



PLEINS FEUX SUR L'APPRENTISSAGE DES SCIENCES

## L'ÉVOLUTION DE L'ENSEIGNEMENT DES STIM :

un examen des récentes recommandations sur  
les politiques internationales et canadiennes

VERSION LONGUE

**AMGEN**<sup>®</sup>

parlons   
**sciences**

## MISSION

Parlons sciences motive et incite les jeunes à développer leur plein potentiel et à se préparer pour leur future carrière et leur rôle en tant que citoyen. Parlons sciences supporte l'apprentissage et le développement de compétences par l'entremise des sciences, des technologies, de l'ingénierie et des mathématiques (STIM).

Plein feu sur l'apprentissage des sciences : l'évolution de l'enseignement des STIM est le dernier rapport de recherche de Parlons sciences, rendu possible par Amgen Canada.

Pour obtenir davantage d'information à propos de Parlons sciences, veuillez visiter le site [parlonssciences.ca](http://parlonssciences.ca).

Auteurs :

Préparé par Andrew Parkin et Michael Crawford Urban, Mowat Centre.

### **Droits de reproduction**

L'information contenue dans la présente publication est assujettie aux dispositions de la Loi sur le droit d'auteur ainsi qu'aux autres lois, politiques et réglementations canadiennes. Sauf indication contraire, l'information contenue dans la présente publication peut être reproduite, en tout ou en partie et par quelque moyen que ce soit, sans frais ou autre permission de Parlons sciences, à condition

de tout mettre en œuvre pour assurer l'exactitude des données reproduites, de mentionner Amgen Canada inc. et Parlons sciences comme organismes sources, et de ne pas présenter l'information reproduite comme une version officielle ou produite en association ou avec l'appui d'Amgen Canada inc. et de Parlons sciences.

©2019 Parlons sciences

Pleins feux sur l'apprentissage des sciences : l'évolution de l'enseignement des STIM

Tous droits réservés.

La présente publication est aussi disponible en ligne à l'adresse [parlonssciences.ca/pleinsfeux](http://parlonssciences.ca/pleinsfeux)

# TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos.....	4
<b>A. Introduction</b> .....	5
<b>B. Cerner les défis</b> .....	7
1. Intérêt pour les disciplines et carrières dans les domaines des STIM.....	7
a) Désistement .....	9
b) Iniquités .....	9
c) Réalisations variables .....	10
2. Compétences scientifiques des citoyens.....	12
3. Réorientation des systèmes éducatifs.....	14
<b>C. Recommandations</b> .....	16
1. Méthodes d'apprentissage .....	16
a) Apprentissage expérientiel.....	16
b) Apprentissage par l'enquête .....	17
2. Méthodes d'enseignement.....	18
3. L'étendue et la profondeur de l'enseignement des STIM.....	20
4. Apprentissages .....	22
a) Littératie numérique et technologies de l'information et de la communication (TIC).....	22
b) Apprentissage interdisciplinaire.....	23
5. L'instruction.....	24
6. Qui est concerné.....	25
a) Partenariats avec le secteur privé et les employeurs.....	25
b) Partenariats avec des organismes communautaires et publics .....	26
c) Leadership, coordination et collaboration .....	26
d) Parents.....	27
7. Équité et conclusion.....	28
a) Les premières années d'enseignement .....	28
b) L'équité en enseignement des STIM .....	28
<b>D. Conclusion</b> .....	30
Bibliographie.....	32
Autres ouvrages cités.....	34

# AVANT-PROPOS

Il est maintenant pratique courante de souligner le rôle croissant alloué à la technologie et l'importance de son impact toujours plus marqué sur les perspectives économiques et sociales des individus et de la société. Nous entendons presque tous les jours dire que le succès futur des pays industrialisés avancés sur le plan industriel, comme le Canada, dépend de notre capacité à réussir la transition d'une économie du 20<sup>e</sup> siècle fondée sur l'extraction des ressources ou sur la fabrication à une « économie du savoir » axée sur l'innovation.

Dans le cadre de ce grand débat, le rôle de l'enseignement et, en particulier, l'importance de l'apprentissage des sciences, des technologies, de l'ingénierie et des mathématiques (STIM) reçoit une attention accrue du public. En tant que moteur essentiel de cette transition tant discutée d'une économie passant du 20<sup>e</sup> au 21<sup>e</sup> siècle (et au-delà), l'apprentissage des STIM est reconnu comme une priorité, non seulement par les gouvernements, mais aussi par d'autres intervenants comme l'industrie, les organismes communautaires, les parents et les étudiants. Étant donné que l'impact de la technologie sur notre société ne cesse de croître, l'importance des fondements de l'apprentissage des STIM et des « compétences » connexes, comme la compréhension des méthodes scientifiques, la numératie, la littératie numérique et la résolution de problèmes, pour permettre aux gens de participer de manière significative dans toutes les sphères de la vie devient de plus en plus évidente.

