au bon moment dans la trame narrative de l'enseignant ou de l'enseignante (Harrison, 2006). En fait, pour susciter une discussion de qualité, il importe de commencer par des

questions « riches » (qui exigent des processus cognitifs de haut niveau dans la taxonomie de Bloom), susceptibles de créer des occasions de partage et de remises en question (Harrison, 2015). Dans ce contexte, il est préférable de concevoir la séance de questions à l'oral plutôt comme une partie de volleyball, où l'adulte sert une question et permet aux élèves de « recevoir » le service en effectuant un certain nombre de « passes » entre eux avant de retourner une réponse.

Pour mener à bien le questionnement à l'oral, certaines aptitudes sont requises de la part de l'enseignant ou de l'enseignante de S&T. Entre autres, il faut savoir gérer habilement le droit de parole et ne pas choisir les élèves qui lèvent toujours la main. Il faut également prévoir le type de réponse que les élèves vont soumettre et s'assurer que les questions sont assez ouvertes pour faire émerger la diversité des points de vue (ministère de l'Éducation de l'Ontario [MEO], 2011). Et cela, sans compter le défi que représente le fait de s'assurer que tous les élèves restent engagés cognitivement dans le processus.

Néanmoins, certains outils développés par des chercheurs et des praticiens américains apportent des solutions éclairantes à ce défi de taille. En effet, les sondes (probes) (Keeley, Eberle et Farrin, 2005) et les techniques d'évaluation formative (*formative assessment classroom technique*) comme le POE (prédire, observer, expliquer) ont été conçues pour répondre justement à ce besoin de collecter de l'information sur l'apprentissage des élèves (Haysom et Bowen, 2014; Keeley, 2008) pour ensuite adapter l'enseignement en conséquence. Une sonde consiste en une question « riche » portant sur un phénomène scientifique qui amène la personne interrogée à faire un choix entre des éléments de réponses proposés. Ces éléments correspondent à des conceptions fréquentes (validées par la recherche) ainsi

qu'à la réponse scientifiquement acceptée à ce jour. Pour ce qui est des techniques d'évaluation formative, il s'agit de technique d'animation en classe permettant de recueillir et d'organiser les idées de tous les élèves.

Dans une perspective de soutien à l'apprentissage, un outil de questionnement comme la sonde permet au personnel enseignant d'évaluer où en sont ses élèves parce qu'il ouvre une certaine fenêtre sur la compréhension de ceux-ci. En effet, l'enseignant ou l'enseignante a davantage à écouter attentivement les discussions entre élèves, à en apprécier la qualité et à y participer constructivement dans le cadre d'une authentique « communauté discursive » (Harrison, 2006). Puisqu'il s'agit d'une pratique d'évaluation au service de l'apprentissage, l'enseignant ou l'enseignante prend acte de besoins individuels des élèves et tente d'y répondre au mieux. L'information ainsi recueillie, et une fois organisée, est cruciale pour l'adulte afin pour qu'il puisse prendre des décisions éclairées sur la suite de la séquence pédagogique. Doit-on passer à un autre sujet? Doit-on expliquer un concept à nouveau? Doit-on convoquer certains élèves en récupération parce que leur compréhension n'est visiblement pas adéquate (Centre de transfert pour la réussite éducative du Québec [CTREQ], 2018)?

Ainsi, dans la classe de M^{me} Isabelle Lapierre, c'est au moyen de techniques telles que le POE, « je pense que... nous pensons que... », « le classement de cartes », « les énoncés magnétiques » et d'autres outils d'évaluation en soutien à l'apprentissage que les élèves sont amenés à argumenter et à justifier leur position. Prenons par exemple la sonde « germe de blé » (voir la figure 1).

Germe de blé

Choisis l'énoncé qui compare le mieux la masse totale du pot incluant son contenu avant et après que les graines aient germé.

- 1) La masse totale du pot avec les graines sera **supérieure** à la masse totale du pot avec les graines germées.
- 2) La masse totale du pot avec les graines sera **inférieure** à la masse totale du pot avec les graines germées.
- 3) Il n'y aura **pas de changement de la masse** totale du pot suite à la germination des graines.

Figure 1 : Exemples de sondes et de techniques d'évaluation formative

Les élèves doivent lire la mise en situation et se positionner par rapport à celle-ci. L'enseignante présente le problème et demande si la masse du contenant est la même, plus grande ou plus petite après la germination des plants de blé. Pour recueillir et organiser les données, M^{me} Lapierre utilise la technique du « diagramme d'idée ». Celle-ci permet d'illustrer en un coup d'œil les différentes positions des élèves relativement à une

question. D'abord, chaque élève doit inscrire sa réponse sur un papillon adhésif et aller le coller dans la colonne correspondant à son choix de manière à construire un diagramme à bandes (voir la figure 2). Vient ensuite le moment où les élèves sont amenés à partager leurs opinions et à juger de la crédibilité des arguments proposés par les autres et, au besoin, à réviser leurs propres points de vue. Pourquoi le contenant aurait-il une plus grande masse ou une moins grande masse? Pourquoi la masse serait-elle identique? À la suite des discussions et de la présentation d'une capsule théorique sur la conservation de la matière, M^{me} Lapierre propose aux élèves d'aller changer leur papillon adhésif de place, sans oublier au passage de les questionner sur la raison de ce choix. Il est à noter ici que M^{me} Lapierre a pour intention de valider la compréhension de ses élèves au sujet de la conservation de la matière en contexte de changement chimique, ces notions ayant été préalablement enseignées. La nouveauté introduite dans la mise en situation réside dans le fait que le changement chimique implique un vivant (un univers n'ayant pas encore été enseigné).



