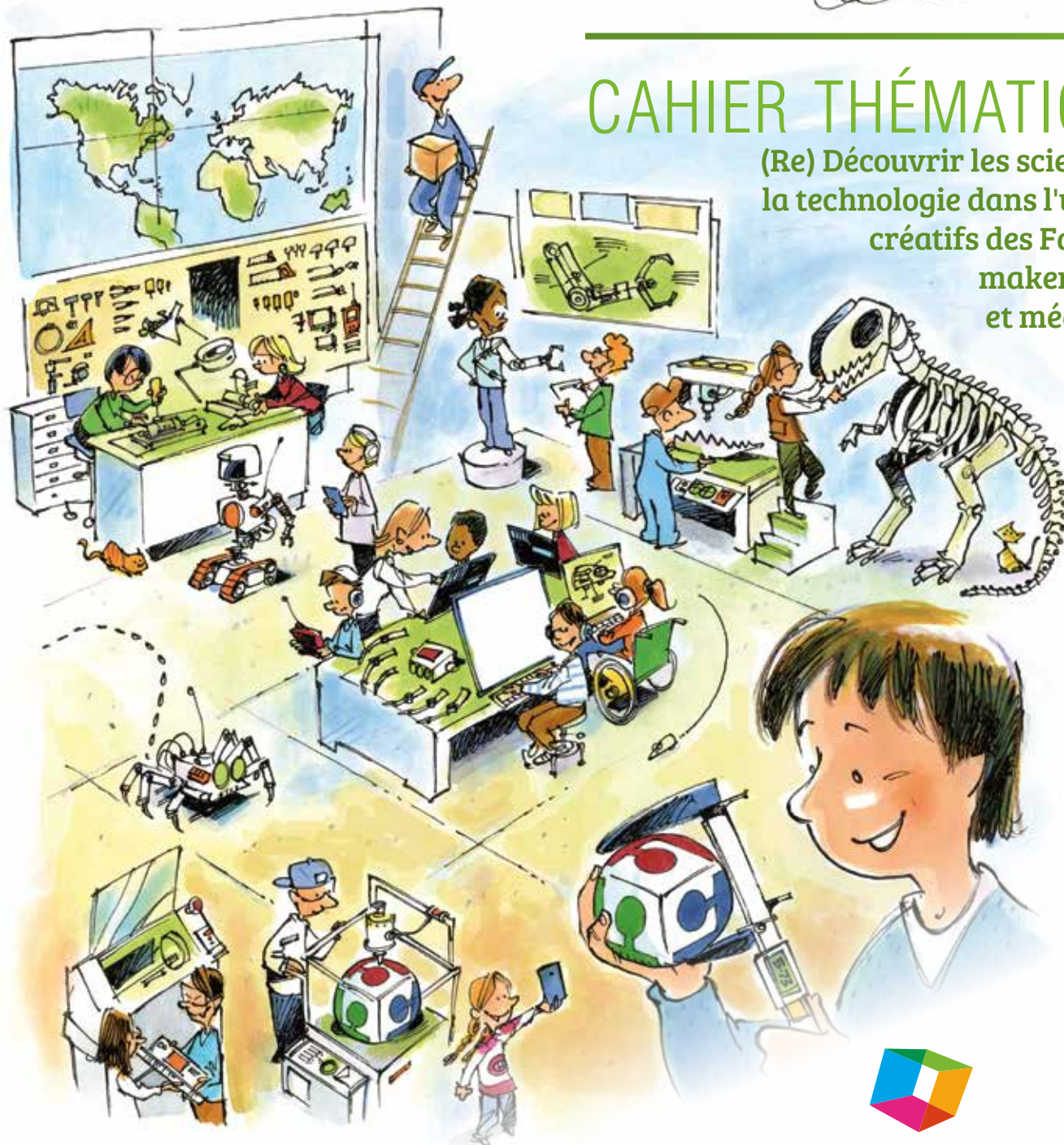


Spectre

Volume 49 / numéro 1 / novembre 2019

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



CAHIER THÉMATIQUE

(Re) Découvrir les sciences et
la technologie dans l'univers
créatifs des FabLabs,
makerspaces
et médialabs



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

Prochaine sortie : l'espace

NOUVEAUTÉS 2019

**L'ASTROLab offre un décollage vers l'infini
avec une expérience renouvelée**

**NOUVEAU FILM ET APPLICATION MOBILE « ÉMERGENCE »
SALLE MULTIMÉDIA 4K | RÉALITÉ VIRTUELLE**



ASTROLab du parc national
du Mont-Mégantic

astrolab.qc.ca

Photo: Rémi Boucher

Sommaire

Spectre / volume 49 / numéro 1 / novembre 2019

Mot du vice-président	4
Mot du rédacteur en chef	5
INFO-AESTQ	
Appel de texte du numéro thématique – Automne 2020	31
CAHIER THÉMATIQUE	
Mot du coordonnateur	6
Du Fab Lab à la Fab City, un nouvel espace d'apprentissage et de partage	7
Faire face à un avenir incertain à travers les activités « maker »	11
Si ce n'est pas un Fab Lab, de quoi s'agit-il?	16
La programmation n'est pas que technologique	18
Les retombées éducatives d'un atelier de fabrication collaboratif	22
Aménager sa classe en laboratoire créatif à peu de frais en adoptant les pratiques de la culture « maker » et en misant sur des défis technocréatifs pour innover	27
CHRONIQUE : LE CAHIER DE LABORATOIRE	
Les défis techniques à relever dans un laboratoire de fabrication numérique	25

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/
Simon Filteau/François Thibault**

Comité de lecture
**Lorie-Marlène Brault-Foisy/Éric Durocher/
Thomas Fournier/Alexandre Gareau/Annick Lafond/
Martin Lahaie/Claude-Émilie Marec/Mathieu Riopel/
Janick Van der Beken/Bénédicte Willame**

Auteurs
**Monique Chartrand/Geoffroi Garon-Épaule/
Ann-Louise Davidson/Nadia Naffi/Margarida Romero/
Jean-Pierre Dufresne/Serge Gagnier**

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 : 4^e trimestre 2019, ISSN 0700-852X



ERRATUM

Veuillez noter que, en page 12 de la version papier du numéro de mai (volume 48. Numéro 3) de la revue *Spectre*, les noms de Mélissa Berthiaume et Marie-Ève Beauséjour, accompagnant les photos, ont été inversés. Nous nous en excusons.

Mot du vice-président

Chers membres, Chères membres,

Je me sentais comme en début d'année, avec de nouveaux élèves, lorsqu'on m'a demandé d'écrire ce premier mot du vice-président. Quelques papillons, une saine fébrilité, mais surtout une grande fierté d'avoir l'occasion d'adresser quelques mots aux lecteurs de Spectre.

Mais de quoi donc allais-je parler? Je me suis dit que, pour une première fois, mieux valait y aller avec un sujet assez bien maîtrisé. De la même manière dont je l'ai expliqué à mes nouveaux élèves il y a quelques semaines à peine, la transparence est une valeur très importante pour moi. C'est dans ce sens que j'ai décidé de vous donner quelques nouvelles de l'administration de notre si chère Association.

Plus précisément, les derniers mois ont vu l'adoption d'un document d'une grande importance pour tout organisme, un plan stratégique. « Mais qu'est-ce et en quoi ça aide mon association à mieux me servir? » vous demandez-vous peut-être. Un plan stratégique est un document dans lequel un organisme explique le plus clairement possible d'où il vient et ce qu'il voit pour l'avenir. Une espèce d'introspection organisationnelle. De cette analyse naîtront les priorités qui seront à l'avant-scène à court et moyen terme.

En quoi établir des priorités est si important? Nos membres, nos bénévoles, nos administrateurs et notre permanence aiment et croient énormément en l'Association, nous voulons donc tout faire et être partout ce qui, malheureusement, n'est pas réaliste! Il est donc nécessaire de cibler certaines avenues et d'en mettre d'autres de côté. Mieux vaut se concentrer sur moins d'objectifs et de les atteindre que de tenter de tout faire, à moitié. Les priorités stratégiques énoncées dans le plan deviennent donc, pour 3 ans, ce sur quoi les ressources (humaines, financières ou temporelles) seront concentrées. Voici donc les 5 priorités, rapidement expliquées, telles qu'adoptées par le conseil d'administration, en juin dernier.

Les dernières années ont vu naître de nombreux projets au sein de l'AESTQ. Cette multiplication des services aux membres ne peut se faire sans une équipe solide à la permanence. C'est pourquoi la première priorité est de **maintenir et développer une permanence solide pour l'Association**.

Plus de projets et de services demandent plus de ressources humaines, ce qui ne peut se faire sans des ressources financières. L'augmentation des revenus de l'Association par un **financement stable et récurrent** est donc la seconde priorité identifiée.

Bien que vous, chers lecteurs, connaissiez probablement assez bien l'AESTQ, ce n'est malheureusement pas le cas de tous nos collègues. C'est pourquoi l'objectif d'**augmenter la notoriété de l'Association** a été ciblé. Il va de pair avec l'objectif suivant qui est d'**augmenter le nombre de membres**, surtout dans les strates qui sont moins bien représentées au sein du membership.

Il faut savoir que l'adoption d'un plan stratégique est une des nombreuses étapes d'un long processus, entamé en 2012, afin d'**actualiser le modèle de gouvernance**. D'association créée et gérée par des bénévoles, nous devenons un organisme plus grand qui doit donc avoir une structure de gouvernance claire et définie. La poursuite de cette évolution est la dernière priorité identifiée par un conseil d'administration auquel je suis fier de siéger, un CA qui a à cœur la saine gestion d'un organisme dont nous pouvons tous être fiers de faire partie!

En espérant que ce premier mot du vice-président aura été plus agréable pour vous que l'est, pour nombre de nos élèves, un premier cours où on leur explique (encore!) de ne rien goûter dans un laboratoire!




Dany Gravel,
Vice-président de l'AESTQ,
Enseignant de science et technologie
École secondaire Pierre-de-Lestage

Mot du rédacteur en chef

Chères lectrices, chers lecteurs,

C'est avec plaisir que je vous présente ce numéro du Spectre sous la thématique des Fab Labs et des ateliers de fabrication collaboratifs. Avec un nombre grandissant d'écoles qui se dotent de technologies telles que des imprimantes 3D ou des découpeuses laser, ces ateliers sont plus que jamais à la portée des enseignants et des élèves. Cependant, peut-être par manque de familiarité avec ces technologies ou encore parce que leurs bénéfices pédagogiques ne nous sont pas évidents, on hésite souvent à les employer. Ce numéro thématique a donc pour but de briser ces barrières en vous faisant découvrir le milieu fascinant des ateliers de fabrication numérique, des Fab Labs et autres espaces « Maker ».

Tout d'abord, **Monique Chartrand et Geoffroi Garon-Épaulé** présentent un aperçu plus global de l'univers des Fab Labs, de la *Fab Foundation* jusqu'à la *Fab City*.

Jean-Pierre Dufresne, quant à lui, démystifie certains espaces qui, bien qu'ils ressemblent en forme et en fonction aux Fab Labs, ne sont pas nécessairement régis par les mêmes règles. Dans un second article, il s'intéresse plutôt aux retombées éducatives potentielles des ateliers de fabrication collaboratifs.

Serge Gagnier, notre coordonnateur invité pour ce numéro thématique, prodigue dans un premier temps de sages conseils pour les enseignants qui souhaiteraient aménager leurs salles de classe en ateliers s'inspirant de la culture « Maker ». Dans le cadre de notre chronique Le cahier de laboratoire, il vous rend ensuite compte de son entretien avec **Olivier Morin**, un technicien œuvrant dans une école dotée d'un Fab Lab, des défis techniques à relever dans ces laboratoires bien particuliers.

Ann-Louise Davidson et Nadia Naffi, afin de vous inspirer à concevoir des activités de type « Maker », décrivent deux projets visant à développer les compétences numériques des élèves.

Finalement, **Margarida Romero** aborde la programmation, une activité qui, au-delà des technologies et des techniques impliquées, peut faire partie d'une démarche plus créatrice accessible à tous.

En espérant que ces articles sauront vous inspirer, je vous souhaite donc une excellente lecture!



François Thibault
Rédacteur en chef
Université du Québec à Montréal

Mot du coordonnateur

Les laboratoires de fabrication : une porte ouverte sur l'innovation

C'est avec une grande fébrilité que nous vous présentons ce numéro thématique sur l'enseignement des sciences et des technologies dans l'univers fascinant des laboratoires de fabrication, les Fab Labs.

Il y a une vingtaine d'années, dans un laboratoire du MIT, le physicien Neil Gershenfeld réunissait différents appareils à la fine pointe de la technologie et invitait ses étudiants à créer tout ce qui leur passait par la tête : le premier Fab Lab voyait le jour! L'idée gagne en popularité avec l'usage de plus en plus répandu des imprimantes 3D. Bientôt, on ouvre des laboratoires de fabrication un peu partout dans le monde : dans les lieux publics comme les bibliothèques, dans les écoles et les universités, dans les entreprises, etc. Et l'école québécoise ne fait pas exception! Au secteur public comme au privé, de plus en plus de budgets sont alloués pour aménager des espaces créatifs et acheter des appareils spécialisés dans le prototypage, la conception et la fabrication : des découpes laser, des fraiseuses de type CNC, des scanners et imprimantes 3D, des postes de travail pour créer des circuits électroniques, des outils de programmation, etc.

Mais comment s'y retrouver? Quelles sont les caractéristiques qui distinguent les différents laboratoires de fabrication entre eux? En quoi les technologies d'un Fab Lab peuvent-elles amener plus loin nos situations d'apprentissage et d'évaluation en sciences et technologie? Quelles sont les connaissances de base à acquérir? En somme, le jeu vaut-il la chandelle?

Pour répondre à ces questions, et à bien d'autres, nous avons réuni l'expertise des acteurs qui œuvrent au sein des Fab Labs, mais aussi des chercheuses et chercheurs, un enseignant, un conseiller pédagogique et un technicien en travaux pratiques afin de vous aider à démystifier ces tiers-lieux.

À l'aube du Sommet Fab City Montréal qui se tiendra en juillet prochain, vous découvrirez que dans ces lieux la science se conjugue avec les arts, la programmation, la créativité, les approches collaboratives, notamment.

Bonnes découvertes!



Serge Gagnier,
Cofondateur *fablabast.org*

Du Fab Lab à la Fab City, un nouvel espace d'apprentissage et de partage

Monique Chartrand et Geoffroi Garon-Épaulé, Communautique

Depuis plusieurs années, l'univers de la fabrication numérique se démocratise à travers le monde et est à l'aube de son expansion massive dans plusieurs sphères de nos sociétés. Depuis plus de 15 ans, le mouvement des laboratoires de fabrication numérique (Fab Lab) s'implante dans le secteur de l'éducation et de l'apprentissage. Au Québec et au Canada, les expérimentations et les projets éducatifs sont en croissance, autant dans les établissements d'enseignement que dans les organisations d'éducation populaire.