Le présent document aborde certaines des questions clés auxquelles sont confrontés ceux qui veulent s'assurer que les étudiants canadiens aient accès au type d'apprentissage des STIM dont ils auront besoin pour réussir dans les sphères de l'économie et de la société du 21<sup>e</sup> siècle, que ce soit à titre d'innovateurs à la fine pointe du progrès technologique ou de citoyens participant activement à la vie de leurs collectivités. Ce document s'inscrit également dans le cadre plus global du projet Canada 2067. Mise en œuvre par Parlons sciences, Canada 2067 est une initiative nationale unique conçue pour façonner l'avenir de l'apprentissage des STIM au Canada, en ciblant les jeunes de la petite enfance à la fin du secondaire. À l'aide des perspectives et des opinions des Canadiens, Canada 2067 élaborera un plan d'action et une vision nationale pour l'apprentissage des STIM visant à

s'assurer que les jeunes Canadiens sont prêts à affronter la concurrence, à prospérer et à faire leur part dans le monde de demain en pleine évolution. Grâce aux points de vue de la communauté internationale et des spécialistes de l'apprentissage des STIM, ce document vise à appuyer le processus d'établissement des objectifs du programme Canada 2067. En harmonisant les idées recueillies auprès d'experts internationaux et canadiens avec les six piliers de l'apprentissage des STIM établis par Canada 2067, ce document saura alimenter les discussions que ce projet cherche à instaurer parmi les Canadiens. Ainsi, le présent document vise à faire en sorte que les échanges sur l'état actuel de l'apprentissage des STIM au Canada tiennent compte des expériences et des pratiques exemplaires internationales.

## Remerciements

Au cours du processus de recherche de ce document, un certain nombre d'experts universitaires ont lu des versions préliminaires et ont formulé des commentaires extrêmement utiles. Pour cette contribution, les auteurs tiennent à remercier M<sup>me</sup> Julie Bélanger, M. David Blades, M. John Murray, M<sup>me</sup> Jerine Pegg et M<sup>me</sup> Dawn Wiseman. Nous vous sommes reconnaissants d'avoir si généreusement partagé vos idées, votre expertise et votre temps. Vos commentaires ont grandement contribué à la rédaction de ce document et la Feuille de route de l'apprentissage de Canada 2067 qui l'accompagne. Les auteurs tiennent également à remercier M<sup>me</sup> Bonnie Schmidt qui, en plus d'avoir commandé ce document, a également fourni des commentaires et des réactions des plus valables à plusieurs moments critiques. Toutes les erreurs éventuelles restent bien entendu de la seule responsabilité des auteurs.

# INTRODUCTION

Les sociétés qui se questionnent sur leur capacité à relever les défis actuels et futurs se tourneront inévitablement vers la qualité de leur système éducatif. Les citoyens sont censés acquérir, par le biais de l'éducation formelle, bon nombre des compétences et des qualités dont ils auront besoin tout au long de leur vie adulte. Face à des changements aussi radicaux que le changement climatique ainsi que l'essor des nouvelles technologies de l'information et de la communication (TIC), il convient de se demander si les systèmes éducatifs s'adaptent comme ils le devraient.

Dans le domaine de l'éducation, peu de sujets ont attiré autant l'attention du public que les disciplines en « STIM » : sciences, technologies, ingénierie et mathématiques. Les domaines des STIM sont indispensables pour outiller les citoyens à relever les défis d'une société de plus en plus axée sur la connaissance et la technologie. Les sociétés dans lesquelles les étudiants ne disposent pas d'une base suffisamment solide dans des matières fondamentales telles que les sciences et les mathématiques, et qui ne s'entourent pas de spécialistes possédant des compétences scientifiques avancées, se retrouvent dans une position nettement défavorable pour faire face aux occasions économiques et prendre part aux processus collectifs de décision (DeCoito 2016, 114-115).

C'est pourquoi les gouvernements et les organisations non gouvernementales se questionnent sur l'efficacité de leurs systèmes éducatifs dans les domaines des STIM et sur la façon d'évoluer dans les années à venir. Par conséquent, ce ne sont ni les analyses des lacunes des systèmes existants ni les recommandations pour leur amélioration qui manquent. Le présent rapport vise à résumer un grand nombre de ces analyses et recommandations en examinant plus de 30 rapports sur l'enseignement des STIM publiés depuis 2007.

Les rapports révisés sont publiés en anglais et portent principalement sur l'enseignement des STIM au primaire et au secondaire dans les pays occidentaux développés d'Europe, d'Amérique du Nord et d'Australie. Les rapports ont été sélectionnés pour être intégrés dans cette analyse en grande partie en fonction de leur objectif, c'est-à-dire de fournir des conseils stratégiques aux gouvernements, de leur disponibilité et de leur accessibilité, ainsi que de l'expertise et des connaissances dont fait preuve l'un des auteurs dans ses travaux sur les politiques d'éducation. Certains rapports ont également été ajoutés en réponse aux recommandations des réviseurs des versions antérieures

du présent rapport.

Dans l'ensemble, les rapports examinés ont été sélectionnés de manière à présenter un large éventail de perspectives internationales et canadiennes sur l'enseignement des STIM et son rôle dans la société, ainsi que sur les politiques et les actions qui seront nécessaires pour l'évolution des systèmes d'enseignement des STIM. Il s'agit notamment de rapports appuyés par diverses organisations intergouvernementales, comme l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), des organisations axées sur certaines industries à forte concentration de STIM, comme le Conseil des technologies de l'information et des communications (CTIC), des comités parlementaires, des groupes spéciaux d'experts, des organismes scientifiques, comme la Royal Society, et des ministères gouvernementaux de l'éducation.