Figure 2

Pour appuyer la mise en situation, une expérimentation qui valide (ou invalide) les prédictions des élèves est proposée. Ainsi, à la manière du chef Ricardo, M^{me} Lapierre a préparé deux montages pour soutenir son argumentaire. Un pot contenant des germes de blé fraîchement scellé est pesé devant la classe. Un autre pot, préalablement pesé et ayant séjourné quelques jours à la chaleur, est montré aux élèves. La masse aura-t-elle changé? Par l'entremise de cette question, les élèves ont l'occasion de « tester » une proposition scientifique dont on voudrait les persuader qu'elle est vraie. De cette façon, l'enseignante tente

de rendre convaincante (plutôt que persuasive) une proposition scientifique et de favoriser l'apprentissage (Potvin, 2018). Au bout du compte, les élèves trouvent que la masse reste la même puisque lors d'un changement (qu'il soit chimique ou physique), la quantité de matière est identique avant et après le changement.

La classe pourrait en rester là et se satisfaire de la réponse. Toutefois, M^{me} Lapierre demande aux élèves qui estiment que la masse restera la même de justifier leur réponse. Quelle n'est pas sa surprise lorsqu'un élève lui explique qu'il s'agit d'un changement physique : « C'est évident, puisque la plante a grandi! » On peut supposer que certains élèves n'ont pas considéré la réorganisation des atomes dans ce processus chimique. La difficulté réside probablement dans le fait qu'il faut considérer le gaz (matière invisible) comme un des réactifs dans la photosynthèse. Quelle belle occasion pour amorcer une discussion à propos des caractéristiques propres aux changements chimique et physique avec les élèves! D'ailleurs, l'expérience de Van Helmontⁱⁱ servira de point de départ à une autre spirale d'apprentissages dans la classe de M^{me} Lapierre.

Conclusion

En somme, l'utilisation du questionnement à l'oral et de la discussion en classe fournissent de précieuses informations sur le niveau de compréhension des élèves. Le recours à des techniques d'animation formative rehausse le niveau d'engagement de tous les élèves, et, selon M^{me} Lapierre, même ceux qui sont habituellement plus passifs se prennent au jeu.

Malheureusement, plusieurs obstacles limitent la capacité des enseignants et des enseignantes à investir du temps pour générer une discussion en classe : la pression pour « passer » le programme, l'absence de trace écrite, la peur de perdre le contrôle, etc. Pourtant, les échanges produits en classe fournissent des outils intellectuels aux élèves pour débattre d'un sujet, justifier leur position et sopeser des arguments scientifiques qui sont des aptitudes à valoriser de nos jours. Par l'intermédiaire des sondes (questions riches), il est possible de transférer le savoir dans de nouvelles situations et de valider (ou d'infirmer) une conception. Parfois, certaines de ces questions peuvent même constituer le départ d'une démarche par investigation scientifique. Dans une perspective d'évaluation au service de l'apprentissage, ces stratégies pédagogiques permettent d'obtenir un aperçu, après avoir donné une explication théorique ou après avoir mis en œuvre une démonstration scientifique en classe, de ce que l'élève sait (ou ne sait pas).

Pour plus d'informations relatives aux sondes et aux techniques d'évaluation formative utilisées par M^{me} Isabelle Lapierre, n'hésitez pas à communiquer avec moi : boissardb@csrdn.qc.ca. ■



RÉFÉRENCES

- Almarode, J., Fisher, D., Frey, N. et coll. (2018). *Visible Learning For Science*. Thousand Oaks, CA : Corwin Press Inc.
- Centre de transfert pour la réussite éducative du Québec (CTREQ). (2018). *L'utilisation des données au service de l'apprentissage*. Repéré à www.ctreq.qc.ca/l'utilisation-des-donnees-au-service-de-lapprentissage/
- Harrison, C. (2006). Banishing the quiet classroom. *Education Review*, 19(2), 67-77.
- Harrison, C. (2015). Assessment for Learning in Science Classrooms. *Journal of Research in STEM Education*, 1(2), 78-86. Repéré à <https://www.j-stem.net/index.php/jstem/article/view/12>
- Haysom, J. et Bowen, M. (2014). *Prédire, observer, expliquer : 105 expériences en classe pour comprendre les concepts scientifiques*. Montréal, Québec : Chenelière Éducation.
- Keeley, P. (2008). *Science formative assessment: 75 practical strategies for linking assessment, instruction, and learning*. Thousand Oaks, CA : Corwin, NSTA Press.
- Keeley, P., Eberle, F. et Farrin, L. (2005). *Uncovering student ideas in science: 25 formative assessment probes*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Ministère de l'Éducation de l'Ontario (MEO). (2011). L'art de questionner de façon efficace. *Série d'apprentissage professionnel*, 21, 8. Repéré à www.edu.gov.on.ca/fre/literacynumeracy/inspire/research/CBS_AskingEffectiveQuestionsFr.pdf
- Potvin, P. (2013). Proposition for improving the classical models of conceptual change based on neuroeducational evidence: Conceptual prevalence. *Neuroeducation*, 2(1), 16-43.
- Potvin, P. (2018). *Faire apprendre les sciences et la technologie à l'école : épistémologie, didactique, sciences cognitives et neurosciences au service de l'enseignant*. Québec, Québec : Presses de l'Université Laval.

ⁱRécemment, le terme « évaluation formative » a été remplacé au ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (MEES) par l'expression « évaluation au service de l'apprentissage » (CTREQ, 2018).

ⁱⁱCette expérience consistait à faire pousser une plante en pesant la quantité de terre avant et après la croissance de celle-ci, l'hypothèse voulant, à l'époque, que tout provienne du sol. Or, Van Helmont a démontré par son expérience que la plante grandit et augmente sa masse sans que la masse de terre dans le pot diminue (ou très peu).