La fabrication numérique est plus qu'un moyen de construire un objet adapté et adaptable; c'est aussi un outil pour faire croître les communautés et les personnes qui la composent sur le plan économique et social. L'innovation ouverte, la collaboration entre pairs, le prototypage rapide en mode essai/erreur, la documentation ouverte des projets et le partage de savoir-faire à la communauté d'innovateurs sont au cœur des modes d'apprentissage et de production de demain.

Déjà, les entreprises, incubateurs, accélérateurs, institutions publiques ainsi que les espaces coopératifs et communautaires s'appuient sur l'infrastructure des Fab Labs pour explorer et tester de nouvelles formes d'innovation. Plus récemment, le mouvement des Fab Labs s'est déployé dans des enjeux de production locale, d'innovation sociale, de vivre ensemble dans les quartiers, les villages et les villes.

Nous en sommes aux débuts de cette révolution. Nous entrons dans l'ère de l'apprentissage personnalisé, concret et ouvert, mais aussi dans celui de l'objet matériel open source, de l'*open fabrication* et de l'*open design*, ainsi que du « faire ensemble ».

Qu'est-ce qu'un Fab Lab?

Le mouvement des Fab Labs lancé à l'Institut de technologie du Massachusetts (MIT) repose, au départ, sur les concepteurs qui se demandaient comment une communauté pourrait devenir plus créative et productive si elle avait accès à une technologie à l'échelle locale. Un Fab Lab est donc un atelier communautaire en réseau qui met à la disposition des utilisateurs des machines-outils pilotées par ordinateur pouvant fabriquer ou modifier rapidement des biens de nature variée et les savoir-faire pour les accompagner. Les Fab Labs, basés sur les principes d'ouverture et de collaboration, offrent ainsi l'accès à un ensemble de machines à commande numérique. Ce sont des lieux par

excellence pour impliquer les citoyens dans la critique et la résolution des problèmes de la communauté en utilisant des ressources locales.

Un Fab Lab met à la disposition de la communauté les machines (impression 3D, découpage laser, fraisage, électronique, etc.) et les connaissances nécessaires pour produire des objets/prototypes de toutes sortes. Il intéresse à la fois les entreprises, les entrepreneurs, les laboratoires de recherche, les écoles et les fabers en leur offrant des moyens de conception numérique professionnels ainsi que l'accès aux outils de prototypage rapide. Pour initier les utilisateurs à cet outillage complexe, une équipe de médiation accueille et accompagne les usagers. Elle favorise la collaboration, anime la communauté et met en œuvre la charte des Fab Labs pour favoriser une culture de l'expérimentation et du partage. Cette standardisation minimale des espaces facilite la collaboration mondiale et le partage de connaissances.

QUATRE ÉLÉMENTS-CLÉS SOUS-TENDENT LA RECONNAISSANCE D'UN FAB LAB PAR LA FAB FOUNDATION :

- offrir un accès au public en tout ou en partie;
- adhérer à la Charte des Fab Labs;
- partager un ensemble commun de machines-outils et de processus;
- participer aux réseaux des Fab Labs (formation, événement, projet).

LA CHARTE ÉNONCE LES PRINCIPES ET LES VALEURS SUIVANTS.

- Mission : rendre possible l'invention grâce à un réseau mondial de laboratoires et d'ateliers de fabrication numérique.
- Accès : ouvert à tous ceux souhaitant apprendre à utiliser cette technologie et à partager l'espace avec les autres utilisateurs.
- Éducation : tous contribuent à la capitalisation des connaissances et à l'instruction des autres utilisateurs.
- Responsabilité :
 - La sécurité : savoir travailler sans mettre en danger d'autres personnes ni endommager les machines,
 - La propreté : laisser le lab plus propre que vous ne l'avez trouvé.
 - La continuité : contribuer à entretenir et réparer les outils, à gérer les stocks de fournitures et à rendre compte des incidents.
- Secret : les concepts et les processus développés dans les Fab Labs doivent demeurer disponibles pour un usage individuel même si la propriété intellectuelle peut être protégée.
- Commercial : des activités commerciales peuvent être initiées dans les Fab Labs, mais elles ne doivent pas faire obstacle à l'accès ouvert. Elles doivent se développer au-delà du lab plutôt qu'en son sein et bénéficier à leur tour aux inventeurs, aux labs et aux réseaux qui ont contribué à leur succès.

Depuis l'établissement du concept au Center for Bits and Atoms du MIT il y a 18 ans, le réseau international des Fab Labs compte aujourd'hui plus de 1750 Fab Labs homologués à la Fab Foundation et répartis dans plus d'une centaine de pays. Le portail Fablabs.io répertorie et présente l'ensemble des Fab Labs reconnus ici et à l'international.

Le Fab Lab et le milieu de l'éducation

Le Fab Lab vient répondre au besoin d'initier les jeunes et les apprenants aux nouvelles technologies par de l'expérimentation pratique, permettant d'explorer un cycle pédagogique qui engage d'abord un processus d'action, de motivation et d'idéation. Concrètement, il permet de réaliser des activités d'apprentissage avec une approche de pédagogie active, soit lorsque l'apprenant ou l'étudiant participe à l'ensemble du processus d'apprentissages.

L'une des principales portes d'entrée de l'usage des Fab Labs dans le monde de l'éducation est l'approche éducative par discipline,

soit STIM (science, technologie, ingénierie, mathématique) à laquelle l'on ajoute le « A » pour art, soit STIMA. Il existe plusieurs stratégies d'enseignement qui permettent de mettre en valeur la participation active de l'apprenant et de valoriser l'expérimentation en contexte réel des Fab Labs. Voici trois stratégies possibles en Fab Labs :

- **l'apprentissage par projet** (*project-based learning*) consiste à développer des apprentissages par la réalisation de projets concrets. L'accent est orienté sur l'apprenant et son projet au moyen d'une construction de connaissance plus autonome (EduTechWiki, 2018). Un bon exemple serait Farmbot, un projet d'agriculture urbaine numérique invitant les élèves à construire une machine agricole robotisée à l'aide d'un Fab Lab;
- **l'apprentissage par le design** (*design-based learning*) s'inscrit dans la pensée design (*design thinking*), un processus de résolution de problèmes par prototypage s'apparentant à la démarche de conception technologique et comportant des phases de découverte, d'interprétation, d'idéation, d'expérimentation et d'évaluation, et dont l'objectif est la recherche de solutions (Collège Saint-Anne, 2016);
- **l'apprentissage par enquête** (*inquiry-based learning*) consiste à utiliser une démarche plus scientifique pour explorer le monde. L'enquête incite les élèves à poser des questions significatives, à participer à des activités pratiques qui génèrent des réponses et à trouver des solutions aux problèmes (Parlons Sciences, 2018). Par exemple, le programme Tomatosphère de Parlons Sciences sur l'agriculture dans l'espace utilise cette approche.

Plusieurs organisations partagent des contenus et un guide d'activité pédagogique en mode STIM comme Discovery Education STEM, Siemens STEM Day et Manufacture Your Future.

Dans ce sens, le projet SCOPES-DF de la Fab Foundation est un portail Web qui regroupe une communauté d'enseignants pour faciliter le partage et le remixage d'activités pédagogiques en contexte Fab Lab. Grandement orienté vers l'approche STIMA, le site contient plusieurs fiches complètes à utiliser telles quelles ou à adapter selon le contexte d'apprentissage. Il est possible de faire une recherche par thématiques, par technologies utilisées et par niveau scolaire. En 2019, ils ont lancé Fab I Can, un référentiel de compétences pour mieux arrimer l'univers de la fabrication numérique avec le monde de l'éducation et de l'apprentissage.

Ainsi, un Fab Lab peut offrir des stratégies d'enseignement et d'apprentissage innovantes visant la persévérance et la réussite scolaires. Il peut aussi répondre au besoin pressant de stimuler les jeunes quant aux concepts de développement durable, en abordant entre autres la réparabilité des objets et le cycle de vie des matériaux.

L'apprentissage dans un Fab Lab et la participation à celui-ci permettent de faire naître un sentiment de compétence et de confiance par rapport aux technologies, de faire vivre une expérience transdisciplinaire et de se familiariser avec

les composantes des technologies numériques et avec la « philosophie » du faites-le-ensemble et du développement en culture ouverte.

Il offre aussi un espace de développement des compétences du 21^e siècle comme la collaboration, la communication, les compétences numériques, les habiletés sociales et culturelles, la citoyenneté, la créativité, la pensée critique, etc. C'est aussi une occasion de développer des compétences « maker » comme la pensée géométrique, le sens spatial, le passage de l'observation au raisonnement, la transmission des savoirs et des compétences, la gestion de projet et l'écoute des besoins réels de sa collectivité.

Depuis quelques années au Québec, plusieurs établissements d'enseignement ont mis en place des Fab Labs dans divers contextes. Aux niveaux primaire et secondaire, il y a Fab Lab CSMB (Commission scolaire Marguerite-Bourgeois), Fabrique Beauvois (Collège Beauvois), LCC Fab Lab (LCC College), Fab Lab AST (Académie Sainte-Thérèse) et ArchiTech (Collège de Montréal). Au niveau collégial, il y a Fabulle (Cégep de Rivière-du-Loup), Fabrique Ahuntsic (Collège Ahuntsic) et Fab Lab des cégeps (Cégep de l'Outaouais). Au niveau universitaire, il y a Polyfab Normand Brais (Polytechnique Montréal), Education Makers (Université Concordia) et Fablab Éaul (Université Laval).

Tous ont aménagé des espaces dotés de technologies à commande numérique, certains ont offert des activités parascolaires, d'autres les ont intégrées dans le parcours régulier des programmes, plusieurs ont documenté les projets réalisés et participé au rayonnement du mouvement. Ils font partie du réseau Fab Labs Québec qui joue un rôle de vitrine des différents Fab Labs dans la province depuis l'ouverture du tout premier en 2011 à Montréal (échoFab). Plusieurs autres types d'organisation ont déployé des Fab Lab au Québec, comme dans le secteur des arts et de la culture (bibliothèques, musées), dans le milieu communautaire et dans celui de l'entrepreneuriat (startup).

Qu'est-ce que la Fab City?

Le mouvement global Fab City reprend les idéaux du Fab Lab – la connectivité, la culture ouverte et la créativité – et les porte à l'échelle de la ville.

L'initiative globale Fab City agit ainsi comme infrastructure mondiale et source de connaissances pour la transformation radicale de notre façon de travailler, de vivre et d'évoluer dans les villes. L'objectif du réseau est de connecter internationalement dans un réseau de pratiques et d'actions les villes qui souhaitent amorcer des actions structurantes pour atteindre leur autosuffisance. Des villes localement productives et globalement connectées.

L'initiative Fab City émerge du réseau international des Fab Labs qui étudient l'avenir des matériaux, la citoyenneté, la fabrication et l'entrepreneuriat et y œuvre en proximité. Elle aide les dirigeants municipaux, les acteurs qui font la ville, dont les citoyens, à développer des villes productives à l'échelle locale, en collaboration avec les communautés, les entreprises et les institutions, revitalisant l'infrastructure manufacturière

et stimulant une nouvelle économie. L'objectif principal de ce mouvement : que les villes participantes deviennent autosuffisantes d'ici 2054.

La Fab City propose ainsi un nouveau modèle urbain et industriel permettant à la ville de produire localement la majorité de ce qu'elle consomme, connectée à un réseau mondial de territoires qui mettent en place des stratégies similaires. Elle déploie un nouveau modèle de production résiliente et locale (énergie, eau, alimentation, manufacture, distribution, mobilité) qui place la ville et ses citoyens au cœur de la création, de la distribution et de la réutilisation de la grande majorité de ce qu'ils consomment. C'est un projet ambitieux, itératif et connecté à un réseau mondial de villes qui se sont engagées en ce sens et qui partagent outils et meilleures pratiques.

Ainsi, depuis 2014, c'est 34 villes et régions qui se sont déjà jointes à l'initiative globale Fab City.

Un mouvement mondial en croissance continue

C'est dans ce contexte effervescent de l'univers des Fab Labs et du mouvement Fab City que Montréal a été choisie pour accueillir deux rencontres mondiales et une exposition grand public, au cœur du mouvement de transformation économique et sociale, du 25 juillet au 2 août 2020 :

- le FAB16-MTL, 16^e rencontre internationale des Fab Labs;
- le Fab City Summit Montréal, 5^e rencontre internationale des Fab City;
- le Campus Fab City Montréal, expo universelle des Fab City.

La métropole est un terreau fertile d'innovations en aménagement du territoire, en développement social, culturel, économique et durable ainsi qu'en économie circulaire et collaborative. Communautaire propose, dans ce contexte, un chantier d'actions pour les trois prochaines années permettant une appropriation du mouvement global Fab City par les acteurs montréalais pouvant contribuer à transformer Montréal, ville apprenante, en Fab City.

À propos de Communautique

Communautique en tant qu'organisme de formation continue œuvre depuis 20 ans à la démocratisation des technologies dans une perspective de développement durable, économique et social. Il est précurseur de l'arrivée des living labs, qu'il a contribué grandement à faire connaître, et de l'avènement des Fab Labs au Québec. Il a ouvert échofab, le premier Fab Lab au Canada, et codéveloppé le réseau Fab Labs Québec. ■



MONIQUE
CHARTRAND



GEOFFROI
GARON-ÉPAULE

RÉFÉRENCES

Collège Saint-Anne (2016). *Stratégies et méthodes d'enseignement*. Repéré à http://innovation.sainteanne.ca/wp-content/uploads/2016/09/CoursDeDemain2_F-1.pdf

EduTechWiki (2018). *Créer une nouvelle sous-page production vidéographie*. Repéré à http://edutechwiki.unige.ch/fr/Apprentissage_par_projet

Parlons sciences (2018). *L'apprentissage par l'enquête*. Repéré à <http://tomatosphere.parlonssciences.ca/Ressources/Enquete.aspx>

Faire face à un avenir incertain à travers les activités « maker »

CONCEVOIR UNE TABLE D'ARCADE OU UN ABAT-JOUR DE MYCÉLIUM POUR FAVORISER L'APPRENTISSAGE DES COMPÉTENCES NUMÉRIQUES

Ann-Louise Davidson, Chaire de recherche de l'Université Concordia en culture maker, Université Concordia

Nadia Naffi, Chaire de leadership en enseignement sur la transformation durable des pratiques pédagogiques en contexte numérique, Université Laval

Ce texte constitue une réflexion sur les pratiques du groupe de recherche *Education Makers* (www.educationmakers.ca) à #MilieuxMake, le makerspace (atelier de fabrication collaboratif) de l'Institut artistique, culturel et technologique Milieux à l'Université Concordia. Nous présenterons d'abord le contexte du développement des compétences numériques et leur pédagogie sous-jacente. Ensuite, nous nous pencherons sur le projet entrepris par les *Éducation Makers* et nous décrirons deux exemples d'activités complexes, inclusives, interdisciplinaires et intergénérationnelles. Finalement, nous offrirons des pistes de réflexion pour permettre aux enseignants de mettre en œuvre de tels projets.