Bien qu'ils soient principalement produits sous l'égide d'organisations scientifiques ou d'organisations axées sur les STIM, les rapports examinés dans le présent document comprennent également les points de vue de ceux qui s'intéressent à l'éducation de façon plus générale. Les rapports internationaux ont été intégrés afin de brosser un portrait global de l'enseignement des STIM qui, espérons-le, aideront à situer le Canada dans un contexte mondial et, en particulier, par rapport aux pays homologues. Les rapports canadiens sont axés sur l'enseignement des STIM au Canada et visent à donner un aperçu des défis et des possibilités spécifiques qui caractérisent l'apprentissage des STIM au pays. Dans leur ensemble, ces perspectives donnent un aperçu des changements fulgurants en cours dans le domaine de l'éducation et de l'attention croissante portée à l'apprentissage des STIM.

Il est important de souligner que ce document n'offre pas un examen de la documentation didactique sur l'enseignement des STIM, une tâche pour laquelle les

auteurs ne possèdent pas d'avantage comparatif par rapport aux chercheurs universitaires. L'objectif du présent rapport est plutôt d'aider à dresser un aperçu des discussions qui définissent le paysage *politique* actuel. Évidemment, ce paysage n'est pas dissocié du milieu scolaire; en fait, certains des rapports examinés ici ont été rédigés par des chercheurs possédant une connaissance approfondie de la littérature universitaire sur l'enseignement des STIM. Malgré ce chevauchement important, le paysage politique est distinct et est influencé par certains facteurs dont l'influence se fait beaucoup moins sentir dans le milieu scolaire et ne tient pas compte de certaines des caractéristiques qui occupent une place importante dans les discussions en milieu éducatif.

Compte tenu de son objectif de préparation, nous espérons que ce document, en dépit des omissions qu'il contient, aidera les décideurs et les intervenants en milieu scolaire à cerner les domaines dans lesquels il est nécessaire d'établir des liens et de collaborer davantage.

Ce rapport comporte deux parties principales. La première partie examine la nature des défis actuels auxquels est confronté l'enseignement des STIM et la mesure dans laquelle un consensus se dégage sur la manière dont cette éducation doit être élaborée. Dans la première partie, trois thèmes principaux ressortent de multiples rapports examinés ici, à savoir la nécessité :

1. **d'augmenter la quantité et la qualité des diplômés dans les domaines des STIM;**
2. **d'élargir les connaissances dans les domaines des STIM afin de mieux préparer les citoyens à répondre aux demandes qui leur sont imposées au sein des sociétés technologiquement développées;**
3. **de recentrer les systèmes éducatifs sur le développement de la pensée critique et de l'aptitude à résoudre les problèmes, ainsi que d'autres compétences connexes, plutôt que sur la reproduction d'ensembles de connaissances au sein des membres de la société.**

Ces thèmes correspondent de près aux objectifs du programme *Parlons sciences* qui a demandé l'élaboration du présent document. En appuyant l'apprentissage des STIM, le programme *Parlons sciences* cherche à motiver et à outiller les jeunes, pour leur permettre de réaliser leur plein potentiel et de se

préparer pour leur future carrière et leur rôle de citoyens dans un monde de plus en plus façonné par les sciences et la technologie. Dans le cadre de cette mission, *Parlons sciences* a lancé Canada 2067, une initiative nationale conçue pour aider à définir l'avenir de l'apprentissage des STIM au Canada, de la petite enfance à la fin du secondaire. Canada 2067 vise à organiser un débat pancanadien, à élaborer une vision et une feuille de route nationales pour l'apprentissage des STIM au Canada.

La deuxième partie du document a pour but d'appuyer Canada 2067 en intégrant les perspectives, les analyses d'experts et les recommandations contenues dans les rapports examinés dans le cadre de cette discussion nationale. Plus précisément, il vise à résumer les principales recommandations de ces rapports et à déterminer dans quelle mesure les différents systèmes éducatifs progressent dans la même direction. Les résultats de cet exercice sont regroupés en six sections qui cadrent avec les six piliers du plan d'action Canada 2067 :

1. **Méthodes d'apprentissage**
2. **Méthodes d'enseignement**
3. **Apprentissages**
4. **Qui est concerné**
5. **L'instruction**
6. **Questions transversales (en particulier équité et conclusion)**

Le rapport comprend également une section axée sur un domaine au sein duquel les rapports examinés n'ont pas fait l'objet d'un consensus significatif, notamment l'étendue et la profondeur de l'enseignement des STIM. En conclusion, le rapport résume le consensus autour des caractéristiques jugées essentielles à une approche plus efficace de l'enseignement des STIM. Enfin, le présent document a pour but d'intégrer l'expertise et les perspectives internationales et canadiennes en matière de politique dans les pourparlers sur la façon dont l'apprentissage des STIM au Canada peut continuer à évoluer. Pour tenter de mettre en évidence les domaines pour lesquels il est le plus nécessaire d'obtenir des informations supplémentaires, chaque section se termine par une série de questions visant à faire avancer ce débat. Le lecteur est invité à se pencher sur ces questions, et à ajouter ses réponses et ses points de vue au dialogue général de Canada 2067.

La première observation de ce rapport révèle qu'à l'échelle internationale, les demandes en faveur de l'amélioration de l'enseignement des STIM ne manquent pas, pas plus que les politiques et les initiatives conçues à cette fin. Comme l'indique un des rapports, « l'amélioration de l'enseignement scientifique figure en tête du programme politique... depuis la fin des années 1990 » (Agence exécutive 2011, 25).