Regards sur le nouveau Système international d'unités

Yvon Lapointe, retraité de l'enseignement, et Ghislain Granger, Conseil national de recherches Canada

« L'univers de la métrologie vient de vivre une véritable révolution. Le 20 mai (2019), le « grand K » ou prototype international du kilogramme a pris sa retraite. »

Mathieu Grousseau (2019)

Introduction

En novembre 2018, les unités de base du Système international d'unités (SI) ont été redéfinies à partir de sept constantes physiques dont la valeur exacte a été définitivement fixée. Depuis le 20 mai 2019, ce système est entré en vigueur. Dans le présent article, nous aborderons les raisons derrière ces modifications. Nous considérerons plus spécifiquement le cas problématique de la dérive du kilogramme, qui s'avère la motivation ayant mené à ce changement de paradigme. Nous soulignerons l'apport important du Conseil national de recherches Canada (CNRC) dans ce processus. Enfin, nous nous interrogerons sur l'influence de ces modifications dans le quotidien des gens, les sciences et la technologie, ainsi que dans l'enseignement de la science et de la technologie au niveau secondaire. Mais avant, nous traiterons du concept de mesure.

Une définition du concept de mesure

Bien que la métrologie ne fasse pas partie d'un enseignement particulier, il peut s'avérer intéressant que les élèves aient une compréhension de base du SI, en commençant par ce que nous entendons par le concept de mesure. Mesurer consiste à comparer deux grandeurs de même nature, dont l'une est prise comme l'étalon de la mesure. Cet étalon est une grandeur de référence qui sert à définir l'unité de la mesure. Il doit être précis, exact et reproductible universellement. Le choix d'un étalon de mesure ne se fait pas au hasard : il est le résultat d'un consensus entre les pays. Dans le cas du SI, la Conférence générale des poids et mesures (CGPM) est l'organisme qui entérine les changements à apporter.

Les raisons qui ont conduit la CGPM à redéfinir le SI

Depuis son implantation en 1960, le SI a régulièrement subi des modifications dictées autant par les avancées en science et technologie que par la nécessité d'élaborer de nouvelles unités de mesure. À cet égard, Lucille Julien (2016, p. 1) écrivait d'ailleurs dans les *Cahiers Clairaut* que « le système international n'est pas figé. Il a une histoire et les définitions de ses unités de base s'adaptent aux besoins de chaque époque » Soulignons que les *Cahiers Clairaut* sont des bulletins du Comité de Liaison Enseignants et Astronomes (CLEA) qui se veulent « un véritable outil de travail pour les enseignants, de la maternelle à l'université » (Institut français de l'Éducation, s. d.).

Les derniers changements préconisés en 2018 résultent de la décision de la CGPM de fonder les sept unités de base sur sept constantes fondamentales dont la valeur exacte a été définitivement fixée après avoir été mesurée expérimentalement avec une très grande précision et une faible incertitude. Ces changements étaient devenus nécessaires, comme le souligne Marc Himbert, du Conservatoire national des arts et métiers (Cnam), tel que rapporté par Mathieu Grousseau (2019) : « Nous faisons face à un quadruple problème de cohérence, de pérennité, d'universalité et de précision. Soit les quatre critères qui dictent les travaux de la CGPM depuis son instauration en 1875 [...]. » Cohérence, car si les unités de base ne sont pas bien définies, il en va de même pour les unités dérivées qui en sont dépendantes. Pérennité et universalité : le fait de baser les unités de base du SI sur des constantes fondamentales confère à ces unités un caractère pérenne et universel. Il faut mentionner ici que les constantes fondamentales sont des quantités invariantes comme la vitesse de la lumière, c , et la charge élémentaire, e . Une quantité Q est le produit de sa valeur

numérique $\{Q\}$ et de son unité $[Q]$ tel que $Q = \{Q\} [Q]$. En fixant la valeur numérique d'une constante fondamentale supposée invariante, son unité se déduit mathématiquement (Comité consultatif des unités, 2019) par $[Q] = Q / \{Q\}$, donc il devient possible de réaliser et de disséminer cette unité n'importe où et n'importe quand. Dans le cas de la charge élémentaire, la nouvelle définition est $e = 1,602\ 176\ 634 \times 10^{-19}$ coulomb, ce qui équivaut à définir l'unité de coulomb, C, comme étant exactement $C = e / 1,602\ 176\ 634 \times 10^{-19}$. Un coulomb correspond donc à environ $6,24 \dots \times 10^{18}$ charges élémentaires (il faut garder autant de décimales que requises par une application donnée en effectuant la division par la valeur exacte). Précision, parce que beaucoup d'unités en mécanique (le newton, le pascal, etc.) et en électricité (l'ampère, le volt, etc.) faisaient référence à « l'ancien » kilogramme. À part le kilogramme, les unités de base qui ont fait l'objet d'une nouvelle définition en 2018 sont l'ampère, le kelvin et la mole.

Le cas du kilogramme

En 1875, à la signature de la Convention du mètre, il a été convenu de fabriquer un nouvel artéfact pour représenter le kilogramme et de remplacer le kilogramme des archives de 1799, qui avait lui-même remplacé la définition du décimètre cube d'eau de 1795. Le nouvel artéfact, appelé prototype international du kilogramme (PIK), est un cylindre fait de 90 % de platine et de 10 % d'iridium. La valeur de sa masse a été fixée à exactement un kilogramme. À la même époque, plusieurs copies ont été produites, et six ont été retenues pour servir de « témoins » officiels. Ces sept cylindres reposent toujours dans une chambre forte au Bureau international des poids et mesures (BIPM) à Sèvres en banlieue de Paris (voir la photo en haut de la figure 1)