Le contexte du développement des compétences numériques et la pédagogie sous-jacente

Combien d'entre nous avons jeté ces consoles de jeux vidéos à la poubelle une fois qu'elles ne fonctionnaient plus? Pour le commun des mortels, diagnostiquer le problème s'avérait très difficile. À cette époque, il était presque impossible de se procurer les pièces nécessaires sans avoir accès à un détaillant spécialisé, qui n'avait certainement pas pignon sur rue au Québec. Quant aux consoles de jeux vidéos qui fonctionnaient encore, elles passaient de mode avant d'être reléguées aux placards, puis jetées pour faire de la place. Durant ces décennies, nous n'avons pas compris comment nos habitudes de consommation de technologies diverses avaient un lien direct avec la dégradation de l'environnement. Nous avons pollué, et continuons de le faire, pour produire des objets de consommation, que nous jetons dès que nous n'en voyons plus l'utilité.

Pendant ce temps, la Terre se détériore, et nous ne reconnaissons pas encore que nos actions quotidiennes ont un impact important sur notre environnement; l'ampleur de la crise planétaire nécessite des changements draconiens d'envergure systémique (Nansen, 2018). Ces bouleversements exigent le développement de compétences dites du 21^e siècle. À cet effet, le modèle de Ananiadou et Claro (2009), issu de nombreuses consultations et synthèses, comporte trois dimensions : information, communication, éthique et impact social. Ce modèle souligne que le fait d'avoir accès à l'information ou d'en produire n'est pas suffisant. Il faut aussi que chaque

individu apprenne à communiquer de manière efficace, sache collaborer en mode présentiel, mais aussi en mode virtuel, et puisse endosser la responsabilité sociale et son impact social au moyen de la pensée critique et éthique.

Dans la même veine, la compétence numérique mise de l'avant par le ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (MEEES) dans le nouveau *Plan d'action numérique en éducation et en enseignement supérieur* (MEEES, 2018) propose de remettre de nombreuses dimensions humaines au centre des technologies. Étala sur cinq ans, ce plan a comme objectif de préparer le Québec à intégrer et à exploiter le numérique dans le contexte de la quatrième révolution industrielle annoncée par Schwab (2016). En effet, cette révolution demandera des compétences numériques accrues autant pour les jeunes que pour les travailleurs déjà en poste, ainsi que pour les personnes retraitées, et ce, à l'échelle planétaire. Tous les secteurs seront touchés par l'accélération du numérique, de ses environnements (par exemple, les villes intelligentes et les environnements virtuels et augmentés), ses agents (par exemple, l'intelligence artificielle, les drones, les robots) et ses matériaux (par exemple, les polymères et les biomatériaux). La vitesse à laquelle l'information est produite et partagée change notre rapport à l'information et aux contacts sociaux, de sorte que la réalité que l'on connaissait avant l'ère du numérique a complètement changé. Prenons la réparation quasi impossible de notre console de jeu vidéo dans les années 1980. Aujourd'hui, il existe de nombreux sites et guides de réparation en ligne (par exemple : <https://howchoo.com/g/zmrhngnwm/ultimate-original-game-boy-troubleshooting-and-repair-guide> ou https://www.ifixit.com/Device/Game_Console) qui rendraient la mission tout à fait réaliste.

De plus, dans la foulée du *Cadre de référence de la compétence numérique* (MEES, 2019) présenté au printemps dernier, qui préconise la dimension éthique et la pensée critique, il est urgent et essentiel de se pencher sur la question des activités numériques qui permettent de réfléchir à des thèmes et à des défis de grande envergure.

Le contexte dans lequel se présente le Cadre est très large. Nous vivons au quotidien avec des technologies très puissantes qui peuvent être exploitées de diverses manières. Oui, il est vrai que nous devons voir à la préparation des travailleurs qui vivront avec les technologies du futur et qui devront utiliser non seulement des interfaces numériques, telles que les téléphones intelligents, les tablettes numériques et les ordinateurs, mais travailler aussi avec l'intelligence artificielle, la réalité augmentée, les drones, les voitures autonomes et les biotechnologies. Ce nouveau contexte de technologies ambiantes et invisibles donnera accès à des affordances plus étendues de nos sens et de notre intelligence individuelle et collective qui nous rappellent les défis auxquels l'humanité fait face.

Comme l'annonce le *Cadre de référence de la compétence numérique*, il faut créer des situations d'apprentissage qui permettent à l'apprenant de développer des habiletés technologiques tout en devenant un citoyen éthique, ce qui peut se faire par l'intermédiaire des douze dimensions (voir la figure 1). Bien que ces dimensions de la compétence soient décrites individuellement, aucune ne peut être développée sans tenir compte des autres dimensions et du contexte dans lequel elles s'acquièrent.



FIGURE 1 :
Les douze dimensions du *Cadre de référence de la compétence numérique* (MEES, 2019, p. 12)

Il revient donc aux pédagogues de concevoir des activités qui sont non seulement porteuses de sens pour les apprenants, mais qui touchent aussi à plusieurs des composantes de la compétence numérique. Cela demande un ancrage dans des problèmes sociaux contemporains.

Le grand projet des *Education Makers*

Dans nos activités à #MilieuxMake (www.educationmakers.ca), le *makerspace* de l'Institut artistique, culturel et technologique Milieux (www.milieux.ca), nous avons exploré les activités de type « maker » qui permettent de développer, entre autres, la citoyenneté éthique, le sens critique, la résolution de problèmes et les compétences sociales au moyen de l'innovation technocréativeⁱⁱ autant en mode présentiel qu'en ligne, avec des valeurs de durabilité, de recyclage et de surcyclageⁱⁱⁱ.

À cet égard, nous avons formé une communauté d'apprentissage réseautée avec des experts interdisciplinaires. Nous avons développé et documenté de nombreux ateliers d'apprentissage de type « maker » qui permettent de réfléchir à des apprentissages sociétaux critiques tout en construisant des compétences techniques, numériques et sociales pour mieux nous préparer à l'avenir. Les sous-sections qui suivent en décrivent deux exemples.

La construction d'une table d'arcade rétro

Il s'agit d'un défi à multiples facettes d'environ 20 heures, qui peut s'étaler sur trois grandes rencontres ou six rencontres plus courtes. Durant l'activité parascolaire, les participants âgés de 11 à 18 ans apprennent à programmer une station d'émulation de jeux vidéo (par exemple, RetroPie) sur un microordinateur Raspberry Pi, transférer des ROMs (*read-only memory*) de jeux vidéo rétro, démonter un écran LCD de sa coquille ou en recycler un provenant d'un ordinateur portable brisé, programmer une manette et des boutons de contrôle pour le jeu, concevoir un prototype pour la disposition des pièces, recycler des hautparleurs ou en fabriquer, brancher les diverses composantes électroniques ensemble, faire la mise à l'essai, recycler une table IKEA Lack (ou une boîte de lait environ), percer et démonter la table pour y assier les pièces, ainsi que coller les pièces ensemble avec divers produits adhésifs.



Nous avons eu du succès en tentant la construction de tables d'arcade rétro avec plusieurs groupes, notamment des jeunes de 11 à 18 ans, ainsi que des étudiants universitaires à #MilieuxMake, le *makerspace* de l'Institut Milieux, et au *makerspace* Chalet Kent, situé dans l'arrondissement Côte-des-Neiges-Notre-Dame-de-Grâce. Selon le niveau et l'intérêt des participants, ce défi peut être suivi de plusieurs autres ateliers, tels que la question des droits d'auteur sur les jeux vidéo, la réutilisation et le surcyclage des matériaux et des technologies, les propriétés des matériaux, les bandes narratives des jeux vidéo rétro, la collaboration et la complexification de la table d'arcade avec deux ou quatre joueurs.

La construction de la table d'arcade touche à quatre des douze dimensions de la compétence numérique en particulier :

- 1) **Dimension 1 - Agir en citoyen éthique à l'ère du numérique** : Après avoir programmé la station d'émulation de jeux vidéo, on doit installer une copie d'un jeu vidéo. Il s'agit d'une superbe occasion pour informer les apprenants de leurs responsabilités éthiques lorsqu'ils jouent avec une copie d'un jeu commercial et des enjeux du piratage électronique des jeux vidéo.
- 2) **Dimension 2 - Développer et mobiliser ses habiletés technologiques** : La programmation de la station d'émulation de jeux vidéo permet à l'apprenant de développer sa pensée computationnelle ainsi que de mobiliser les habiletés nécessaires pour installer le système d'exploitation à partir de divers logiciels et applications. En effet, l'apprenant doit explorer les pièces mécaniques, qui peuvent notamment être surcyclées à partir d'autres appareils, et faire les branchements électroniques.
- 3) **Dimension 5 - Collaborer à l'ère du numérique** : Comme la table d'arcade est un défi à multiples niveaux qui prend une vingtaine d'heures à terminer, il est préférable que les apprenants travaillent en groupe. À plusieurs moments, ils doivent négocier autant l'apparence de l'interface de la station d'émulation que la position des manettes et des boutons, la position de l'écran et ce qui sera affiché. Ils doivent aussi penser aux jeux qui seront utilisés, ce qui peut changer la conception de la table.
- 4) **Dimension 10 - Résoudre une variété de problèmes avec le numérique** : Même si la description de la construction de la table semble simple, elle comporte de multiples défis, et, à plusieurs occasions, l'apprenant doit analyser la situation problématique et proposer des solutions, poser des questions à des personnes en mode présentiel ou en mode virtuel pour concevoir une solution collaborative, ainsi que mobiliser diverses ressources telles que des guides de réparation, des photos, des instructions, des blogues et des forums pour résoudre le problème.

À noter que notre design original a été inspiré de la compagnie Element 14 : <https://www.raspberrypi.org/blog/raspberry-pi-ikea-arcade-table-make-yourself/>

La création d'abat-jours en mycélium

Le mycélium, communément appelé « blanc de champignon », est la partie fibreuse des champignons et de certaines bactéries. Dans cet atelier de *biomaking*, on utilise cet écomatériau ininflammable (Jones et coll. 2017), qui doit d'abord être activé avec de l'eau, de la farine et du sucre, que l'on mélange ensuite à des matériaux composites tels que des résidus de chanvre utilisé pour la confection de vêtements (https://youtu.be/UW_QEGYHuo4) afin de fabriquer un abat-jour. Bien que l'utilisation du mycélium ne soit pas une technologie numérique, l'absence d'un expert en *biomaking* qui a de l'expérience avec cet écomatériau entraîne le développement de compétences connexes, telles que les compétences informationnelles (savoir trouver l'information), les compétences de communication en ligne et les compétences critiques (savoir déterminer quelle source d'information est crédible).

L'abat-jour se crée en deux ou trois ateliers dans un environnement qui a été lavé avec de l'alcool et en utilisant des gants de latex, pour s'assurer de ne pas contaminer le mycélium avec des bactéries. Pendant le premier atelier, les participants créent un moule à partir d'une bouteille enveloppée de pellicule moulante avec une deuxième couche qui doit être formée d'un matériau de plastique comme du papier bulle recyclé de sorte à former une fente entre la bouteille et la couche supérieure. Les formes pouvant varier grandement, cet atelier dure de une à trois heures. Ensuite, la fente du moule doit être remplie avec le mélange de chanvre inoculé de mycélium et refermée, ce qui peut être fait au premier ou au deuxième atelier. Une période de croissance de 7 à 10 jours doit être respectée, à la température de la pièce. Au cours du dernier atelier, le mycélium doit être démoulé pour révéler la sculpture de l'abat-jour. La sculpture doit être cuite à basse température dans un four (200 °F) pendant quelques heures pour désactiver le champignon. Ensuite, un cordon muni d'une douille de lampe DEL et d'un interrupteur est inséré, de façon que l'ampoule soit à l'intérieur de la forme. Si le trou est trop grand, une forme peut être découpée pour s'assurer que l'ampoule ne touche pas au mycélium directement.



Nous avons connu du succès avec cet atelier aussi bien dans le *biomakerspace* de l'Institut Milieux que dans un centre communautaire où la table et les objets ont été stérilisés. L'atelier a intéressé autant des jeunes de 11 à 18 ans, des étudiants universitaires que des membres de la communauté de tous les âges. Selon le niveau et l'intérêt des participants, l'atelier peut être précédé ou suivi d'une leçon sur la biologie, la propriété des champignons, l'environnement, la sculpture, la collaboration et le design intérieur, le design urbain et l'entrepreneuriat.

Pour ce qui est des abat-jours en mycélium, comme l'activité utilise des matériaux organiques, la perspective est un peu différente, et l'activité vise surtout à montrer aux participants à agir en citoyen éthique à l'ère du numérique, mais elle touche aussi aux quatre dimensions suivantes :

- 1) **Dimension 3 - Exploiter le potentiel du numérique pour l'apprentissage** : Pour comprendre les comportements du mycélium, l'apprenant doit consulter de nombreuses ressources en ligne, incluant des articles informationnels, des vidéos et des forums de discussion. L'apprenant alimente sa curiosité en visitant les divers sites d'information afin de comprendre comment les gens s'y prennent pour activer le mycélium et le former. Il développe aussi sa compétence disciplinaire en ce qui a trait à la biologie et à la composante artistique pour la fabrication du moule dans lequel le mycélium prendra la forme du mycélium.
- 2) **Dimension 4 - Développer et mobiliser sa culture informationnelle** : L'apprenant doit savoir discriminer l'information pour choisir des sites crédibles qui offrent de l'information juste. Une technique de triangulation de l'information pourra être enseignée en utilisant des critères bien précis négociés en classe avec l'enseignant.
- 3) **Dimension 9 - Adopter une perspective de développement personnel et professionnel avec le numérique dans une posture d'autonomisation** : De nombreux « makers » utilisent les biomatériaux pour leur entreprise (fréquemment des entreprises en démarrage). L'apprenant se familiarise avec le potentiel de ce biomatériau en tant que produit commercial pour les activités des jeunes entrepreneurs en consultant des ressources en ligne et en se familiarisant avec l'histoire de ces jeunes.
- 4) **Dimension 12 - Innover et faire preuve de créativité avec le numérique** : En créant l'abat-jour de mycélium, l'apprenant doit faire preuve de créativité et mobiliser ses compétences numériques pour la recherche d'idées et pour cibler un processus de création. L'apprenant doit être réceptif et ouvert pour comprendre les propriétés de ce biomatériau, mais aussi pour savoir ce qu'il est possible de réaliser et quelles techniques sont les meilleures pour créer le moule de l'abat-jour.

À noter que la conception de cet atelier provient de la recherche de maîtrise de Théo Chauvirey, designer de l'environnement : <https://www.index-design.ca/article/a-la-decouverte-des-ecomateriaux-le-mycelium>.

Comment créer des projets « maker » complexes et motivants?

Il n'y a pas de recette magique pour créer des projets « maker ». Il n'existe pas non plus de meilleures pratiques, parce que tout dépend du contexte (formel ou informel), de l'âge des apprenants, des ressources disponibles, des connaissances de l'enseignant et des membres de la communauté qui peuvent y participer.

Par contre, certains moyens peuvent favoriser la mise en place de pratiques gagnantes. Par exemple, comme dans le cas des deux projets décrits précédemment, l'enseignant doit tout d'abord se familiariser avec le processus de création et avec les erreurs que l'on peut commettre et les défis qu'on doit relever durant le processus. L'enseignant a donc deux possibilités. Il peut soit passer à travers le processus en construisant une table d'arcade ou en créant un abat-jour de mycélium, soit demander l'aide de quelqu'un qui en a fait l'expérience et qui peut agir comme personne-ressource, en présence ou en ligne, pour répondre aux questions et donner des conseils.