Par contre, la deuxième observation démontre que l'accord sur l'importance d'améliorer le système d'enseignement des STIM repose sur des perspectives différentes quant à la manière dont l'enseignement des STIM devra évoluer. Plus précisément, cette réflexion est définie par trois thèmes (cf. Fensham 2008, 4-5). Le premier porte sur la nécessité d'accroître la quantité et la qualité des diplômés dans les domaines des STIM. Le deuxième a trait à la nécessité d'élargir les connaissances sur les STIM afin de mieux préparer les citoyens à répondre aux exigences des sociétés à la fine pointe de la technologie. Le troisième touche la nécessité de recentrer les systèmes éducatifs vers le développement de la pensée critique, de la résolution de problèmes et d'autres compétences essentielles plutôt que sur la reproduction d'un ensemble de connaissances.

## INTÉRÊT POUR LES DISCIPLINES ET CARRIÈRES DANS LES DOMAINES DES STIM

La nécessité d'accroître la quantité et la qualité des diplômés dans les domaines des STIM est le défi le plus souvent cerné dans les études internationales examinées dans ce document, habituellement pour les raisons suivantes. Premièrement, les emplois dans les économies développées exigent de plus en plus des niveaux élevés de compétences en STIM et requièrent un nombre suffisant de diplômés en STIM pour stimuler l'innovation dont ils ont besoin pour demeurer concurrentiels (Chief Scientist 2014, 7; Agence Exécutive 2011, 26; CTIC 2016, 6). Deuxièmement, trop peu d'élèves choisissent d'étudier les STIM et ces chiffres déjà très faibles pourraient même être revus à la baisse (ACOLA 2013, 40; Osborne et Dillon 2008, 11; Commission européenne 2015, 17).

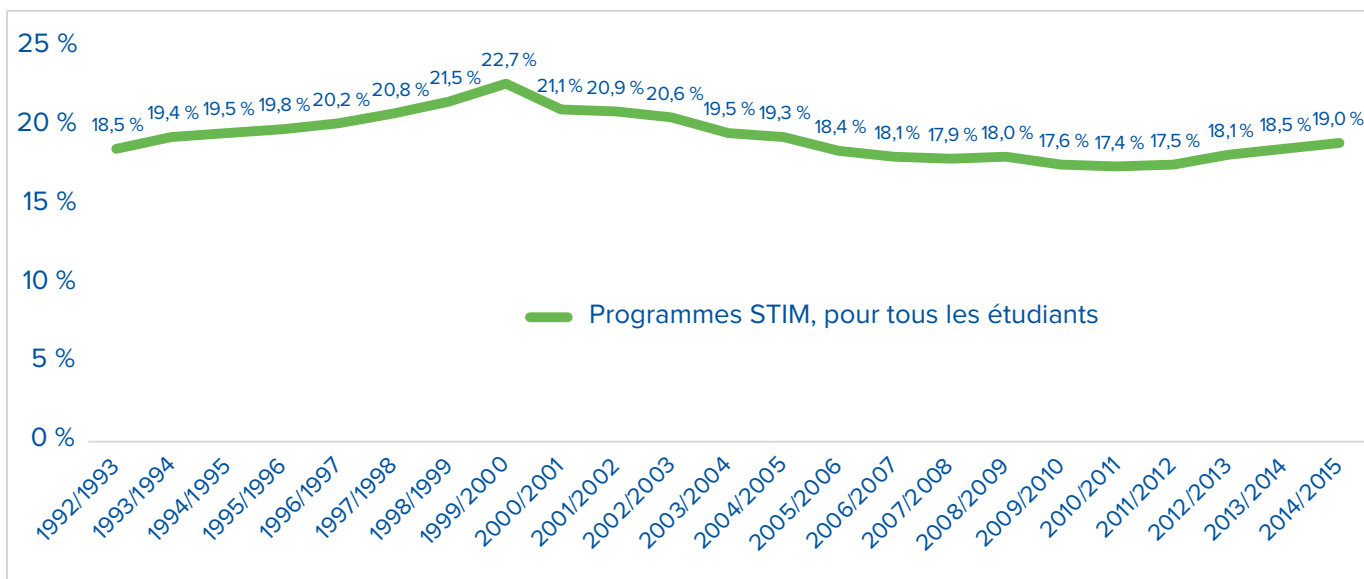
Par conséquent, ces rapports soutiennent que les sociétés sont confrontées à une offre faible et à une forte demande de diplômés dans les domaines des STIM; les cohortes de diplômés du système éducatif vers le marché du travail ne parviennent pas à alimenter ce dernier de manière suffisante. « De 2003 à 2013, le nombre de personnes travaillant dans des professions liées aux STIM a augmenté de 12 %, soit trois fois plus que le nombre d'emplois total de l'Union européenne. Les professions dans ces domaines représentent maintenant 7 % de tous les emplois et on prévoit que la demande de compétences liées à ces disciplines ne fera

qu'augmenter. Les employeurs de nombreuses régions de l'UE font état de certaines difficultés à recruter des candidats possédant les compétences requises, en particulier les professionnels des TIC. » (EU STEM Coalition 2016, 4). En conséquence, dans de nombreux pays, l'offre de professionnels scientifiques « est en chute libre » (Fensham 2008, 11; CIUS 2011, 8-9; Chief Scientist 2014, 23). Comme le soulignent ces rapports, la question est de savoir comment stimuler l'intérêt des étudiants pour les matières et les choix de carrières dans les domaines des STIM.