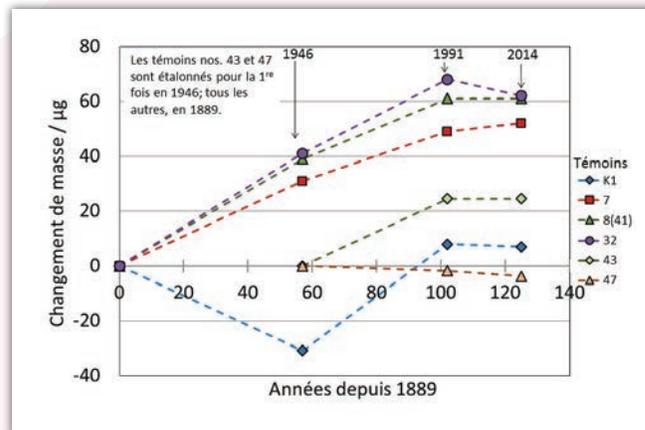
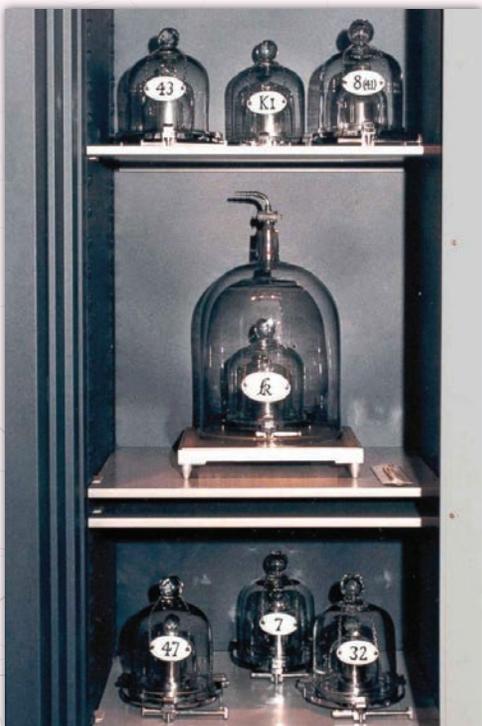


Figure 1. (Haut) Le PIK et ses témoins dans la chambre forte du BIPM à Sèvres (photo reproduite avec la permission du BIPM). (Bas) Changement de masse des témoins par rapport au PIK en microgrammes (μg) lors des trois vérifications s'échelonnant sur 125 ans en fonction du temps (graphique traduit de l'anglais et utilisé avec la permission du BIPM).

Après une série de vérifications entre le PIK et ses six « témoins », il a été constaté que la valeur de leur masse a varié de quelque $50 \mu\text{g}$ par rapport au PIK en environ 125 ans (Stock, Barat, Davis et al. (2015); Wood et Bettin, 2018) (voir le graphique en bas de la figure 1). À la suite de ces constatations, le Comité international des poids et mesures (CIPM), qui veille à l'uniformisation des unités de mesure, recommandait en 2005 de redéfinir la valeur du kilogramme à partir d'une constante fondamentale de la nature.

En 2011, la CGPM a porté son choix sur la constante de Planck, h , qui est « la constante centrale de la mécanique quantique [...] » selon Thomas (2015, p. 11), par exemple parce qu'elle est la constante de proportionnalité entre la fréquence d'un photon et son énergie, tout comme π (π) relie la circonférence d'un cercle à son diamètre. Elle est aussi un lien entre les dimensions de masse (M), de longueur (L) et de temps (T), car ses dimensions sont le produit de puissances $M L^2 T^{-1}$. Ses unités SI sont $\text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$ ou, exprimées plus simplement, J s (joule-seconde). En 2018, la CGPM prend acte de la recommandation du CIPM de définir l'unité de masse à l'aide de la constante de Planck.

Établissement de la relation entre le kilogramme et la constante de Planck

La constante de Planck, h , est la constante de proportionnalité reliant la fréquence f d'un photon à son énergie E au moyen de la formule $E = hf$. L'énergie d'une particule de masse m au repos est donnée par la célèbre équation d'Albert Einstein $E = mc^2$, où la constante de proportionnalité entre l'énergie et la masse est le carré de la vitesse de la lumière dans le vide, c . En comparant les deux équations, il découle que la masse $m = hf / c^2$. Nous constatons que la masse est bien directement proportionnelle à la constante de Planck h , en plus d'être proportionnelle à une fréquence et à l'inverse du carré de la vitesse de la lumière.

Ces deux dernières quantités sont connues très précisément : la fréquence découle de comparaisons très précises avec celle d'une transition particulière entre deux niveaux d'énergie de l'atome de césium dans une horloge atomique. Cette transition est appelée transition hyperfine, car elle s'effectue entre deux niveaux de la structure hyperfine du césium. La fréquence de la transition hyperfine de l'atome de césium est définie exactement par 9 192 631 770 hertz depuis 1967 (avec zéro incertitude), ce qui revient à dire que l'oscillation entre deux niveaux d'énergie hyperfins dans le césium s'effectue exactement 9 192 631 770 fois par seconde. La seconde est donc définie par une constante fondamentale depuis 1967. En ce qui a trait à la vitesse de la lumière, elle est définie exactement par 299 792 458 mètres par seconde (zéro incertitude) depuis 1983, ce qui permet de définir le mètre étant donné que la seconde est déjà définie. Pour le kilogramme, il restait donc à mesurer h le plus précisément possible avec au moins deux méthodes différentes avant de redéfinir le SI en 2018. Plusieurs équipes de divers pays ont fourni les résultats de telles mesures de h en 2017, et ces résultats ont été utilisés pour établir la nouvelle valeur numérique de h (Wood et Bettin, 2018). La mesure la plus précise du groupe a été effectuée au CNRC à Ottawa par une équipe d'agents de recherche utilisant une balance de Kibble.

Depuis l'entrée en vigueur de la redéfinition du SI le 20 mai 2019, cette balance de Kibble est désormais utilisée en sens inverse pour déterminer la valeur de l'étalon de masse du Canada et son incertitude en utilisant la valeur exacte de la

constante de Planck, $h = 6,626\ 070\ 15 \times 10^{-34}$ J s, comme référence. Des informations historiques supplémentaires se trouvent dans l'article de Pauline Gravel (2019).