L'autre aspect important est de planifier l'activité en s'assurant d'avoir tous les matériaux requis et les ressources nécessaires avant de commencer. Il arrive que le matériel prenne du temps à commander, et le fait de ne pas avoir suffisamment de matériel pour le groupe peut s'avérer décevant. Nous suggérons aussi de commander du matériel supplémentaire parce qu'il peut arriver que certains éléments soient défectueux ou qu'un bris survienne, ce qui est frustrant pour les apprenants qui ne peuvent pas terminer le projet.

Finalement, ces projets demandent de faciliter les activités plutôt que d'enseigner. Au lieu de donner des directives, il faut conseiller et questionner les apprenants. Certes, cette façon de faire demande un peu de temps, mais lorsque les apprenants sont absorbés dans des projets aussi complexes, s'adaptent aux conditions changeantes, règlent les problèmes parce qu'ils ont compris, créent de toutes pièces, réfléchissent de manière critique, prennent des décisions eux-mêmes et utilisent la pensée informatique créative, l'apprentissage a tendance à être plus significatif et durable.

Conclusion

Somme toute, l'adaptabilité, la résolution de problèmes, la créativité, la pensée critique, le leadership, la pensée informatique créative, la littératie numérique, la communication et la collaboration – toutes des compétences clés pour un avenir de travail incertain – sont au menu dans les activités des *Education Makers*.

Chaque activité est ancrée dans un problème complexe qui requiert un travail d'exploration individuel et collaboratif pour essayer de relever les défis et de trouver les stratégies adéquates pour y arriver. Parmi ces stratégies figurent la mise à profit des compétences individuelles au service du groupe, l'utilisation des médias sociaux pour se réseauter avec des experts et échanger des solutions, la participation à des communautés de pratique et le partage des découvertes.

Devant un problème complexe, avec une technologie souvent jamais utilisée, les participants aux activités « maker » développent leur patience quant au nombre d'essais, leur tolérance à l'erreur, voire une appréciation de la valeur d'apprendre à la suite de leurs erreurs. Ils acquièrent le courage d'essayer des outils qui leur étaient inconnus, de se lancer dans des expérimentations et de documenter les facteurs qui mènent à la réussite.

L'avenir du travail est incertain. Les technologies sont en évolution constante, et peu importe ce que nous faisons, il est impossible de préparer les jeunes pour des tâches définies. Par contre, nous pouvons les outiller pour qu'ils soient capables de faire face à cette ambiguïté et de trouver leur place dans ce futur aléatoire. ■



Devant un problème complexe, avec une technologie souvent jamais utilisée, les participants aux activités « maker » développent leur patience quant au nombre d'essais, leur tolérance à l'erreur, voire une appréciation de la valeur d'apprendre à la suite de leurs erreurs.

L'avenir du travail est incertain. Il est impossible de préparer les jeunes pour des tâches définies. Par contre, nous pouvons les outiller pour qu'ils soient capables de faire face à cette ambiguïté et de trouver leur place dans ce futur.

RÉFÉRENCES

Ananiadou, K. et Claro, M. (2009). 21st Century skills and competences for new millennium learners in OECD countries. *OECD Education Working Papers* n° 41.

Jones, M., Bhat, T, Wang, C. et coll. (2017). *Thermal degradation and fire reaction properties of mycelium composites*. 21st International Conference on Composite Materials, Xi'an, Chine.

Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (MEES) (2018). *Plan d'action numérique en éducation et en enseignement supérieur*. Repéré à http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/ministere/PAN_Plan_action_VF.pdf

Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (MEES) (2019). *Cadre de référence de la compétence numérique*. Repéré à http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/ministere/Cadre-reference-competece-num.pdf

Nansen, K. (2018). *The magnitude of the planetary crisis*. Repéré à <https://theecologist.org/2018/jul/12/magnitude-planetary-crisis-requires-action-similar-size-foeint>

Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum. Genève, Suisse

Romero, M., Lille, B. et Patino, A. (2017). *Usages créatifs du numérique pour l'apprentissage au XXI^e siècle*. Québec, Québec : Presses de l'Université du Québec.

SUGGESTIONS DE LECTURE

Cucinelli, G., Davidson, A.L., Romero, M. et coll. (2018). Intergenerational Learning Through a Participatory Video Game Design Workshop. *Journal of Intergenerational Relationships*, 16(1-2), 146-165.

Davidson, A.-L., Naffi, N. et Duponsel, N. (2018). *Faciliter les activités "maker": Une question de structures rhizomatiques dans l'apprentissage*. Dans P. Plante. Actes de colloque de la CIRTA, TELUQ, Québec, 11-12 octobre 2018. Repéré à https://cirta2018.teluq.ca/teluqDownload.php?file=2019/03/6B_Davidson_Ann-Louise_Nadia_Naffi_Nathalie_Duponsel.pdf

Davidson, A.-L. et Price, D. (2017). Does Your School Have the Maker Fever? –An Experiential Learning Approach To Developing Maker Competencies. *LEARNING Landscapes*, 11(1), 103-120. Repéré à <https://www.learninglandscapes.ca/index.php/learnland/article/view/926>

Pepler, K., Rosenfeld Halverson, E. et Kafai Y. (dir.) (2016). *Makeology. Makerspaces as Learning Environments Vol 1*. New York, NY : Routledge.

Romero, M., Lille, B. et Patino, A. (2017). *Usages créatifs du numérique pour l'apprentissage au XXI^e siècle*. Québec, Québec : Presses de l'Université du Québec.

i Depuis une dizaine d'années, le mouvement « maker » en éducation fait référence aux activités qui utilisent des outils manuels, des technologies émergentes, telles que l'impression 3D et les découpes laser, des logiciels libres, comme Tinkercad, des microcontrôleurs, tel qu'Arduino, et d'autres matériaux qui permettent de développer la résolution de problèmes, la créativité, la pensée critique et la collaboration (Davidson, Naffi et Duponsel, 2018).

ii On peut dire qu'une activité est technocréative lorsqu'elle place l'apprenant devant un défi qui demande d'être résolu de manière créative en utilisant des technologies numériques ou analogiques (Romero, Lille et Patiño, 2017)

iii Surcycler : « action de récupérer des matériaux ou des produits dont on n'a plus l'usage afin de les transformer en matériaux ou produits de qualité ou d'utilité supérieure » (<https://fr.wikipedia.org/wiki/Surcyclage>).

Si ce n'est pas un Fab Lab, de quoi s'agit-il?

Jean-Pierre Dufresne

Le terme Fab Lab est fréquemment utilisé pour désigner un lieu où l'on fabrique des objets à l'aide d'appareils numériques. Toutefois, tous les ateliers n'en sont pas nécessairement un... En effet, il existe plusieurs types d'ateliers de fabrication collaboratifs qui s'apparentent au Fab Lab, mais qui s'en distinguent en raison des différentes pratiques et des équipements qu'on y trouve. Nous présentons ici les principaux concepts liés aux divers espaces collaboratifs.

Les tiers-lieux

Le terme « tiers-lieux » est à la base des différents espaces collaboratifs. Il désigne un espace qui se distingue des principaux lieux que nous utilisons tous les jours, c'est-à-dire le lieu de travail et le lieu de résidence. Les tiers-lieux sont des endroits où des personnes de différentes sphères se regroupent pour collaborer autour de thèmes communs. Ils se trouvent souvent au centre de mouvements sociaux et d'engagement citoyen qui se développent au sein d'une communauté. À titre d'exemple, un jardin communautaire serait un exemple d'un tiers-lieu dans lequel des gens de différents horizons se regroupent en vue de faire un jardin; chacun y cultivera sa petite parcelle de terre tout en collaborant avec les autres participants au moyen d'échanges de plantes, de connaissances et de pratiques. Cette collaboration aura pour effet de développer un sentiment de communauté et d'appartenance chez les participants. Les tiers-lieux ont en commun cet esprit de collaboration pour travailler à l'émergence d'idées en vue de trouver des solutions à des problèmes locaux.

Les ateliers de fabrication collaboratifs – Fab Lab

L'appellation Fab Lab et le logo qui y est associé sont fondées sur un ensemble de normes régies par la Fab Foundation au moyen d'une charte¹. L'adhésion aux valeurs proposées par cette charte offre aux membres de la communauté de faire partie d'un réseau mondial d'ateliers recensés sur le site fablab.ioⁱⁱ. De même, la charte prévoit la présence d'un certain nombre d'appareils particuliers en vue de permettre à un utilisateur

qui se déplace d'un pays à l'autre de reproduire les mêmes réalisations que s'il se trouvait dans son pays d'origine. Ces lieux sont accessibles tant à la communauté en général qu'à des entreprises et s'articulent autour du principe de culture ouverte. La richesse d'un Fab Lab repose avant tout sur sa communauté qui contribue au développement des idées présentées par les différents projets individuels, par la richesse des échanges et par le partage des compétences entre les participants.

Les makerspaces

Les espaces *maker* exploitent les mêmes valeurs communautaires que les Fab Lab. Toutefois, la présence d'appareils de fabrication numériques ne constitue pas un élément fondamental à leur développement. Anne Louise Davidson, du Milieux Institut for Arts, Culture and Technology de l'Université Concordia, affirme qu'un des enjeux liés aux espaces de fabrication collaboratifs est l'importance que l'on accorde aux appareils qu'on y trouve, alors que l'élément central devrait davantage porter sur les processus créatifs qui y sont développés. Selon elle, les crayons, les couteaux utilitaires, le carton et le papier sont les éléments de base que l'on devrait voir dans un espace *maker*. Le cœur d'un tel atelier n'est pas lié aux outils qui s'y trouvent, mais davantage à la profondeur de la communauté qui l'habite.

Les hackerspaces

Il ne s'agit pas d'un endroit de rencontre de pirates informatiques! Au contraire, ce sont des lieux où les passionnés du numérique se réunissent pour développer de nouvelles idées de production de ressources numériques libres, de conception de logiciels libres et de programmation créative.

Les living labs – Les laboratoires vivants

Ces espaces sont axés sur le développement communautaire de solutions pour répondre à des enjeux locaux au moyen de processus innovateurs qui mettent en valeur le rôle de l'utilisateur final. Ils font partie intégrante du processus de développement de ces solutions. Les laboratoires vivants prennent différentes formes. Ils se trouvent dans des établissements éducatifs, comme l'LLio du Cégep de Rivière-du-Loup, de même que dans des organismes locaux tels que des chambres de commerce, comme celle des Laurentides. Dans ce laboratoire, par exemple, les participants développent des solutions pour favoriser le tourisme tout en répondant aux enjeux environnementaux liés aux changements climatiques. Il en va de même dans la région de Lanaudière, où la Corporation de développement économique de la MRC de Joliette (CDEJ) a mis sur pied un living lab dans le but de répondre aux transformations économiques qui touchent la région et d'y apporter des solutions innovantes. Les *living lab* sont également des lieux de rencontre pour des start-ups qui cherchent à trouver des façons différentes d'envisager de nouvelles solutions.

Les muséolabs

Les ateliers de création collaboratifs prennent également naissance dans des musées pour offrir à leurs visiteurs la possibilité d'expérimenter des composantes électroniques et des appareils de fabrication numérique. C'est le cas du Fab Lab du Musée de l'ingéniosité Joseph-Armand-Bombardierⁱⁱⁱ situé à Valcourt et du Mlab-Creaform^{iv} logé au Musée de la civilisation à Québec, qui offrent à leurs visiteurs d'expérimenter différents processus créatifs.

Les bibliolabs

Depuis quelques années, les services qu'offrent les bibliothèques sont en pleine transformation. En effet, ces lieux ont évolué avec les années en proposant à leurs utilisateurs une gamme grandissante de ressources. Le temps où le prêt de livres était le principal service est définitivement révolu. Les bibliothèques modernes proposent aujourd'hui des espaces ouverts incluant des zones de repos et de jeux, des endroits pour travailler en équipe et même des ateliers de fabrication numérique dotés de certains appareils; par exemple, une imprimante 3D ou une découpeuse de vinyle, comme c'est le cas à la bibliothèque de

l'arrondissement Pierrefonds-Roxboro^v qui a récemment ouvert ses portes après deux années de rénovation. Le Benny Fab^{vi} a été la première bibliothèque du réseau des bibliothèques de la Ville de Montréal à intégrer un Fab Lab.

Ce mouvement se traduit également dans les bibliothèques scolaires qui, de plus en plus, intègrent des lieux collaboratifs, comme c'est le cas du Technology Sandbox^{vii} de l'Université Concordia et de la Fabrique Ahuntsic^{viii}. L'avantage d'installer un espace de création collaboratif dans une bibliothèque est de le dissocier d'un département d'enseignement particulier, favorisant ainsi l'accès à tous aux appareils ainsi qu'une cohabitation créative des étudiants des différentes disciplines.

Les médialabs

Toujours dans l'esprit d'un tiers-lieu, les médialabs sont tournés davantage vers la production multimédia. On y trouve les ressources informatiques permettant aux usagers d'y enregistrer des créations musicales ou vidéos et d'en effectuer le montage. Les bibliothèques Félix-Leclerc et Paul-Aimé-Paiement de Québec^x et la bibliothèque de la Ville de Sainte-Julie^x sont des exemples de lieux qui offrent ces services à leurs usagers.

Comme nous avons pu le constater, les espaces collaboratifs prennent différentes formes selon les orientations que leur communauté souhaite leur donner. En ce sens, il importe de se questionner sur les intentions qui soutiennent le développement d'un espace collaboratif. Est-ce fondamental que celui-ci soit un Fab Lab tel que décrit par la charte de la Fab Foundation? Pas nécessairement, car ce qui compte avant tout, c'est la richesse des échanges et de la collaboration qui renforcent les liens de la communauté qui l'occupe. ■



JEAN-PIERRE
DUFRESNE

i <https://www.fabfoundation.org/index.php/the-fab-charter/index.html>

ii <https://www.fablabs.io/>

iii <http://fablab.museebombardier.com/>

iv <https://mlab.mcq.org/>

v http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=8377,93749578&_dad=portal&_schema=PORTAL

vi <http://espaceb.bibliomontreal.com/2017/05/04/benny-fab-un-fab-lab-humain/>

vii <https://library.concordia.ca/locations/technology-sandbox/index.php>

viii <http://ssadp.cahuntsic.ca/fabrique/>

ix <https://www.bibliothequedequebec.qc.ca/services/medialab/index.aspx>

x <https://www.ville.sainte-julie.qc.ca/fr/338/Medialab>

La programmation n'est pas que technologique.