La situation au Canada semble quelque peu différente. Comme le montre la figure 1, bien que le nombre d'inscriptions aux études postsecondaires en STIM au Canada soit inférieur à son sommet en 1999-2000 (en proportion avec l'ensemble des inscriptions aux études postsecondaires), la proportion d'étudiants du postsecondaire inscrits dans les domaines des STIM est demeurée relativement stable depuis le début des années 1990, soit environ 20 % de toutes les inscriptions aux études postsecondaires<sup>1</sup>. Un certain nombre d'études ont indiqué que, bien qu'il puisse y avoir certaines disparités de compétences sur le marché du travail canadien, il y a peu de preuves d'une pénurie généralisée de travailleurs en STIM (Expert Panel 2015, 32-59; Comité permanent 2012, 11-18)<sup>2</sup>.

1. Il convient de noter qu'en termes absolus, cela se traduit par un nombre croissant d'inscriptions dans les domaines des STIM.

2. Il convient toutefois d'indiquer que le groupe d'experts a également constaté qu'il existait d'importantes opportunités d'améliorations pour l'apprentissage des STIM au Canada, surtout au cours des premières années d'études. Voir Expert Panel 2015, 99.



**Figure 1 :** Nombre d'inscriptions aux programmes des STIM par rapport au nombre total d'inscriptions au niveau postsecondaire (étudiants canadiens seulement) Source : CANSIM, tableau 477-0019

En revanche, d'autres études canadiennes suggèrent qu'il pourrait déjà y avoir une pénurie de travailleurs dans les domaines des STIM ou qu'il y en aura bientôt, du moins si les taux actuels de diplomation se maintiennent (CTIC 2016, 6 et 8-9; Amgen et Parlons sciences 2012, 12).

Fait plus abstrait, d'autres études sous-entendent que le simple fait d'examiner les postes vacants dans les domaines des STIM est un moyen bien piètre d'évaluer l'impact d'un nombre restreint de diplômés dans les domaines des STIM. Ces études révèlent le dynamisme à la baisse des entreprises canadiennes ainsi que la faible croissance de la productivité et suggèrent qu'un plus grand nombre de diplômés en STIM signifierait une économie plus innovatrice, un meilleur entrepreneuriat et plus d'emplois<sup>3</sup>. En fait, l'un des rapports stipule qu'il n'y a pas de pénurie des STIM en général et souligne également que le Canada se classe derrière d'autres pays pairs pour ce qui est de la proportion de la population qui détient un diplôme en sciences de l'ingénierie, indicateur souvent liés à

l'innovation<sup>4</sup>. Enfin, d'autres rapports soulignent le fait que les immigrants représentent un pourcentage non négligeable des diplômés dans les domaines des STIM au Canada et que certains types d'emplois sont occupés en majorité par des immigrants; une réalité qui pourrait masquer des insuffisances au sein de son propre réseau « d'alimentation »<sup>5</sup>. Cet élément deviendra particulièrement important, comme le suggèrent certaines études, car le Canada ne pourra peut-être pas compter sur la disponibilité de cette main-d'œuvre immigrante hautement qualifiée très longtemps étant donné la concurrence internationale croissante pour les travailleurs mobiles dans ce secteur (Comité permanent 2012, 14).

## Désistement

La pénurie de diplômés dans les domaines des STIM compte plusieurs causes. Un rapport international décrit « une structure d'éducation en STIM avec des failles, des lacunes et des points faibles, où les élèves abandonnent, souvent à des moments prévisibles, par

3. C'est le cas, plus particulièrement, des études sur le secteur des TIC. Voir Asliturk et autres 2016, vii.

4. (Expert Panel 2015, 37-38) Le Canada occupe les 17e et 19e rangs sur 28 pays respectivement en ce qui a trait à la proportion de sa population qui détient (1) au moins un diplôme de premier cycle et (2) un doctorat en sciences ou en génie. Le Conference Board du Canada considère le nombre de chercheurs travaillant dans les domaines des STIM comme étant un indicateur critique de la capacité d'innovation. Voir <http://www.conferenceboard.ca/hcp/provincial/innovation.aspx>

5. Le groupe d'experts sur les compétences en STIM pour l'avenir (2015, 39) observe que 39 % des diplômés en STIM au Canada sont des immigrants, comparativement à seulement 23 % dans les autres domaines. Le rapport du Comité permanent (2012, 18) a également indiqué que certains sous-groupes d'emplois dans ce secteur étaient particulièrement vulnérables à la délocalisation. Si le Canada tire effectivement parti d'un bassin mondial de main-d'œuvre immigrante et si les entreprises ont la possibilité de délocaliser si les coûts de la main-d'œuvre augmentent dans certains secteurs des STIM, comme les TIC, cela pourrait expliquer pourquoi la croissance des salaires a été limitée dans ce secteur, une des principales preuves sur lesquelles s'appuient certaines études, comme celle du groupe d'experts sur les compétences en STIM pour l'avenir, pour conclure que le Canada ne connaît pas une pénurie de travailleurs dans ces domaines.



manque d'intérêt, d'engagement, d'aide ou de soutien financier » (Kramer et autres 2015, 2). En effet, de nombreux rapports font état d'une perte d'intérêt pour les STIM entre l'école primaire ou intermédiaire et le secondaire; cette curiosité naturelle des jeunes étudiants pour le monde scientifique ne se traduit pas par un intérêt soutenu pour les sciences (Education Council 2015a, 8). Un des rapports montre comment l'intérêt des étudiants canadiens pour les sciences diminue au cours de leurs études secondaires (voir la figure 2). Le même rapport révèle également que l'intérêt des élèves à suivre des cours de sciences facultatifs atteint un sommet à 15 ans, puis tend à diminuer, au moment où l'enseignement obligatoire des sciences et des mathématiques prend fin dans de nombreuses provinces et que les élèves doivent commencer à choisir ces cours comme matières optionnelles (Amgen et Parlons sciences 2014, 22).