Les conséquences de ces changements

La révision de la définition des unités de base du SI que sont l'ampère, le kelvin, le kilogramme et la mole en termes de constantes fondamentales a permis que la totalité des sept unités de base soit réalisable en tout lieu, en tout temps et à différentes échelles (le mètre, la seconde et la candéla étaient déjà définies en termes de constantes fondamentales). Ce nouveau système ouvre la voie à de grandes découvertes et innovations en sciences et en technologie. La très grande précision de ces unités à différentes échelles permettra entre autres l'exploration du « nanomonde ». Aujourd'hui, il est beaucoup question dans les divers médias de l'utilisation des nanoparticules dans l'électronique, la médecine, l'industrie automobile, etc. Ces changements faciliteront aussi les échanges internationaux, car comme on peut le lire dans CNRS Le journal (Grousson, 2019,) : « Les grandes nations ont pris conscience de la nécessité de mettre en place un système de normes communes. »

Pour ce qui est des répercussions dans l'enseignement de la science et de la technologie au précollégial, les changements apportés aux définitions pour déterminer les unités n'auront pas d'impacts négatifs. Par exemple, un ampère vaut toujours 1 C/s, mais il découle à présent de $e / 1,602\ 176\ 634 \times 10^{-19}$ /s (environ $6,24... \times 10^{18}$ e/s), donc plus besoin de recourir à une balance mécanique de courant électrique pour définir l'ampère. Pour ce qui est des outils de travail comme la règle métrique, l'ampèremètre ou le coffret de masses cylindriques, ils n'auront pas à être modifiés. Certains manuels scolaires devront être mis à jour pour refléter les définitions du nouveau SI et les nouvelles mises en pratique des unités telles qu'énoncées par le BIPM et ses comités consultatifs. Sauf dans des cas exceptionnels, les calculs scolaires ne seront pas touchés par les nouvelles valeurs exactes des constantes fondamentales étant donné qu'ils se font normalement avec quelques chiffres significatifs seulement.

Conclusion

Dans cet article, nous avons expliqué pourquoi le problème de la dérive du prototype international du kilogramme a mené à une redéfinition du SI en 2018. Ce nouveau SI, entièrement basé sur des constantes fondamentales, a été mis en application le 20 mai 2019. Au lieu de devoir mesurer la constante de Planck périodiquement pour absorber les effets associés à la dérive de la masse du grand K, nous nous retrouvons à présent dans un nouveau SI avec une constante de Planck à valeur fixe et zéro incertitude qui peut être utilisée n'importe où dans le monde, n'importe quand et à n'importe quelle échelle afin de déterminer une masse et son incertitude. Le problème de la dérive du kilogramme a donc été complètement résolu grâce à un changement de paradigme impliquant les constantes fondamentales de la nature. ■



YVON
LAPOINTE



GHISLAIN
GRANGER

RÉFÉRENCES

- Comité consultatif des unités (2019). *Résumé de la Brochure sur le Système international d'unités (SI)*. Repéré à <https://www.bipm.org/utis/common/pdf/si-brochure/SI-Brochure-9-concise-FR.pdf>
- Gravel, P. (2019). *L'après-Big Bang des unités de mesure*. Le Devoir. Repéré à <https://www.ledevoir.com/societe/science/565684/l-apres-big-bang-des-unites-de-mesures>
- Grousson, M. (2019). *Mesures : le grand renversement*. CNRS Le journal. Repéré à <https://lejournel.cnr.fr/articles/mesures-le-grand-renversement>
- Institut français de l'Éducation (s. d.). *Cahiers Clairaut*. Repéré à <http://clea-astro.eu/archives/web/index.php>
- Julien, L. (2016). *Le SI, système international d'unités, des origines jusqu'au 20^e siècle*. Cahiers Clairaut CLEA. Repéré à http://clea-astro.eu/archives/cahiers-clairaut/CLEA_CahiersClairaut_154_02.pdf
- Stock, M., Barat, P., Davis, R.S., et al. (2015). Calibration campaign against the international prototype of the kilogram in anticipation of the redefinition of the kilogram part I : comparison of the international prototype with its official copies. *Metrologia*, 52(2), 310. Repéré à <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0026-1394/52/2/310>
- Thomas, M. (2015). Détermination de la constante de Planck au moyen d'une balance du watt. Repéré à <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01245089/file/these-thomas-2015-balance-du-watt-pour-TEL.pdf>
- Wood, B. et Bettin, H. (2018). The Planck Constant for the Definition and Realization of the Kilogram. *Annalen Phys*, 531(5) (Berlin), 1800308. doi : 10.1002/andp.201800308

Chronique :

LE CAHIER DE LABORATOIRE

Marie-Claude Nicole et Caroline Guay, Association pour l'enseignement de la science et de la technologie au Québec (AESTQ)

Le laboratoire mobile pour faciliter la réalisation de démarches scientifiques et technologiques au primaire



Parmi les obstacles relatifs à l'enseignement des sciences et de la technologie au primaire, le manque de matériel arrive souvent bien haut dans la liste. En effet, très rares sont les écoles primaires québécoises dotées d'un local de laboratoire ou d'un large éventail de matériel scientifique et technologique. Pourtant, l'utilisation et la manipulation adéquates d'outils, comme des loupes, des thermomètres, des balances et des carnets de notes, peuvent favoriser l'engagement et l'apprentissage des élèves dans le cadre d'une démarche scientifique (p. ex., d'investigation) ou technologique (p. ex., de conception). Dans le cas où le matériel est disponible, sa gestion, qu'il s'agisse de faire les achats, de l'entreposer, d'en faire l'inventaire ou de l'entretenir, représente une surcharge de travail pour le personnel enseignant. Malgré toutes ces difficultés, c'est en manipulant souvent le matériel, en se familiarisant avec lui, que les élèves parviennent à l'employer de façon autonome, ce qui ne peut être que facilitant pour la réalisation de démarches scientifiques et technologiques. Autrement dit, plus les élèves sont à l'aise avec ces outils, plus leur utilisation devient pertinente et intéressante à long terme.

Parmi les stratégies pouvant être utilisées par le personnel enseignant des classes du primaire qui souhaitent faire vivre des démarches scientifiques et technologiques à leurs élèves, il y a le laboratoire mobile. Cette solution peut paraître contraignante, couteuse et difficile à mettre en place, mais l'expérience de quelques enseignants et enseignants engagés dans le projet Ensience pour la réussite démontre le contraire : la création d'un laboratoire mobile est réalisable, à un coût abordable et a un impact réel sur les apprentissages des jeunes.