PROGRAMMER : UNE DÉMARCHE SENSIBLE, CULTURELLE ET CITOYENNE POUR RÉSOUDRE DES PROBLÈMES

Margarida Romero, Laboratoire d'Innovation et numérique pour l'Éducation (LINE), Université Côte d'Azur

Quand nous pensons aux métiers de l'informatique, nous imaginons des personnes dotées de compétences ou d'habiletés techniques qui suivent une démarche structurée pour concevoir des programmes informatiques. Dans cet article, nous remettons en question ce stéréotype en présentant les points communs existant entre la programmation et la peinture. En règle générale, quand nous interagissons avec des programmes informatiques, nous avons tendance à assumer leur neutralité technique. Cependant, bien que les algorithmes ne constituent qu'un ensemble d'instructions, ils sont loin d'être neutres. Comme l'enchaînement de mots dans un texte, toute production humaine est sensible à son contexte socioculturel de production et d'utilisation. Nous abordons ici l'apprentissage de la programmation chez les élèves du primaire et du secondaire, selon une démarche qui doit contribuer à leur faire envisager la programmation comme une manière d'agir sur le monde et d'apporter des solutions à des problèmes de types très variés. Cette démarche s'inscrit dans une approche *technocréative* (Romero, Lille et Patino, 2017) selon laquelle la technologie est au service du développement de solutions créatives dans un ensemble de situations de la vie courante et de situations scolaires.

Programmer, au-delà du code, c'est une activité créative!

Au cours des dernières années, les milieux scolaires ont souvent utilisé le mot *codage* pour décrire le fait d'écrire du code. Le code est un ensemble d'instructions écrites en langage informatique. Avec le code, on peut écrire des algorithmes, soit des suites d'opérations ou d'instructions pour résoudre un problème ou obtenir un résultat. Mais la programmation va au-delà de l'écriture d'instructions en langage informatique, car, avant d'entamer l'écriture du code, il faut analyser une situation problème puis développer une démarche de conception (Atlan et coll., 2019). Nous présentons la phase d'analyse du problème comme un élément clé de la sensibilité et du processus de décision qui est nécessaire pour bien programmer. Après l'analyse du problème, il faut choisir des systèmes et des langages informatiques pour créer un programme. La programmation est donc une activité sensible, créative et réflexive, d'autant plus quand la situation-problème offre une certaine marge créative pour faire des choix (Romero et Lille, 2017). Elle nous permet ainsi de mettre en œuvre une *pensée informatique* et créative qui engage l'élève dans une démarche de résolution de problèmes faisant appel aux concepts et procédures informatiques (Wing, 2009).

De l'apprentissage du code aux activités de programmation créative à l'école

L'apprentissage de la programmation a fait son entrée dans de nombreuses écoles primaires et secondaires au Québec et partout dans le monde. Progressivement, la formation des enseignants accompagne le développement des pratiques enseignantes pour introduire l'apprentissage de la programmation en contexte scolaire. Cependant, beaucoup d'entre eux, déjà en exercice, n'ont pas eu la possibilité de se former à l'apprentissage de la programmation et au développement de la pensée informatique au cours de leur formation initiale, de sorte qu'ils ont développé leurs pratiques à partir d'une variété de formations ponctuelles : journées pédagogiques, accompagnement du RÉCIT, ressources et formations de CADRE21, événements autour du numérique en éducation comme l'AQUOPS ou les CréaCamp, communautés de pratiques présentes ou virtuelles, ou encore associations et projets visant l'accompagnement de la programmation à l'école comme Kids Code Jeunesse. La mise sur pied du *Plan d'action numérique en éducation et en enseignement supérieur* (ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur, 2018) et du *Cadre de référence de la compétence numérique* (ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur, 2019) ont été également des facteurs déterminants pour encourager

les écoles à intégrer de manière effective l'apprentissage de la programmation. Dans le contexte favorable que connaît le Québec, un nombre croissant d'enseignantes et d'enseignants ont développé une variété de pratiques de programmation. Dans ce contexte d'émergence, les activités visant l'apprentissage de la programmation à l'école sont d'une grande diversité. Selon le degré d'engagement créatif des élèves, nous pouvons distinguer les activités de *codage* des activités de *programmation créative*. D'une part, les activités de codage visent principalement à apprendre un ensemble de concepts informatiques (séquence, boucle, structure conditionnelle, variable, etc.) et à concevoir une solution de manière plus ou moins guidée pour mettre en pratique les concepts informatiques liés au code. D'autre part, les *activités de programmation créative* invitent l'élève à mobiliser des concepts informatiques pour résoudre une situation-problème d'une certaine complexité. Les activités de codage servent de base à certains concepts informatiques, comme l'apprentissage des structures conditionnelles (si... alors...). Les activités de codage sont souvent orientées vers la compréhension de concepts ou de procédures informatiques décontextualisées. Ces activités permettent de développer une partie de la pensée informatique en lien avec les systèmes formels (code). Les élèves apprennent un ensemble de concepts et de procédures, mais ils ne sont pas engagés dans une situation-problème assez ouverte pour arriver à mobiliser l'ensemble des composantes de la pensée informatique que nous représentons dans la figure ci-dessous.

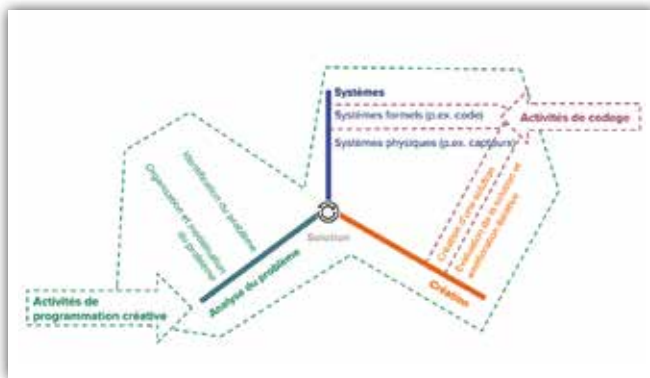


FIGURE 1.
Activités de codage et activités de programmation créative

Dans la figure ci-dessus, nous représentons les six composantes de la pensée informatique (Romero, Lepage et Lille, 2017) que nous considérons comme la capacité à résoudre des problèmes en faisant appel aux concepts et aux procédures informatiques (Wing, 2009). Sur l'axe de l'analyse du problème figure l'identification du problème (COMPO1) et l'organisation et la modélisation du problème (COMPO2). Sur l'axe des systèmes se trouvent les systèmes formels, comprenant le code (COMPO3) et les systèmes physiques (COMPO4). Finalement, sur l'axe de la création sont présentées la création d'une solution (COMPO5) et la démarche d'évaluation de cette solution, ainsi que l'engagement dans une démarche itérative d'amélioration (COMPO6). Ces éléments se retrouvent également dans les composantes de la compétence disciplinaire 1 en science et technologie « Chercher des réponses à des problèmes d'ordre

scientifique et technologique » (gouvernement du Québec, 2004).

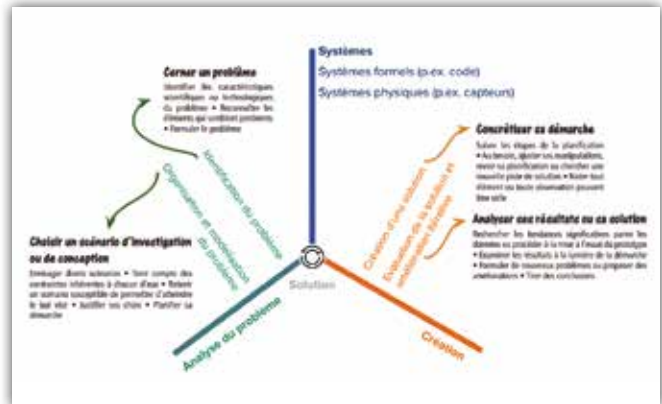


FIGURE 2.
Liens entre les composantes de la compétence 1 en S&T et la pensée informatique.

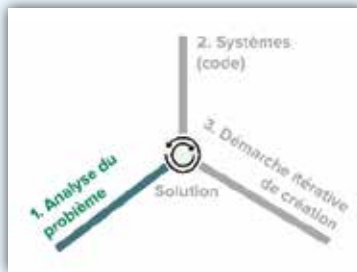
La figure 2 montre que l'identification du problème (COMPO1) peut être associée à la composante « cerner un problème » ; quant à eux, l'organisation et la modélisation du problème (COMPO2) partagent les mêmes objectifs que la composante « Choisir un scénario d'investigation ou de conception ». La création d'une solution (COMPO5) est une forme de « Concrétiser sa démarche » liée à l'usage des systèmes informatiques de type formel et physique (COMPO3 et COMPO4). Finalement, la démarche d'évaluation de cette solution et l'engagement dans une démarche itérative d'amélioration (COMPO6) se retrouvent dans la composante « Analyser ses résultats ou sa création ». Nous pouvons ainsi observer que dans la démarche de pensée informatique proposée par Wing (2009) et opérationnalisée sous forme de six composantes de pensée informatique par Romero, Lepage et Lille (2017), nous trouvons la démarche de la compétence « Chercher des réponses à des problèmes d'ordre scientifique et technologique » du Programme de formation de l'École québécoise, mais d'une manière propre à l'usage de systèmes formels (code) et physiques (par exemple, les capteurs) spécifiques des activités de programmation informatique.

Si nous tenons compte du schéma de la pensée informatique de la figure 1, le périmètre des activités de codage est limité à l'apprentissage du code et à la réalisation d'exercices d'application de manière hautement structurée et guidée. Des activités aussi structurées de codage invitent l'élève à appréhender et à mettre en pratique des concepts informatiques (séquence, boucle, structure conditionnelle, variable, etc.), mais ne couvrent pas la phase d'analyse d'un problème et la démarche itérative d'amélioration des solutions. Ce sont les activités de programmation créative qui engagent les élèves dans une démarche de résolution de problèmes leur permettant de développer la compétence de pensée informatique et non simplement d'acquérir des concepts informatiques.

Première étape dans les activités de programmation créative : l'analyse du problème

Dans cette première étape de la programmation créative, nous considérons la perception de la situation-problème, les décisions de structuration de l'information et la modélisation de cette situation-problème. Tout d'abord, la perception d'une même situation-problème est très différente d'une personne à une autre. Nos expériences personnelles, nos connaissances préalables ainsi que notre état émotionnel à un moment particulier peuvent tous nous conduire à percevoir une même situation de manière fort différente. Imaginons une situation-problème évoquant un véhicule (par exemple, la tâche *CreaCube*, Romero, David et Lille, 2018). Ainsi, un élève qui ne se déplace qu'en voiture risque d'associer le concept de véhicule à celui de voiture, tout en invoquant les caractéristiques des voitures contemporaines qu'il connaît plutôt que celles des premières voitures du siècle dernier. Le caractère historicoculturel de l'analyse du problème est donc très important et devient un élément de discussion majeur au moment où cette analyse est réalisée en équipe. Il est donc essentiel que les élèves prennent conscience du caractère historicoculturel inhérent à toute situation-problème. Exposés à des mises en situation appropriées, ils pourraient envisager des perspectives d'élèves issus d'autres milieux culturels, ou encore d'une autre époque.

En deuxième lieu, devant une situation-problème d'une certaine complexité, les élèves doivent pouvoir repérer et structurer les informations clés. Au moment de choisir les éléments clés d'une situation complexe, la prise de décision au cours du processus de réduction des informations (*data reduction*) tient également compte de la sensibilité et des processus cognitifs des participants lorsqu'ils choisissent le type d'informations qui sont sélectionnées et celles qui sont exclues (Ormerod, 1990). La modélisation d'une situation-problème et son développement comme programme informatique sont un modèle réduit de la réalité. Les choix sur la manière de réduire la complexité de la réalité sur un modèle sont similaires à ceux que doit faire un peintre qui cherche à représenter en deux dimensions une réalité plus complexe. Au moment de peindre, il peut ainsi prioriser le volume en utilisant un style cubiste ou encore la lumière par un style impressionniste. Comme peindre, programmer est une activité qui démarre par une phase d'analyse conduisant à réduire les informations clés selon le choix du participant. Les élèves doivent prendre conscience de l'importance de l'analyse au moment de s'engager dans une activité de programmation créative. Prenons l'exemple d'une situation-problème d'une certaine complexité : la programmation d'une interaction entre des personnages à partir du texte comprenant le dialogue. Dans ce type d'activité, les élèves doivent d'abord pouvoir déterminer le type d'interaction qu'ils



auront à programmer (un dialogue), pour ensuite choisir les informations clés disponibles dans la situation-problème initiale concernant les personnages et les actions. Cet exemple de défi de programmation créatif est disponible dans le guide « Défis de programmation créative : du conte au code avec Scratch et Vibot » à l'adresse <https://goo.gl/bBWG1k>. Le défi créatif « #1b. Vibot et Scratch se rencontrent » est considéré de niveau de difficulté initiale et il est proposé dans le guide après un premier défi au cours duquel les élèves doivent apprendre à corriger le texte associé à l'un des personnages. Au cours des différents défis de programmation créative, les élèves doivent analyser la situation-problème, choisir les éléments clés (personnages, décor, actions, etc.) et ensuite les programmer sur Scratch en réalisant un « remix » du canevas qui est proposé pour chaque défi créatif. Les élèves sont invités à prendre conscience du fait que leur contexte (influence historicoculturelle) influencera la manière dont ils vont comprendre la situation-problème, mais aussi qu'ils peuvent résoudre correctement le défi créatif de différentes façons selon leurs choix concernant les éléments les plus importants (réduction de données) et la manière de les représenter. Comme dans d'autres domaines, la programmation nous engage dans une prise de conscience de la complexité qui nous entoure et du besoin de faire des choix pour réduire et représenter cette réalité.

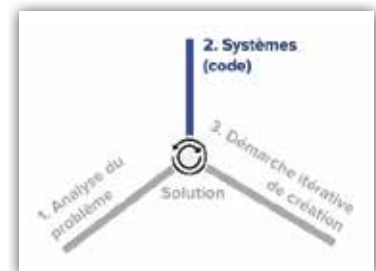
Deuxième étape : les connaissances informatiques liées aux systèmes formels et physiques

Dans les activités de codage, les connaissances informatiques sont apprises de manière souvent isolée par rapport à une situation-problème plus large. Les élèves apprennent des concepts informatiques (séquence, boucle, structure

conditionnelle, variable, etc.) et les mettent en pratique dans des exercices d'application plus ou moins guidés. Dans cette démarche, les connaissances sont donc acquises de manière décontextualisée, sans référence à une situation-problème permettant de mettre en œuvre la pensée informatique.

Dans les activités de programmation créative, le point d'entrée est l'analyse de la situation-problème et la sélection des informations clés à représenter et à modéliser. Ensuite, l'élève doit mobiliser des concepts informatiques appris pour répondre à la situation-problème. Dans ce contexte, les situations-problèmes ayant une certaine complexité requièrent de réinvestir les connaissances informatiques (COMPO3 et COMPO4) et ainsi de réaliser la mise en œuvre de la compétence de pensée informatique.

Bien que ces deux approches soient présentées de manière distincte, il est habituel que des enseignants commencent par des activités de codage pour ensuite accompagner les élèves dans des activités de programmation créative.