**Figure 2 : Réponses des étudiants aux questions sur les sciences et les STIM (Source : Amgen et Parlons sciences 2014, 22)**

Question	13	14	15	16	17
La science est une activité amusante.	79 %	70 %	77 %	68 %	68 %
La science est une activité ennuyeuse.	30 %	36 %	31 %	34 %	39 %
J'aime les cours de sciences.	74 %	70 %	72 %	68 %	63 %
Je ne comprends pas où mènent les sciences, donc c'est peu intéressant...	29 %	28 %	31 %	28 %	36 %
Aucun obstacle ne m'empêcherait d'étudier les STIM.	30 %	20 %	23 %	19 %	19 %

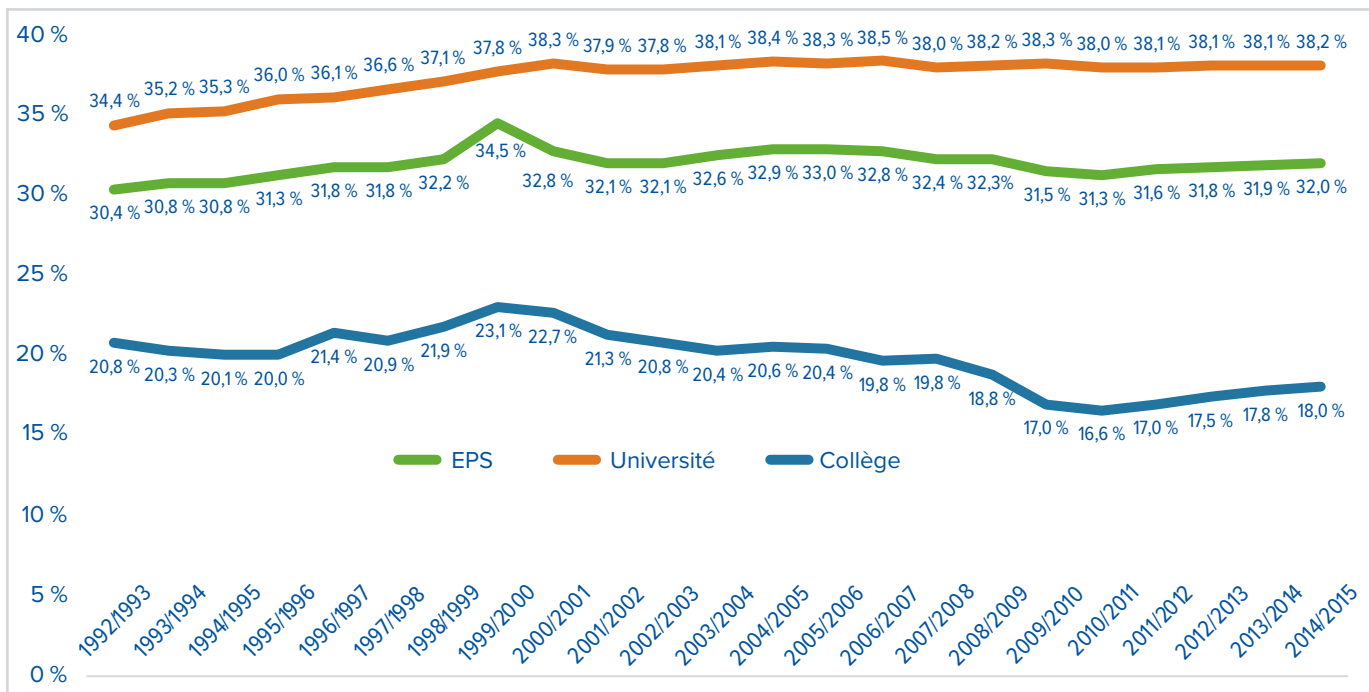
Cette perte d'intérêt est due, du moins en partie, au fait que les cours dans les domaines des STIM ont acquis la réputation d'être difficiles, ennuyeux ou autrement peu attrayants, ce qui a poussé de nombreux étudiants à se retirer de ces programmes (EU STEM Coalition 2016, 4; President's Council 2010, 4; Amgen et Parlons sciences 2012, 19). Les STIM ont aussi un « problème d'image » qui donne l'impression que c'est un domaine réservé aux « génies », aux « geeks » et aux « nerds », et qui n'est pas très accueillant (Education Council 2015b, 2). Bon nombre d'élèves semblent se retirer des STIM parce que « ils ne s'identifient pas à ces stéréotypes, manquent de confiance en eux face aux défis de ces disciplines et ne sont pas conscients des nombreuses possibilités de carrière que les STIM peuvent offrir »

(Education Council 2015b, 2). En d'autres termes, ils sont nombreux à manifester un « manque d'intérêt généralisé pour les STIM » et un manque de connaissances sur les possibilités de carrière liées aux STIM (President's Council 2010, vi).