En effet, les observations issues du projet démontrent que les moments offerts aux élèves pour la manipulation d'outils ont un impact important dans leur processus d'engagement et d'apprentissage. Concrètement, cela signifie qu'en permettant aux élèves de faire ces manipulations, nous favorisons l'émergence d'une réflexion sur le choix des outils à employer. À titre d'exemple, nous avons observé des discussions au sujet des outils de mesure à utiliser pour confirmer ou infirmer les hypothèses choisies lors d'une démarche d'investigation scientifique.

La constitution d'un laboratoire mobile : considérations générales

Il est évidemment important de s'interroger, au départ, sur ses besoins relatifs à la création du laboratoire pédagogique. Le laboratoire gagne à être conçu de manière à permettre de classer le matériel grâce à des consignes d'utilisation et de rangement claires, à faciliter le transport du matériel à l'intérieur d'un établissement, à favoriser le partage entre les classes d'une même école. Un accès à un lavabo et à de l'eau est également utile.

Différents fournisseurs proposent des meubles-laboratoires, mais il est également possible de le bâtir selon ses propres besoins. Les figures jointes montrent différents modèles créés par des enseignants et des enseignantes. Merci à monsieur Martin Dugas, de la Commission scolaire de Montréal, et à mesdames Sylvie Gagnon et Daphné Edmond, de la Commission scolaire des Découvreurs, qui ont accepté de partager, sur photo, leurs créations.



Modèle d'inspiration de Martin Dugas, enseignant de science et technologie à la Commission scolaire de Montréal et lauréat du prix Raymond-Gervais 2016 (<http://www.calameo.com/read/005181483e465f77af9b5>).



Lavabo mobile construit par Sylvie Gagnon et Daphné Edmond de la Commission scolaire des Découvreurs, dans le cadre du projet EnScience pour la réussite.

Quel matériel faut-il prévoir pour obtenir un laboratoire mobile pratique et utile?

Bien sûr, le matériel choisi doit être celui qui sera le plus souvent employé dans le contexte de démarches scientifiques et technologiques. Il importe que le choix du matériel à inclure dans un laboratoire mobile reflète les besoins et la réalité des personnes qui l'utiliseront. Aucune liste de matériel ne peut donc se prétendre exhaustive. Le choix des outils et des instruments constituant le laboratoire est donc propre à chaque classe, à chaque milieu, à chaque enseignant ou enseignante.

Voici une liste dont on peut s'inspirer.

- Bêchers gradués (un ensemble de cinq est suggéré)
- Balance à plateaux
- Balance à triple fléau
- Boîte de Petri
- Boîte loupe
- Ciseaux
- Couteau rétractable
- Cylindres gradués (un ensemble de cinq est suggéré)
- Entonnoir
- Éprouvette
- Fascicule sur les risques associés aux activités de science et technologie au primaire
- Loupe à main
- Loupe binoculaire
- Lunettes de sécurité
- Marteau
- Perceuse à main
- Pied à coulisse
- Pince
- Pipette
- Règle en aluminium
- Ruban à mesurer
- Spatule à laboratoire
- Tournevis (un de chaque type : carré, étoile et plat)
- Tapis de coupe
- Thermomètre à l'alcool avec anneau antiroulement

Vous trouverez également sur le site Internet du Centre de développement pédagogique (cdp.wpengine.com/wp-content/uploads/2013/10/objet_guidebricoleur_outil11.pdf) et d'Alloprof (www.alloprof.qc.ca/BV/pages/s1495.aspx) des listes d'outils pour l'enseignement des sciences et de la technologie, notamment au primaire.

Les impacts d'un laboratoire mobile

Dans le cadre du projet, de nombreux effets ont été observés lorsque nous avons encouragé les élèves à utiliser et à manipuler différents outils et instruments dans le cadre d'une démarche d'investigation scientifique. En voici quelques-uns :

- construction de leurs représentations du travail d'un scientifique par l'utilisation contextualisée des outils;
- acquisition de stratégies de travail favorisant et facilitant la résolution de problèmes;
- apprentissage d'un vocabulaire adéquat associé au matériel;
- développement de l'autonomie dans la gestion du matériel, son entretien et le prêt du laboratoire mobile dans les autres classes. Les élèves deviennent des références pour les autres groupes sur les façons d'utiliser ce matériel;
- découverte du monde sous un autre angle (on voit le monde bien différemment à travers l'œil du binoculaire, par exemple);
- expérimentation de l'importance de la rigueur dans le travail scientifique (découverte de la réalité de nos sens qui nous trompent, par exemple);
- raffinement du sens de l'observation.



On remarque également que les élèves qui ont l'habitude d'employer des outils scientifiques ou technologiques au quotidien sont libérés de l'excitation de « jouer » avec les outils qu'ils ressentent au départ. Il leur est alors possible de se concentrer sur ces outils et de recueillir des données, les analyser et les interpréter, tout en continuant à le faire avec plaisir.

Pour conclure, nous vous invitons à consulter la fiche pédagogique Le laboratoire mobile, bien plus qu'une liste de matériel, qui a été conçue par des enseignants, des enseignantes, des conseillers et des conseillères pédagogiques pour accompagner le personnel enseignant dans la démarche de création d'un laboratoire mobile. Cette fiche a été rédigée dans le cadre du projet EnScience pour la réussite de l'Instance régionale de concertation de la Capitale-Nationale et en collaboration avec l'AESTQ, le ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur. Cette fiche est disponible en ligne à l'adresse suivante, : irc-cn.ca/outil/le-laboratoire-mobile-plus-quune-liste-de-materiel/, ainsi que sur la plateforme Prisme prisme.aestq.org/activit%C3%A9/le-laboratoire-mobile-plus-quune-liste-de-materiel/ ■

¹ Le projet EnScience pour la réussite vise l'accompagnement d'équipes-écoles du primaire dans la conception et la mise en œuvre de projets en science et technologie qui permettront de soutenir le développement de la culture scientifique ainsi que le sentiment d'efficacité des enseignants et des enseignantes. Ces projets sont réalisés en collaboration avec des organismes de culture scientifique et technologique permettant ainsi la mise sur pied d'activités pédagogiques significatives liées aux besoins du personnel enseignant et des élèves, d'évaluer les modalités de coconstruction et de mise en œuvre des activités pédagogiques afin d'en documenter les retombées sur la réussite scolaire.