Troisième étape : la démarche itérative de création d'une solution

La pensée informatique engage l'élève dans une démarche de résolution de problèmes d'une certaine complexité par laquelle il lui faut mettre à l'essai des concepts informatiques pour pouvoir évaluer la qualité de la solution apportée à la situation-problème. Étant donné la complexité d'analyse d'une situation-problème et de mobilisation des concepts informatiques pour développer une solution, cette gestion de la difficulté peut être étayée par une démarche de prototypage itératif de création d'une solution. Par des prototypages itératifs, l'élève peut évaluer à quel point fonctionne l'utilisation (ou le recours à) des concepts informatiques qui répondent à la situation-problème pour ensuite ajuster la suivante itération jusqu'à en arriver à une solution jugée suffisamment satisfaisante pour résoudre le problème initial. La figure 3 représente la réduction de l'espace problème qui s'opère au fur et à mesure de la démarche itérative.

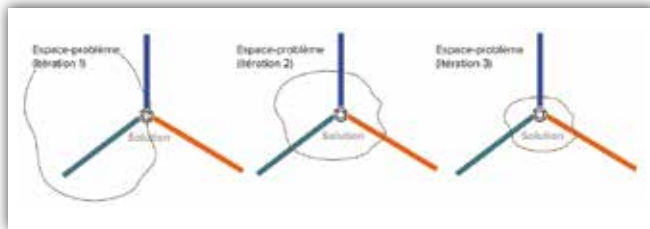


FIGURE 3.

Réduction de l'espace problème initial par une démarche de prototypage itérative

Conclusion

Quand l'apprentissage se réduit aux activités de codage, les élèves peuvent développer une conception technique de l'informatique sans parvenir à appréhender la programmation comme une démarche d'expression créative qui fournira une réponse à des situations-problèmes. Nous invitons le personnel enseignant les enseignants et les enseignantes à ne pas se limiter à des activités de codage, mais à intégrer également des activités de programmation créative à leur enseignement afin que les élèves puissent développer la compétence de pensée informatique. Par cette compétence, ils envisageront la programmation comme une manière d'agir sur le monde et d'apporter des solutions à différents types de problèmes. Souhaitons même que cette pensée informatique ne reste pas qu'une pensée, mais qu'elle devienne une invitation à s'impliquer dans une créativité informatique ou *technocréativité*. ■

RÉFÉRENCES

Atlan, C., Archambault, J.-P., Banus, O. et coll. (2019). Apprentissage de la pensée informatique : de la formation des enseignant.e.s à la formation de tou.te.s les citoyen.ne.s. *EIAH' 19 Wokshop : Apprentissage de la pensée informatique de la maternelle à l'Université : retours d'expériences et passage à l'échelle*. Présenté à Paris, France. Repéré à <https://hal.inria.fr/hal-02145480>

Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (2018). *Plan d'action numérique en éducation et en enseignement supérieur*. Repéré à http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/ministere/PAN_Plan_action_VF.pdf

Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (2019). *Cadre de référence de la compétence numérique*. Repéré à http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/ministere/Cadre-reference-competece-num.pdf.

Ormerod, T. (1990). Human cognition and programming. Dans Hoc, J.M. *Psychology of programming* (p. 63-82). Amsterdam, Pays-Bas : Elsevier.

Romero, M., David, D. et Lille, B. (2018). CreaCube, a playful activity with modular robotics. *Games and Learning Alliance*. Présenté à GALA 2018, Palermo, Italie.

Romero, M., Lepage, A. et Lille, B. (2017). Computational thinking development through creative programming in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14(1), 42.

Romero, M. et Lille, B. (2017). La créativité, au cœur des apprentissages. Dans M. Romero, B. Lille et A. Patino (dir.). *Usages créatifs du numérique pour l'apprentissage au XXI^e siècle* (Vol. 1, p. 41-51). Québec, Québec : Presses de l'Université du Québec.

Romero, M., Lille, B. et Patino, A. (dir.). (2017). *Usages créatifs du numérique pour l'apprentissage au XXI^e siècle* (Vol. 1). Québec, Québec : Presses de l'Université du Québec.

Wing, J. M. (2009). La pensée informatique. *Interstices*. Repéré à https://interstices.info/jcms/c_43267/la-pensee-informatique



Les retombées éducatives d'un atelier de fabrication collaboratif

Jean-Pierre Dufresne

La présence d'ateliers de travail n'est pas nouvelle dans le paysage des établissements scolaires. Qu'il s'agisse d'ateliers d'arts plastiques ou d'ateliers multitechnique pour les cours d'initiation à la technologie et d'économie familiale d'une autre époque, ces espaces constituaient des *makerspaces* en avance sur leur temps. Souvent associés à l'apprentissage de techniques, ils demeuraient l'apanage de quelques enseignants bricoleurs.

Les outils qu'on y trouvait ont évolué au gré des innovations technologiques. La miniaturisation des composantes et la découverte de matériaux et de procédés ont permis la création de nouveaux appareils et la transformation de certains autres. Ces dispositifs sont aujourd'hui à la portée de tous et constituent des ressources supplémentaires pour le personnel enseignant en vue d'exploiter des approches pédagogiques fondées sur la réalisation d'une tâche concrète. Dans cet article, nous poserons un regard sur les retombées d'un atelier de fabrication collaboratif (AFC) dans un établissement scolaire au point de vue du travail de l'enseignant et des effets pour les élèves, et ce, au moyen de quelques exemples de projets.

Une ressource différente

Un AFC offre aux enseignants, aux élèves et à la communauté d'avoir accès à des appareils de fabrication unique et, par le fait même, de pouvoir y créer à peu près tout ce qu'ils désirent. Cet atelier permet de stimuler l'intérêt des élèves envers les nouvelles technologies dans le but d'appliquer les notions théoriques à des projets pratiques d'innovation. Bien qu'il s'agisse d'un local situé dans une école, l'AFC se distingue des autres locaux par sa « personnalité » qui repose sur l'esprit de communauté qui l'habite. Il s'agit d'un lieu ouvert dans lequel les utilisateurs sont des membres actifs rassemblés pour collaborer autour d'enjeux communs.

En raison des outils et des ressources qu'on y trouve, les AFC offrent aux utilisateurs d'y développer des compétences variées. De même, les apprentissages qu'ils y réalisent ne reposent plus sur les instructions d'une seule personne, mais bien sur un processus de recherche fondé sur la collaboration et l'autoévaluation. Dans un contexte scolaire, cela se traduit par la mise en œuvre d'une solution sur une période de temps limitée et dont le déroulement inclut la possibilité de commettre des erreurs et même de réaliser des produits défectueux. La documentation du processus au moyen d'un journal de bord et la capacité d'autoévaluation constituent la pierre angulaire pour démontrer les apprentissages réalisés.

Selon les différentes ressources offertes dans un AFC, les utilisateurs auront l'occasion d'y acquérir des compétences techniques liées à la connaissance des appareils, aux principes sécuritaires de leur utilisation et à leur entretien. Cela fera d'eux des utilisateurs avertis et probablement plus respectueux des biens communautaires. Les participants seront également initiés aux processus créatifs et de codesign qui mènent à la réalisation de produits.

Un AFC leur permettra également de développer la littératie numérique par l'apprentissage des différents logiciels liés à l'exploitation des machines, de la conception assistée par ordinateur, des outils multimédias et de réalités mixtes de même que des langages de programmation. Ces compétences font assurément partie de la réalité actuelle et seront encore plus importantes dans le monde de demain.

La réalisation de projets dans un AFC nécessitera de la part des utilisateurs d'acquérir des compétences interpersonnelles faisant appel à la collaboration, à la communication et à l'ouverture pour profiter de l'apport de la communauté dans le développement de solution.

Comment cela influe-t-il sur le travail de l'enseignant?

Bien que la pédagogie de projet soit une stratégie pédagogique connue depuis très longtemps, elle demeure aujourd'hui sous-utilisée. Un AFC constitue un carré de sable pédagogique exceptionnel pour y tester des approches d'enseignement différentes des pratiques traditionnelles. L'enseignant y voit son rôle de transmetteur de connaissances modifié à celui de superviseur/accompagnateur qui favorisera les apprentissages par la mise en place de projets stimulants alliant des connaissances théoriques à la réalisation de projets créatifs concrets, tout en offrant un soutien particulier aux élèves qui en expriment le besoin.

En mettant en pratique une pédagogie ouverte, l'enseignant offrira une évaluation continue et formative du travail de l'élève en vue de s'assurer d'une intégration adéquate des concepts à l'étude dans le développement de la solution que celui-ci aura élaborée. Le journal de bord constitue en ce sens l'élément essentiel de l'approche. Il devra refléter le processus d'une démarche de recherche dans laquelle figureront les éléments d'organisation, de planification et de recherches. C'est dans ce document que l'enseignant pourra observer les traces des décisions et de l'évaluation du processus de l'élève.

Un projet disciplinaire gagnera toujours à être réalisé en collaboration avec d'autres matières scolaires. En effet, l'approche interdisciplinaire reflète la réalité qu'un enjeu est constitué de multiples facettes et nécessite de faire appel à d'autres connaissances pour y faire face. En ce sens, les projets interdisciplinaires constituent une approche pédagogique efficace, car elle permet aux enseignants de différentes disciplines de se partager le temps et les ressources pour un même projet. De plus, en réussissant à coordonner ce projet, ils mettent en pratique ces mêmes valeurs attendues de la part de leurs élèves.

Le manque de connaissances des outils technologiques présents dans un AFC influe probablement sur la confiance des enseignants qui voudraient se lancer dans un tel projet. Il demeure essentiel que ceux-ci possèdent une bonne compréhension des possibilités et des limites qu'offrent les différents appareils de l'atelier au moment de la planification des projets. Cette situation est tout à fait compréhensible, et il est possible de remédier aux lacunes sans devoir suivre une formation poussée. En effet, la plupart des AFC sont gérés par des *fab managers* qui ont pour rôle de faire connaître les outils de leur atelier aux utilisateurs au moyen de différentes stratégies. En outre, certaines ressources en ligne permettent de voir les possibilités qu'offrent les différents appareils.

Les retombées pour les élèves

Dans le cadre d'un projet réalisé dans un AFC, les élèves profiteront d'un contexte d'apprentissage favorable au développement de compétences transversales ainsi que de ressources qui leur seraient autrement difficilement accessibles.

De plus, la nature même des projets pourra être orientée vers la résolution d'un enjeu local. Le défi sera d'autant plus intéressant s'il s'agit d'un besoin réel que les élèves auront à satisfaire. Ces projets seront plus motivants si l'atelier, à la manière d'un Fab Lab, ouvre ses portes à la communauté du quartier. Les élèves pourraient alors profiter de l'apport des utilisateurs externes qui contribueront à leur projet en partageant leurs expériences variées. Nul doute qu'en s'ouvrant aux enjeux locaux, les élèves y seront d'autant plus conscients et motivés à s'engager davantage en tant que citoyens.

Sur le plan scolaire, les projets ainsi réalisés favoriseront une plus grande mémorisation des concepts à l'étude en raison des différentes associations entre ceux-ci et des situations vécues. De plus, la nécessité de s'assurer de la bonne compréhension des concepts disciplinaires par les acteurs du projet nécessitera que ceux-ci en exposent leur compréhension individuelle. Ce partage encouragera les échanges entre les élèves et permettra de corriger les interprétations erronées.

Quels types de projets peut-on y réaliser?

Un AFC est l'endroit où l'on peut fabriquer n'importe quoi y presque! Les outils qu'on y trouve sont à la fois au service de la créativité et générateur de créativité.

Ainsi, pour envisager certaines solutions, il sera nécessaire de choisir les outils appropriés pour les mettre en œuvre. L'analyse des outils et leur évaluation permettent de déterminer si le concept peut être réalisé au moyen des appareils de l'AFC. De même, l'examen des possibilités techniques d'un appareil constitue un élément qui favorise la créativité. Il suffit de penser aux possibilités qu'offre une imprimante 3D pour découvrir qu'un tel appareil rend possible la création de produits autrement irréalisables.

Parmi les appareils qu'offre un AFC, la découpe de vinyle et la découpe laser sont les plus faciles à apprivoiser et les plus polyvalents.

La découpe de vinyle permet à l'utilisateur de créer des éléments de design graphique de toutes sortes qui peuvent être transférés sur d'autres supports ou matériaux tels que les murs d'une salle de classe ou des vêtements.

La découpe laser offre également la possibilité de créer du contenu graphique sur une très grande variété de surfaces, mais également de transformer des surfaces à deux dimensions en objets à trois dimensions. Au moyen de son laser, l'appareil peut marquer et graver une vaste gamme de matériaux et arriver à en modifier les propriétés, comme rendre flexible une planche de bois.

Ce même appareil peut découper différents matériaux avec une très grande précision. Les cours de sciences et technologie pourront profiter des avantages qu'offre une découpe laser pour la réalisation de maquettes. L'utilisation de l'X-Acto et de la règle métallique pour découper le carton-mousse dans la réalisation de maquettes d'aménagement n'a rien de comparable avec la précision et l'extrême vitesse de cet appareil. Les programmes nécessaires à la création des images à graver ou à découper sont très faciles à apprendre même pour un utilisateur débutant.

Les imprimantes 3D sont les figures de proue des Fab Labs. Ces appareils permettent de créer des objets en trois dimensions à partir de dessins réalisés au moyen d'un programme de conception assistée par ordinateur (CAO). Auparavant réservés aux spécialistes du dessin industriel et des effets spéciaux, ces logiciels se sont grandement démocratisés et sont relativement simples d'apprentissage. La vitesse d'impression et la précision ne sont pas optimales en ce qui concerne les appareils offerts au public. Toutefois, les avancées technologiques laissent envisager la résolution de ces problèmes dans un avenir rapproché.

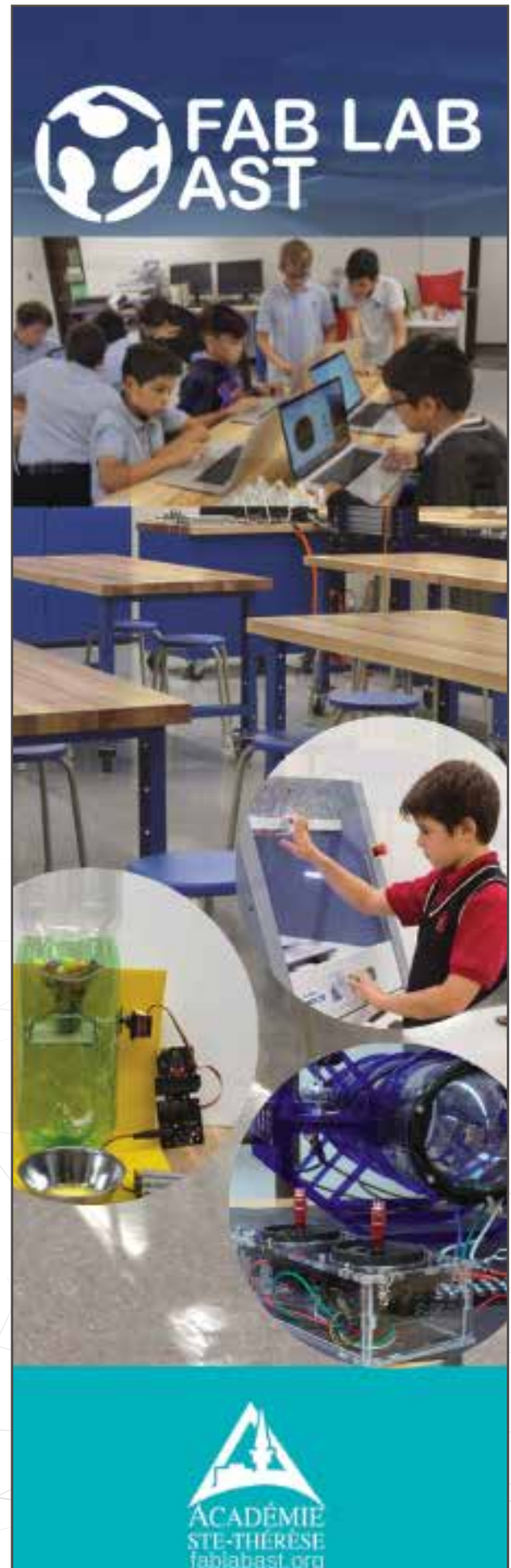
Dans un contexte pédagogique, l'imprimante 3D permet d'imprimer presque n'importe quoi, de la molécule chimique à l'impression d'ossements ou de parties du corps en passant par différents types d'engrenages.