Ce problème de baisse d'intérêt pour les STIM est évident lorsque l'on constate le taux d'inscription des élèves aux cours optionnels en sciences après la 3<sup>e</sup> secondaire (10<sup>e</sup> année), c'est-à-dire quand les exigences en sciences et en mathématiques prennent fin dans la plupart des provinces. En Colombie-Britannique, par exemple, en 4<sup>e</sup> secondaire (11<sup>e</sup> année), seulement 44 % des élèves suivent des cours de chimie, 43 % des cours de biologie et 36 % des cours de physique. En 5<sup>e</sup> secondaire (12<sup>e</sup> année), ces pourcentages sont encore plus à la baisse, soit 38 %, 25 % et 16 % respectivement. De même, « en Alberta, en 4<sup>e</sup> secondaire (11<sup>e</sup> année), environ 50 % des élèves suivent des cours de biologie, 49 % des cours de chimie et 33 % des cours de physique. En 5<sup>e</sup> secondaire (12<sup>e</sup> année), les taux d'inscription à ces cours chutent à 44 %, 38 % et 21 % respectivement. » (Amgen et Parlons sciences 2012, 18).

## Iniquités

Un autre problème est le fait que les STIM affichent toujours une représentation inégale entre les hommes et les femmes au Canada. Bien que cet enjeu est peut-être moins grave que dans d'autres pays, il demeure malheureusement une problématique. Par exemple, les données montrent que les filles de 15 ans s'attendent à faire carrière dans les domaines des STIM à un taux plus élevé que les garçons (PISA 2015). Cependant, ces attentes ont tendance à se regrouper dans les matières liées à la santé, une tendance qui se répète au niveau postsecondaire. La participation dans des domaines comme les mathématiques, l'informatique, le génie et la physique continue d'être très inégale selon le sexe, surtout au niveau collégial, et ces disciplines sont habituellement regroupées sous l'appellation « STIM » dans les rapports accessibles au public. Par conséquent, bien que les femmes composent de plus en plus la majorité des inscriptions dans des domaines comme la santé et les sciences de la vie dans les universités canadiennes (AUCC 14-15), elles demeurent sous-représentées dans l'ensemble des inscriptions en STIM, comme en témoignent de nombreux rapports (voir la figure 3).



**Figure 3 :** La proportion de femmes par rapport au nombre total d'inscriptions à des cours de STIM (étudiants canadiens seulement) (Source : CANSIM, tableau 477-0019)

**Remarque :** Les STIM comprennent les sciences et les technologies physiques et biologiques; les mathématiques, l'informatique, la science de l'information, l'architecture, l'ingénierie et les technologies connexes.

Les étudiants issus de minorités ethniques ou raciales sont également sous-représentés dans les secteurs des STIM dans de nombreux pays, tout comme les étudiants autochtones dans des pays comme l'Australie, le Canada et les États-Unis. Selon un rapport américain, « il existe un écart considérable entre l'intérêt et la réussite en ce qui a trait aux STIM. Par conséquent, les Afro-Américains, les Hispaniques, les Amérindiens et les femmes sont gravement sous-représentés dans de nombreux domaines des STIM » (President's Council 2010, 3; voir aussi Education Council 2015a, 4)<sup>6</sup>. Au Canada, les Autochtones représentent moins de 1 % des diplômés des STIM au baccalauréat, à la maîtrise et au doctorat, bien qu'ils constituent 3,7 % de la population adulte (Expert Panel 2015, 123-124)<sup>7</sup>.

## Réalisations variables

En parallèle, il est inquiétant de constater une baisse de la qualité des diplômés des STIM dans certains pays. Ceci est souvent exprimé sous la forme d'une préoccupation face à une baisse des résultats aux tests internationaux d'un pays, soit en termes absolus (une régression dans les résultats) ou en termes relatifs (comparativement à d'autres pays). Ces « résultats insatisfaisants suite à des

évaluations internationales de performance (PISA, TIMSS) sont... souvent un moteur pour de nouvelles initiatives » (Agence exécutive 2011, 27).

De plus, des préoccupations sont également exprimées au sujet des types de compétences que les élèves acquièrent. Selon certaines études, l'enseignement des STIM ne permet pas de garantir que les diplômés en STIM possèdent l'éventail complet des compétences requises par les employeurs. La coalition des STIM de l'UE soutient « que les diplômés dans les domaines des STIM n'ont pas les compétences nécessaires pour résoudre les problèmes et communiquer dans un environnement d'affaires du monde actuel » (The EU STEM Coalition 2016, 4). Ils affirment que l'enseignement des STIM doit mieux « doter les étudiants d'un large éventail de compétences, y compris d'importantes aptitudes transversales telles que la créativité, la flexibilité et un esprit entrepreneurial » (The EU STEM Coalition 2016, 4). Une autre affirme que le « système éducatif de la plupart des pays ne cadre pas suffisamment avec l'industrie pour développer les compétences et les aspirations des étudiants qui répondent aux besoins des employeurs ». Plus précisément, de nombreux diplômés en STIM « ne possèdent pas les compétences professionnelles et personnelles de base, comme le travail d'équipe, la communication et la résolution de problèmes » (Kramer et autres 2015, 4). Certains rapports canadiens font écho à de telles préoccupations (Asliturk et autres 2016, 15-16).