L'AESTQ vous accompagne dans la pandémie!

- Des ressources de vulgarisation (pour les petits et les grands)!
- Des activités pour faire des sciences à la maison!
- Des activités pédagogiques!



aestq.org/infovid-19

Solange Cloutier, dans son élément.

LAURÉATE DU PRIX GASTON-ST-JACQUES 2019

Diana Bellows, Champlain Regional College – Lennoxville

Le travail des techniciens et techniciennes de laboratoire n'est pas suffisamment reconnu. Le prix Gaston-St-Jacques de l'Association pour l'enseignement de la science et de la technologie au Québec (AESTQ), commandité par Prolabec, a été créé pour favoriser cette reconnaissance. Lors de la 15^e journée de formation des techniciens et techniciennes en travaux pratiques de l'AESTQ, ma collègue et chère amie Solange Cloutier a remporté ce prix bien mérité.

Cette récompense, qui a pour le but de souligner les qualités exceptionnelles, l'engagement et la passion d'un technicien ou d'une technicienne en travaux pratiques dans son milieu scolaire et envers ses pairs, met parfaitement en valeur l'admirable parcours professionnel de ma chère collègue.

Le début de l'histoire

À la suite de l'obtention d'un DEC en technique de laboratoire médical, Solange a amorcé sa carrière en milieu hospitalier avant d'occuper un poste de technicienne de laboratoire en recherche au Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke (CHUS) en pharmacologie. Ce poste était associé à de nombreuses tâches, notamment la formation des étudiants et étudiantes de cycles supérieurs ainsi qu'à un projet de recherche. Elle a réalisé, dans l'ensemble, les laboratoires en pharmacologie classique pour le baccalauréat en pharmacologie. Ce gros projet s'est avéré un grand succès grâce à son dur labeur.

Après de nombreuses années consacrées à la recherche, Solange est venue travailler au Champlain College à Lennoxville comme technicienne de laboratoire de chimie. Elle y est depuis maintenant 15 ans.

Au-delà du travail quotidien

Au fil des ans, elle a su tailler sa place dans le département. Ses connaissances et son expertise sont très appréciées, autant par le personnel enseignant que par les gestionnaires et la population étudiante.

À mon arrivée au collège il y a 10 ans, Solange m'a accueilli à bras ouverts, un sourire aux lèvres. J'étais un peu nerveuse de commencer ma carrière, mais elle m'a tout de suite assurée que tout allait bien se passer. Avec son esprit de collaboration, sa passion pour la chimie et son bon contact avec les étudiants et étudiantes, elle m'a guidée dans mes démarches comme enseignante. J'ai tout de suite su que nous allions développer une très belle relation professionnelle, mais Solange est aussi devenue rapidement une amie très précieuse.



Madame Cloutier (au centre) accompagnée de Gaston St-Jacques et de Nathalie Monette (à droite).

Comme vous le savez, une technicienne a beaucoup de responsabilités et assume des tâches très diversifiées. Solange en fait toujours plus que ce que le client demande. Parmi les tâches qu'elle accomplit, outre la préparation et la présence dans les laboratoires, elle prend l'initiative d'aider entre autres à l'organisation de voyages étudiants, aux journées portes ouvertes, à l'occasion de différentes compétitions auxquelles

participent les étudiantes et étudiants (Expo-sciences, concours Génie civilisé), ainsi qu'à la création de nouveaux laboratoires écologiques, au projet intégration, à la gestion du budget et même à la correction de rapports de laboratoire.

Solange est une employée exceptionnelle et un véritable atout pour le collège, en particulier pour le Département de chimie. Elle est très fière de son travail et veille constamment à ce que les étudiants et étudiantes acquièrent la meilleure expérience d'enseignement possible, en plus de voir à ce que le personnel enseignant dispose de toutes les ressources nécessaires pour offrir des cours de qualité. Elle fait preuve d'une grande initiative dans notre département. Un exemple en particulier me vient à l'esprit : grâce à sa lecture constante et à son exploration de nouvelles techniques, innovations, méthodes et avancées générales, elle fait des suggestions et apporte des changements autant dans les laboratoires que dans les cours. Cela simplifie à la fois le travail du personnel enseignant et l'apprentissage des étudiants et étudiantes. Elle sait se mettre à la place de ceux-ci lorsqu'elle effectue son travail, ce qui fait d'elle une bonne critique lorsque nous voulons savoir si notre enseignement semble manquer de clarté ou est trop difficile.

Elle travaille méticuleusement et minutieusement avec une extrême rigueur et voit à ce que tout soit préparé pour les laboratoires. Même si, parfois, il y a plus d'un laboratoire en même temps, elle réussit à merveille.

Solange est plus que disponible pour toutes les personnes qui utilisent les laboratoires. Elle est toujours la première dans le local et la dernière à le quitter en s'assurant que tout le monde a terminé et que tout est rangé correctement. C'est important pour elle : c'est une question de sécurité et de qualité d'expérience en laboratoire pour la population étudiante. Durant les travaux pratiques, elle est très active et présente dans le processus d'apprentissage, elle répond aux questions techniques, et même théoriques, elle présente des méthodes et explique les processus utilisés et ce qui se passe dans l'expérience.

Elle ne se contente pas de préparer les laboratoires et d'y participer : il arrive souvent que des étudiants ou des étudiantes viennent la voir pour préparer leur prélaboratoire ou pour achever leur rapport. Elle est merveilleuse pour répondre à leurs questions en simplifiant et en analysant les concepts. Sa personnalité douce et joyeuse fait en sorte que les apprenants se sentent les bienvenus et à l'aise avec elle.