Favoriser les pratiques interdisciplinaires?

Nous n'avons présenté ici que quelques-uns des appareils offerts dans un AFC. Certains ateliers offrent également l'accès à une gamme de ressources permettant la réalisation de composantes électroniques et de programmation. D'autres proposent aux utilisateurs des outils permettant la réalisation de contenu multimédia. Toutes ces ressources demeurent au service de la créativité. De plus, il importe que leur accès ne soit pas limité pour des motifs de priorité accordée à certaines disciplines. Au contraire, les AFC sont des espaces communs ouverts à la communauté et fondés sur des valeurs de collaboration et de partage des ressources. En ce sens, les pratiques pédagogiques ne gagneraient-elles pas à favoriser le développement de projets interdisciplinaires? ■



JEAN-PIERRE
DUFRESNE



Chronique :

LE CAHIER DE LABORATOIRE

Propos recueillis par Serge Gagnier, Académie Sainte-Thérèse

Les défis techniques à relever dans un laboratoire de fabrication numérique

Entretien avec monsieur Olivier Morin, technicien en travaux pratiques auprès d'élèves du primaire et du secondaire, Fab Lab AST

Quels sont les savoirs et les savoir-faire qu'un technicien en travaux pratiques doit apprendre pour travailler dans un Fab Lab?

On pourrait d'abord penser que ce sont les connaissances pointues sur le fonctionnement des machines qu'il faut avoir assimilées, mais je dirais qu'il faut d'abord s'intéresser aux matériaux utilisés. En effet, comme on travaille avec un très large éventail de matériaux pour mener à bien des projets, il faut développer une fine connaissance de leurs propriétés. Que ce soit le bois, le verre, la pierre, les plastiques, les tissus, les métaux, les papiers et cartons, ils ont tous des caractéristiques qui doivent être prises en compte lorsqu'on réalise un projet avec des élèves. Par exemple, nous connaissons tous le denim pour en porter, mais réaliser un projet qui implique de graver et découper ce tissu à l'aide d'une découpe laser permet de mieux apprécier la solidité de la fibre, sa composition, son épaisseur, etc. C'est la même chose pour ce qui est du bois. Il existe de nombreuses essences de bois qui ont chacune leurs propriétés. Lorsqu'on travaille l'impression 3D, on réalise qu'il existe non seulement différentes technologies, mais aussi différents types de plastiques aux propriétés nombreuses, qu'ils soient sous la forme de fibre ou de résine, notamment. Bien sûr, il faut savoir s'approprier le fonctionnement de ces technologies. Si les imprimantes 3D, les découpes de vinyle sont généralement simples à utiliser et à recharger, d'autres comme les découpe laser ou les fraiseuses de type CNC nécessitent plus d'heures d'essais et de manipulation pour bien en apprécier les fonctions. Évidemment, le fonctionnement de chaque machine-outil repose sur différents logiciels et diverses techniques que le technicien doit rapidement s'approprier pour être à même de comprendre comment accompagner l'enseignant et l'élève. Parmi ces logiciels et ces techniques, il y a ceux qui permettent la conception et la modélisation assistées par ordinateur, généralement utilisés par l'enseignant et les élèves pour élaborer des prototypes. Il y a également les logiciels et les techniques qui permettent de concrétiser un projet à l'aide des machines-outils. Parmi les aptitudes et habiletés qui sont gagnantes pour un technicien en travaux pratiques qui œuvre dans un Fab Lab, notons la créativité, mais aussi la facilité à visualiser un projet en trois dimensions, la capacité d'adaptation, la minutie, le sens de l'organisation, sans oublier la patience et la persévérance, car de nombreux essais et des erreurs sont souvent nécessaires pour mener à bien un projet d'élèves.



Olivier Morin,
Technicien en travaux pratiques
Fab Lab AST

Justement, en quoi votre formation en graphisme s'est-elle révélée un atout?

La création a été pour moi le lien le plus direct entre le graphisme et le Fab Lab. Ma connaissance approfondie des logiciels de la suite Adobe m'a grandement aidé, particulièrement pour utiliser efficacement le dessin vectoriel dans différents projets à la découpe laser. Il fallait d'abord le montrer aux enseignants, puis être à même d'accompagner les élèves, et, en ce sens, mes techniques de dessin et de mise en page ont permis de les aider à peaufiner leur travail. Comme la modélisation en trois dimensions est souvent au centre des projets proposés, mon expérience en modélisation s'est avérée très utile. Une personne qui a occupé un poste de dessinateur industriel possède également plusieurs atouts si elle désire travailler dans un Fab Lab.

Comment percevez-vous votre rôle avec les enseignants et les élèves dans le Fab Lab?

Je me vois comme une courroie de transmission entre l'idée de départ de l'enseignant et la concrétisation du projet. Je suis à même de voir la faisabilité d'un projet et de conseiller les enseignants sur les moyens à prendre pour le mener avec les technologies disponibles. Aussi, je guide les enseignants dans le choix des technologies et je les conseille sur les façons d'organiser le travail des élèves au Fab Lab. Comme les enseignants n'ont pas nécessairement les connaissances pour faire fonctionner les machines-outils, je suis là pour les aider en présence des élèves et après pour l'impression ou la découpe des projets.

Que conseillerez-vous à un technicien en travaux pratiques qui souhaiterait travailler dans un Fab Lab?

Mon premier conseil serait de ne pas hésiter à plonger dans l'inconnu. Même si le technicien ne possède pas de connaissances précises sur les machines-outils, il faut savoir que des formations sont offertes par différents partenaires qui gravitent autour des Fab Labs. Par exemple, plusieurs compagnies qui fabriquent les machines offrent des séances de formation pour mieux tirer profit de leurs technologies. Les milieux d'enseignement et certains Fab Labs proposent également des formations intéressantes. Cette année, nous avons offert deux formations aux enseignants et aux techniciens en travaux pratiques, et elles ont connu un vif succès. Par ailleurs, comme les projets peuvent être parfois complexes et bien différents les uns des autres, il est important de ne pas céder au « vertige initial » devant l'ampleur du travail que cela représente de réaliser les projets d'un nombre important d'élèves. Il faut donc apprendre à déterminer les étapes clés pour segmenter un projet en tâches bien définies. De plus, il

est impératif de travailler en collaboration avec les enseignants en amont des projets pour définir la tâche de chacun et établir clairement ce qui est attendu des élèves. Le technicien en travaux pratiques intervient pour faciliter l'accès aux technologies, mais ne doit en aucun cas accomplir des tâches d'élèves. Même si le dire tout haut semble à priori incontestable et évident, lorsque les tâches à exécuter sont nombreuses et que les élèves en ont omis, il peut être tentant de les aider en apportant certains correctifs. En ce sens, il est important d'allouer suffisamment de temps aux élèves pour faire des essais et erreurs et améliorer leurs prototypes. ■



KIDDER
1.800.263.3556

La place pour tout trouver en ce qui concerne le matériel éducatif de Science.

TECHNOLOGIE DE LA CONCEPTION ET ÉDUCATION SCIENTIFIQUE

HORLOGERIE ROUES ET ENGRENAGES MONTAGE DE PETITS MODELS

www.kidder.ca



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

Prix Gaston-St-Jacques 2020

VOUS CONNAISSEZ UN TECHNICIEN
EN TRAVAUX PRATIQUES EXCEPTIONNEL?
OU UNE TECHNICIENNE HORS DU COMMUN,
IMPLIQUÉE ET ENGAGÉE DANS SON TRAVAIL
ET SON MILIEU?

**Soumettez dès maintenant sa candidature pour
le prix Gaston-St-Jacques 2020!**

Grâce à l'engagement de l'entreprise Prolabec, parrain du prix, nous pourrons remettre une bourse de 1000 \$ au lauréat.

Prolabec

aestq.org/prixgsj

Date limite de dépôt des candidatures :
28 février 2020

Aménager sa classe en laboratoire créatif à peu de frais en adoptant les pratiques de la culture « maker » et en misant sur des défis technocréatifs pour innover

Serge Gagnier, Fab Lab AST

Installer un laboratoire de fabrication numérique dans une école implique d'investir dans des technologies de pointe, notamment pour l'achat de machines-outils à commandes numériques qui engendrent des coûts importants. Peut-on toutefois imaginer l'aménagement d'un laboratoire créatif dans toute classe à peu de frais? Dans la culture « maker », le regroupement et la diffusion de savoirs et de savoir-faire permettent à quiconque de créer, d'innover et de partager. Dans cet article, nous examinons cette culture, nous introduisons quelques dimensions des laboratoires de fabrication et nous présentons comment des défis technocréatifs conduisent nos élèves à collaborer et à innover.

Une culture pour régler soi-même ses problèmes

En accompagnant ses élèves dans les démarches d'investigation scientifique, l'enseignant les guide pas à pas pour qu'ils prennent en charge des problématiques, qu'ils développent leurs compétences et qu'ils puissent eux-mêmes mettre en



œuvre déployer des démarches et proposer des solutions à des problèmes auxquels ils seront confrontés. Or, existe-t-il un contexte dans lequel l'apprenant prend lui-même son envol et adopte la position d'innovateur? C'est ce que la culture « maker » offre comme terreau. Cette culture, intimement liée au mouvement DIY – *do it yourself*, encourage tout individu ou « maker » à élaborer des solutions lui-même et à les partager avec la communauté. Au-delà des cadres formels,

la culture « maker » résonne aussi bien dans les espaces publics (bibliothèques, écoles, municipalités, etc.), que dans les musées, les lieux de travail, etc.

Pour Gerstein (2016), la créativité et l'innovation forment les assises de cette culture, dont la communauté est soucieuse de prendre en main le destin des problèmes des disciplines STIAM (science, technologie, ingénierie, art et mathématique). Pour la chercheuse, l'engagement des apprenants dans le processus créatif à la fois physique, intellectuel, émotionnel et social surclasse l'importance du produit final. D'après Hatch (2013), la culture « maker » ne vise pas à développer des savoir-faire pointus, mais plutôt à créer un contexte général dans lequel tout un chacun peut recourir aux bons procédés et aux outils adéquats. Puisque cette communauté de « makers » utilise des outils numériques comme instruments de collaboration et de diffusion, les retombées sont disséminées rapidement (Katterfeldt, 2014).

La création d'un contexte d'enseignement « maker »

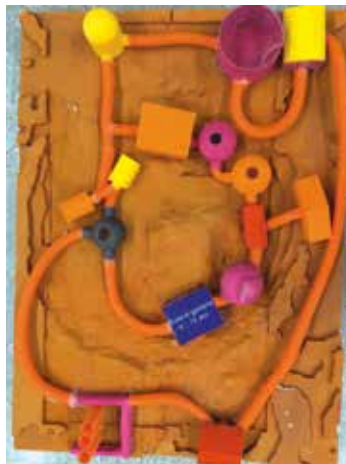
Les projets des disciplines STIAM étant variés, ils nécessitent de recourir aux savoirs et aux savoir-faire issus de différents champs d'expertise, notamment l'électronique, la robotique et le codage, la modélisation et l'impression 3D, le design graphique, la fabrication industrielle, la production multimédia, l'artisanat, la menuiserie, la métallurgie, le travail du textile, etc. Autant de champs d'expertise qu'on retrouve dans les laboratoires de fabrication numérique, qu'il s'agisse de Fab Lab, de makerspace ou de hackerspace¹. Si, bien souvent, ce sont les inventions et les prouesses techniques qui sont perçues comme ambassadrices du mouvement « maker », ce serait toutefois une

erreur de croire qu'en proposant tout simplement des situations d'apprentissage qui recourent ces champs d'expertise, on parviendrait à recréer la culture « maker ».

En effet, comme le rappelle Gerstein (2016), tout enseignant ou éducateur qui évolue dans la culture « maker » doit (d'abord) délaissier le modèle traditionnel de transmission des savoirs. Pour ce faire, il lui faut adopter un état d'esprit tourné vers le développement de ses habiletés de « maker », multiplier les occasions de mettre la main à la pâte en bricolant et en échangeant avec d'autres « makers », s'inspirer des meilleures pratiques, mettre en évidence les processus d'apprentissage métacognitifs et accepter d'apprendre avec les apprenants (Gerstein, 2016.).

Contrairement aux idées généralement reçues, en classe, nul besoin d'une imprimante 3D, d'une fraiseuse ou d'une découpe laser pour adopter les pratiques de la culture « maker ». Pour réaliser un prototype d'une invention, pensons à une machine à bonbons ou à tout autre objet technique; du carton issu de boîtes recyclées peut très bien faire l'affaire. Avec un crayon, une règle, un couteau à lame rétractable, de la colle et de la ficelle, on peut mettre nos idées sur papier, évaluer les proportions dans l'espace, mesurer, découper, assembler des pièces et mener les premiers essais. Le prototypage est un moment fort dans tout projet STIAM. Il permet de fabriquer un modèle provisoire, de le tester et de le peaufiner jusqu'à ce qu'il respecte les standards de qualité souhaités.

Si les outils à commandes numériques s'avèrent utiles pour fabriquer un objet aux dimensions précises, les modifier et les imprimer à volonté, ils ne sont pas indispensables pour mener à bien un projet en classe. D'ailleurs, plusieurs outils numériques servant à produire des objets en 3D permettent également la création d'environnements virtuels. C'est le cas du logiciel en ligne *Tinkercad*ⁱⁱⁱ avec lequel on peut créer des objets à partir de solides géométriques. Sur un compte en ligne, l'enseignant inscrit ses élèves et peut ainsi avoir accès à leurs travaux et leur communiquer des commentaires. Il s'agit d'un logiciel intuitif, et les élèves pourront facilement fabriquer des environnements virtuels. Avec des élèves de cinquième année du primaire, dans le cadre de cercles de lecture autour de romans de science-fiction de Stephen et Lucy Hawking, nous avons proposé la construction d'une maquette de la surface martienne sur laquelle une colonie humaine devait s'installer (Gagnier, 2019). À partir d'une carte 3D tirée du site Web de la NASA, nous avons sculpté, à l'aide d'une fraiseuse de type CNC, une vallée martienne dans des planches de polystyrène. Puis, regroupés en cercles de lecture, les élèves ont pu concevoir les différents bâtiments nécessaires



à la vie. Enfin, ils les ont créés grâce au logiciel *Tinkercad* et imprimés sur imprimante 3D. Sans machine-outil, les élèves auraient très bien pu fabriquer la maquette en carton rigide, bricoler les bâtiments avec de petits contenants recyclés et concevoir l'intérieur grâce au logiciel en ligne *Tinkercad*.