La chimie, un *must*

Il faut savoir que ce n'est pas une mince tâche que de faire aimer les sciences à de jeunes adultes, pour qui cette matière n'est pas nécessairement une passion. Cependant, à chaque période de laboratoire, Solange réussit à transmettre son amour pour la matière et à faire aimer le travail en laboratoire. Il va sans dire que son approche chaleureuse et sa bienveillance envers les jeunes contribuent très certainement à leur réussite, qui a toujours été chère à ses yeux. L'une des choses qu'ils admirent toujours chez elle, c'est sa capacité à les valoriser en réussissant à faire sentir chacun unique, apprécié et compétent. De plus, son enthousiasme et sa joie de vivre les motivent à se dépasser. Son humour n'est également pas à négliger, car elle a toujours su nous faire rire et ainsi créer un environnement agréable et propice à l'apprentissage.

Son attitude positive, son éthique de travail et son professionnalisme font qu'elle est perçue comme une personne fiable, respectueuse et compétente. Elle fait preuve de courtoisie, d'honnêteté et elle possède un sens des responsabilités dans ses rapports avec ses collègues. Elle fait son travail à merveille, et c'est une chance d'avoir une technicienne de laboratoire aussi dévouée et enthousiaste.

Solange, c'est un plaisir de travailler avec toi. Ton attitude positive, ta détermination, ta fiabilité, ta discipline, ta capacité à communiquer de façon positive et ta productivité sont toujours très appréciées. Merci pour ton énergie et ta vision incroyables!
Thank you my friend!

« Reconnaître le travail des techniciens et des techniciennes en travaux pratiques a toujours été au cœur de nos préoccupations. Afin de souligner leur soutien exceptionnel, le prix Gaston-St-Jacques met en lumière chaque année la contribution importante de l'un ou de l'une d'entre eux.

Les actions saluées de madame Solange Cloutier illustrent notamment le fait qu'elle œuvre en synergie avec ses collègues enseignants à la conception de matériel pédagogique, qu'elle s'implique activement dans la promotion des programmes de sciences auprès des élèves du secondaire et qu'elle organise des sorties en industrie afin de donner la chance aux jeunes de vivre des apprentissages contextualisés en chimie. En plus d'effectuer ces actions avec brio, madame Cloutier assure un leadership au chapitre de la santé et de la sécurité au département de sciences du Collège régional Champlain de Lennoxville. Nous pouvons dire que notre lauréate contribue fortement à la qualité de l'enseignement de la science et de la technologie au Québec.

Une main d'applaudissements pour Solange Cloutier! »

Camille Turcotte
Directrice générale, AESTQ

Travaillons ENSEMBLE pour ressortir de cette crise encore plus forts!

1

Rédiger un article pour Spectre

aestq.org/publications/auteurs/



2

Déposez vos SAÉ sur PRISME

Visionnez les tutoriels (aestq.org/tutoriels-prisme/):

- présentation de prisme
- devenez contributeur
- déposez vos activités;



3

Proposez des ressources pour PRISME

aestq.org/depot-ressources/



4

Soumettez vos propositions pour le congrès

aestq.org/infos_evenement/appele-de-communications-2/



MAIS SURTOUT,
PRENEZ SOIN DE VOTRE
SANTÉ ET DE CELLE
DE VOS PROCHES!

ÉCOLE
EN RÉSEAU

ÉCOLE EN RÉSEAU PERMET AUX ENSEIGNANTS
DE TRAVAILLER À DISTANCE AFIN D'ASSURER
LA CONTINUITÉ SCOLAIRE DE LEURS ÉLÈVES.



À LA DÉCOUVERTE DU MONDE

DES SCIENCES ET DES TECHNOLOGIES!

Plusieurs activités sont présentement ouvertes aux inscriptions, dont :



SPRINT TES SCIENCES
AVEC LE CŒUR DES
SCIENCES



VÉLO QUÉBEC

POUR EN SAVOIR PLUS : www.eer.qc.ca/jumelage

WWW.EER.QC.CA

ÉCOLE
EN RÉSEAU

Éducation
et Enseignement
supérieur

Québec



ALIMENTE TA **VIE**
SAVOURE TON
EMPLOI

Le secteur de la **transformation alimentaire**, c'est près de **70 000** emplois au Québec, du **manuel** au plus **scientifique** !



Viens découvrir ta future carrière !

alimentetavie.com

Activité en milieu scolaire Alimentaire, mon cher!

Atelier où la classe se transforme en usine de fabrication de barres tendres avec des équipes de recherche et développement, de production et de marketing. Soixante-quinze minutes de découvertes sur les professions du secteur de la transformation alimentaire, le tout agrémenté de tests de dégustations.

GRATUIT

Pour vivre cette expérience : admin@csmota.qc.ca

Guide pédagogique offert
GRATUITEMENT
aux enseignants

tabouffe.com

Ta bouffe, du début à la fin !
Jeu interactif où les participants explorent l'île Gourmania sous les directives du chef cuisinier Olivier et découvrent les carrières du bioalimentaire.

Des expertises variées pour nourrir le monde en toute sécurité.

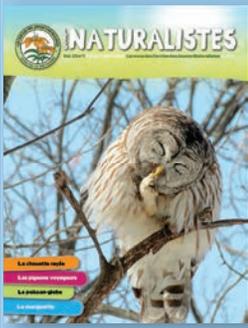
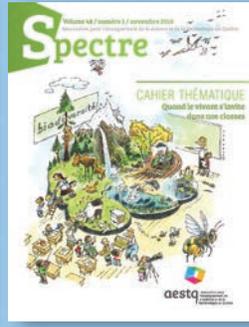


Comité sectoriel de
main-d'œuvre en
transformation
alimentaire

Avec la contribution financière de :

Commission
des partenaires
du marché du travail

Québec



La science grandeur nature



La science se lit aussi ici - acfas.ca/decouvrir | sciencepresse.qc.ca | multim.com

www.magazinesdescience.com