à la vie. Enfin, ils les ont créés grâce au logiciel *Tinkercad* et imprimés sur imprimante 3D. Sans machine-outil, les élèves auraient très bien pu fabriquer la maquette en carton rigide, bricoler les bâtiments avec de petits contenants recyclés et concevoir l'intérieur grâce au logiciel en ligne *Tinkercad*.

Les projets technocratifs

Ce projet de colonisation de la planète Mars s'inscrit dans ce que Kamga et ses collaborateurs (2017) décrivent comme un projet technocratif. Ce type de projet repose certes sur la robotique pédagogique, mais avant tout sur la cocréation. Selon ces chercheurs, non seulement les projets technocratifs mobilisent les élèves autour d'une problématique complexe, mais ils favorisent d'abord des activités de cocréation dans lesquelles les élèves doivent collaborer et échanger leurs connaissances et expertises pour trouver des solutions. Afin d'en comprendre la nature, nous présentons ici un défi technocratif que nous proposons à nos élèves de troisième année du primaire^{iv}.

L'exemple de la machine à bonbons

Dans le contexte de l'intégration d'un nouveau système d'émulation de classe, nous avons proposé à nos élèves de fabriquer une machine à bonbons^v qui pourrait distribuer à la demande un certain nombre de friandises. Cette problématique complexe, dont la solution n'était pas initialement connue, nécessitait à la fois du matériel et de la programmation. Les équipes étaient composées d'au moins trois élèves. Pour briser la glace et engager les élèves à cocréer, nous les avons d'abord conviés à fabriquer, en une trentaine de minutes, un pousse-dentifrice. Si cette situation brise-glace n'avait aucun lien avec le défi de construire une distributrice de bonbons, elle visait à créer un contexte de travail collaboratif d'idéation pour lequel nous pouvions réfléchir en groupe et ainsi aider les élèves à trouver des façons de travailler en équipe en tirant le meilleur de chacun. Munie d'un tube de dentifrice, chaque équipe devait trouver comment faciliter le cheminement du produit à l'extérieur du tube. Pendant que les équipes tentaient de trouver une solution, nous devions nous assurer que les leaders déléguaient des tâches, que les responsabilités



étaient bien partagées, que chacun évoluait dans l'harmonie, etc. La photo 1 présente une de ces solutions. Dans cette version, les élèves enroulaient le tube autour du bouchon en liège et tournaient la tige de bois pour vider le tube. En



Photo 1

étaient bien partagées, que chacun évoluait dans l'harmonie, etc. La photo 1 présente une de ces solutions. Dans cette version, les élèves enroulaient le tube autour du bouchon en liège et tournaient la tige de bois pour vider le tube. En

plénière, nous sommes revenus avec les élèves pour discuter des forces à développer pour améliorer le travail d'équipe, des façons de communiquer des rétroactions entre pairs, des retombées de ce travail collaboratif sur la réalisation de leur projet, etc. Par la suite, lorsqu'ils ont été investis de la tâche de construire une machine à bonbons, nous avons pu les encourager et leur rappeler les consignes pour améliorer la cocréation.



Pour s'assurer d'une bonne compréhension du problème par tous les membres de l'équipe, les élèves se sont questionnés sur les différents volets à explorer. Dans ce problème, les élèves ont défini un volet programmation, un volet électronique pour activer un dispositif de distribution et, enfin, un volet conception et assemblage. La classe a été divisée en trois îlots, et les élèves de chaque équipe ont pu se rendre à l'un ou à l'autre selon le champ d'expertise choisi. Les premiers ont travaillé la programmation à l'aide de cartes *Micro:bit* et d'ordinateurs^{vi}. *Micro:bit* est un nano-ordinateur issu d'une collaboration entre la BBC^{vii} et différents développeurs, dont Microsoft. Il a la forme d'une mini-plaquette munie d'un circuit imprimé, d'un accéléromètre, d'une boussole numérique, de capteurs thermiques, de diodes lumineuses, toutes des caractéristiques qui le rendent intéressant pour programmer des objets techniques. Compatible avec *Scratch*, il est programmable sur son interface Web^{viii} en langages informatiques : *JavaScript*, *Python* ou plus simplement en briques de codes. Il faut déboursier environ 25 \$ pour une plaquette *Micro:bit*, le fil de téléchargement et un support à piles, ce qui est peu coûteux. Comme les élèves avaient déjà réalisé différentes activités de programmation^{ix}, nous avons pu discuter avec eux des codes à privilégier. Rapidement, ils ont compris que pour activer un mécanisme d'ouverture et de fermeture, il fallait privilégier les codes de programmation d'un moteur. Parallèlement, les élèves responsables des circuits électriques et des moteurs ont pu travailler les circuits à l'aide de la pâte à modeler conductrice, des moteurs et des interrupteurs. La pâte à modeler, très simple à utiliser, est un excellent matériau pour fabriquer une variété infinie de circuits simples ou composés. Par la suite, une



Photo 2

fois les circuits élaborés, une platine de connexion *Motobit*^x et un moteur ont été utilisés pour distribuer les bonbons (photo 2).

Enfin, les élèves qui s'affairaient à la conception de la machine à bonbons se sont questionnés sur le mécanisme à construire.

En passant par les moments forts de la démarche d'analyse, ils ont pu étudier les différents mécanismes d'ouverture et de fermeture de portes et les reproduire : porte à charnière (photo 3), coulissante (photo 4) et pivotante (photo 5). De retour dans leur équipe, après avoir travaillé en sous-groupe



Photo 3



Photo 4



Photo 5

à plusieurs reprises, chacun a pu échanger sur ses actions, sa compréhension du problème et l'avancement des travaux, ce qui a contribué à la richesse de la cocréation. Et les idées innovantes n'ont pas manqué! Par exemple, une équipe a proposé de transformer la machine à bonbons en distributrice de nourriture pour animaux. Les élèves ont dû adapter la programmation en conséquence. Dans un cas, leur machine pouvait distribuer des croquettes de chien (ou de chat) à intervalles de temps et, dans l'autre, une petite plaque en aluminium pouvait activer la distribution dès qu'un animal y déposait sa patte. Aussi, bien que nous n'ayons pas fait appel à un mentor pour aider les élèves dans ce projet, nous avons été à même d'en évaluer les retombées pour la mise en œuvre d'autres défis technocreatifs. Que ce soit un membre de la communauté « maker », un parent designer ou encore un collègue habile en programmation, les échanges de connaissances et d'expertises engendraient des retombées intéressantes.

En somme, créer un environnement « maker » en classe, c'est d'abord adopter des pratiques tournées vers la collaboration, le partage de savoirs et de savoir-faire pour concevoir des objets qui répondent à des problèmes réels de la vie quotidienne. La richesse du contexte et des échanges en équipes favorise la cocréation et l'innovation. ■



BIBLIOGRAPHIE

Gagnier, S. (2019). Apprendre les sciences dans les cercles de lecture. *Le Pollen*, (29), 324-328.

Gerstein, J. (2016). *Becoming a Maker Educator. Techniques: Connecting Education & Careers*, 91(7), 14-19.

Hatch, M. (2013). *The maker movement manifesto*. New York, NY : McGraw-Hill.

Kamga, R., Romero, M., Komis, V. et coll. (2017). Design Requirements for Educational Robotics Activities for Sustaining Collaborative Problem Solving. Dans D. Alimisis, M. Moro et E. Menegatti (dir.). *Educational Robotics in the Maker Era* (vol. 560, p. 225-28). Cham, Suisse : Springer International Publishing.

Katterfeldt, E.S. (2014). Maker culture, digital tools and exploration for FabLabs. Dans J. Walter-Herrmann et C. Buching (dir.). *FabLab: of Machines, Makers and Inventors* (pp. 139-147). New York, NY : Columbia Press University.

- i Il n'existe pas une terminologie en français équivalente au mot « maker ». Certains auteurs ont avancé « bidouilleur », « bricoleur » ou « fabricant », mais aucun consensus n'émerge pour le moment.
- ii Jean-Pierre Dufresne présente dans ce numéro thématique de Spectre les nuances qui caractérisent ces tiers lieux.
- iii Disponible à l'adresse <www.tinkercad.com>.
- iv En raison de son degré de complexité, ce projet pourrait très être mené au secondaire également.
- v Téléchargeable à l'adresse <www.classestudies.com>.
- vi Il est également possible de travailler avec la tablette numérique.
- vii British Broadcasting Corporation
- viii Disponible à l'adresse <www.makecode.microbit.org>
- ix Disponibles sur l'interface Web.
- x Dans laquelle une plaquette Micro:bit peut s'insérer.

ACTIVITÉ GRATUITE!

Mines et vie

Activité de découverte scientifique

pour les élèves de 4^e et 5^e secondaire

Pour connaître les régions desservies et obtenir de plus amples renseignements :
Exploreslesmines.com/mines-et-vie

Pour réserver votre animation, communiquez avec nous :
scolaire@csmomines.qc.ca
 418-653-9254

COMITÉ SECTORIEL DE L'INDUSTRIE DES MINES

Institut national des mines Québec

— conception —
 OIT
 science

Appel de texte du numéro thématique – Automne 2020

**Portraits, pratiques et points de vue de scientifiques :
Quels apports pour l'enseignement des sciences?**

Les politiques éducatives à l'échelle du Québec et d'ailleurs (Organisation de coopération et de développement économiques [OCDE], 2016) accordent de plus en plus d'importance à l'alphabétisation scientifique des jeunes afin de favoriser leur participation aux débats entourant les grandes questions de l'heure. Une telle vision de l'éducation scientifique implique de contextualiser les savoirs scolaires afin que les élèves soient capables de mobiliser les apprentissages réalisés à l'école dans d'autres contextes de la vie en société (Albe, 2011). Ces préoccupations sont présentes dans les programmes de formation générale en science et technologie aux niveaux secondaire et collégial (ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur [MEES], 2017; ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport [MELS], 2006, 2007), qui suggèrent au personnel enseignant d'intégrer dans les classes une vision citoyenne de l'éducation scientifique. Les jeunes devraient ainsi être appelés à contribuer aux conversations sociopolitiques, à participer aux décisions et éventuellement à poser des actions (Bencze, 2017). Cela exige également d'éclairer l'enchevêtrement sciences, technologies, environnement et société et de réfléchir aux manières dont les savoirs scientifiques sont produits, transférés et utilisés dans la société (Sjöström et Eilks, 2018). À cette fin, les programmes recommandent d'amener les élèves à consulter des scientifiques, qui sont eux-mêmes susceptibles d'intervenir dans les débats, notamment ceux concernant l'environnement et la santé des populations.

Dans cette perspective, nous proposons un numéro thématique qui s'intéresse à des portraits de scientifiques, à leurs pratiques et à leurs points de vue afin d'éclairer leur contribution à la société ainsi que certains aspects de leur travail, et ce, au bénéfice des acteurs de l'éducation scientifique. Les articles soumis pourraient, par exemple, présenter le **portrait d'une ou d'un scientifique, des pratiques de recherche, un engagement sociopolitique ou un point de vue sur les visées de l'enseignement des sciences**. Les textes, qui peuvent être rédigés par des scientifiques ou des acteurs de l'éducation, pourront ainsi porter sur des contributions sociales ou éducatives de scientifiques. Il pourrait s'agir d'une réflexion sur leur participation aux conversations sociopolitiques, d'une présentation de leurs pratiques de recherche ou de leurs points de vue sur certains enjeux de la recherche, d'un parcours particulier ou encore de l'engagement personnel d'une ou d'un scientifique soucieux de faire rayonner des savoirs. Ce

numéro thématique a donc pour objectif de mettre en lumière ces femmes et ces hommes qui participent à la production des savoirs scientifiques et au développement de la société, mais également la pertinence de leur faire une place, d'une manière ou d'une autre, dans la classe.

Date limite pour recevoir les articles : 1^{er} mars 2020
Les articles doivent être envoyés à caroline.guay@aestq.org.

Consultez la politique de rédaction pour soumettre un article : <https://www.aestq.org/publications/auteurs/>

Isabelle Arseneau, Université Laval

Jean-Philippe Ayotte-Beaudet, Université de Sherbrooke

RÉFÉRENCES :

- Albe, V. (2011). Finalités socio-éducatives de la culture scientifique. *Revue française de pédagogie*, (174), 119-138.
- Bencze, L. (2017). *Science and Technology Education Promoting Wellbeing for Individuals, Societies and Environments*. New York, NY : Springer.
- Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (MEES) (2017). *Sciences de la nature (200.B). Programme d'études préuniversitaires. Enseignement collégial*.
- Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS) (2006). *Programme de formation de l'école québécoise, enseignement secondaire, premier cycle*. Québec, Québec : MELS.
- Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS) (2007). *Chapitre 6 : Science et technologie. Programme de formation de l'école québécoise, enseignement secondaire, deuxième cycle*. Québec, Québec : MELS.
- Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) (2016). *Cadre d'évaluation et d'analyse de l'enquête PISA 2015. Compétences en sciences, en compréhension de l'écrit, en mathématiques, en matières financières et en résolution collaborative de problèmes*. Récupéré à https://www.oecd-ilibrary.org/fr/education/cadre-d-evaluation-et-d-analyse-de-l-enquete-pisa-2015/cadre-d-evaluation-de-la-culture-scientifique-de-l-enquete-pisa-2015_9789264297203-3-fr
- Sjöström, J. et Eilks, I. (2018). Reconsidering Different Visions of Scientific Literacy and Science Education Based on the Concept of Bildung. Dans Y.J. Dori, Z. Mevarech et D. Baker (dir.). *Cognition, metacognition, and culture in STEM education* (pp. 65-88). Dordrecht, Pays-Bas : Springer.



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.

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

GRATUIT

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.



Alimente
ta vie



Transformation
alimentaire



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



Nous avons besoin de votre opinion!

En 2011, l'AESTQ vous demandait vos opinions relativement à la revue Spectre. Suite à ce sondage, des modifications et des améliorations ont été apportées à la revue.

Il nous importe maintenant de savoir si ces changements vous conviennent toujours, s'ils répondent à vos besoins et attentes et de connaître vos commentaires et suggestions relativement à votre revue.

aestq.org/donneznousvotreavis/

Pour vous remercier de votre participation, nous ferons tirer parmi les répondants une carte cadeau de 250 \$ dans une librairie de votre choix.

Date limite pour répondre au sondage : 18 novembre 2019

Un moment Wow

en Fab Lab ?



Crédit photo Yannick B. Gélinas



échofab, le Fab Lab de Communautique, vous convie à venir faire l'expérience de la Fabrication à l'ère numérique.

Notre équipe de médiation, diplômée au Fab Academy, vous propose une journée d'initiation pour découvrir les Fab Labs.

Contactez-nous à l'adresse info@echofab.quebec

échofab

communautique