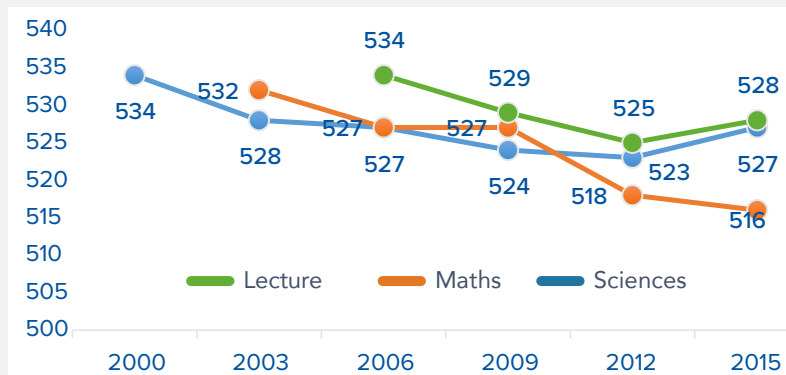
6. Il convient de souligner qu'il est très difficile de trouver des données ventilées sur la participation des minorités visibles aux STIM au Canada. (Hadziristic 2017, 45-46)

7. Il est tout de même encourageant de constater que les Autochtones représentent un peu plus de 2 % des diplômés des collèges dans les domaines des STIM

## À titre de comparaison, le rendement récent du Canada dans le cadre du PISA

Le Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA) est une étude triennale conçue pour évaluer de manière comparative les systèmes éducatifs des pays en testant les compétences et les connaissances des élèves de 15 ans en lecture, en mathématiques et en sciences. En 2015, il a été distribué à 28 millions de jeunes âgés de 15 ans dans 72 pays différents.

Dans l'ensemble, le rendement des élèves canadiens au PISA a toujours été satisfaisant, bien qu'il ait diminué en mathématiques par rapport à celui d'autres pays dans trois des quatre derniers résultats au test PISA.



*Tendances des résultats moyens au PISA pour chaque domaine, Canada (2000-2015) Source : Rapport PISA 2015 OCDE, volume 1*

Il est toutefois important de préciser que ces résultats agrégés masquent également d'importantes variations entre les provinces, un certain nombre d'entre elles ayant obtenu des résultats légèrement inférieurs à la moyenne internationale (500) et quelques autres ayant obtenu des résultats bien supérieurs à celle-ci. Cette divergence dans les résultats provinciaux est particulièrement perceptible dans les résultats en mathématiques de 2015.

	2003	2006	2009	2012	2015
<b>Canada</b>	532	527	527	518	516
<b>T.-N.-L.</b>	517	507	503	490	486
<b>Î.-P.-É.</b>	500	501	487	479	499
<b>N.-É.</b>	515	506	512	497	497
<b>N.-B.</b>	512	506	504	502	493
<b>QC</b>	537	540	543	536	544
<b>Ont.</b>	530	526	526	514	509
<b>Man.</b>	528	521	501	492	489
<b>Sask.</b>	516	507	506	506	484
<b>Alb.</b>	549	530	529	517	511
<b>C.-B.</b>	538	523	523	522	522

*Tendances des résultats moyens du PISA en mathématiques, au Canada et dans les provinces (2000-2015) Source : Rapport PISA 2015 OCDE, volume 1*

## COMPÉTENCES SCIENTIFIQUES DES CITOYENS

Le deuxième thème critique majeur commun à bon nombre des études révisées a trait à l'importance d'une population instruite sur le plan scientifique. Le point de départ ici est l'observation selon laquelle « la culture scientifique fondamentale, associée à des modes de connaissance scientifique, à savoir tirer des conclusions fondées sur l'observation, l'expérimentation et l'analyse, fournit à la population les outils nécessaires à un débat rationnel et à une prise de décision éclairée » (CIUS 2011, 5).

Cela est d'autant plus vrai que les questions de politique publique comportent de plus en plus une dimension scientifique (p. ex., le changement climatique) ou sont directement liées à la réglementation de la recherche scientifique, comme la médecine ou la génétique (Amgen et Parlons sciences 2012, 5). Comme le souligne la Royal Society du Royaume-Uni, « la découverte scientifique et l'innovation technologique peuvent résoudre des problèmes tels que la pénurie de nourriture et d'eau, l'approvisionnement et la sécurité énergétiques ainsi que le changement climatique, mais elles soulèvent aussi des dilemmes sociaux et éthiques. Tous les citoyens ont besoin des compétences et des connaissances nécessaires pour prendre des décisions éclairées sur la manière dont la société traite ces questions » (Royal Society 2014, 7). L'importance perçue de la « science pour tous » conduit plusieurs études à critiquer les politiques qui donnent la priorité à l'augmentation de la quantité et de la qualité des diplômés des STIM par rapport à cet objectif plus général.

Il est important de signaler que la nécessité d'améliorer l'ensemble des connaissances scientifiques n'entre pas forcément en concurrence avec l'objectif premier de produire davantage de scientifiques professionnels; les systèmes éducatifs peuvent se concentrer simultanément sur la formation générale et spécialisée. Il peut néanmoins y avoir des tensions entre le renforcement et le développement de l'enseignement des STIM, ou l'augmentation du niveau d'exigence des cours de STIM afin

d'améliorer la qualité des diplômés en STIM et de rendre leur accès plus facile. Dans de nombreux pays, en raison de la façon dont certains groupes, comme les filles ou les personnes issues de la diversité, perçoivent les disciplines des STIM comme étant moins accueillantes, rendre les STIM plus accessibles signifie souvent rendre les cours STIM obligatoires dans les dernières années de l'enseignement au secondaire pour éviter que les membres de ces groupes se désengagent. Actuellement, les cours de sciences au niveau secondaire sont souvent facultatifs; seulement six systèmes scolaires européens sur 36 avaient des cours de sciences obligatoires à leur examen de fin d'études secondaires (Eurydice 2011, 100). Au Canada, bien que toutes les provinces exigent que les élèves du secondaire suivent des cours obligatoires de sciences et de mathématiques jusqu'à la fin de la 3<sup>e</sup> secondaire (10<sup>e</sup> année), seulement le Manitoba et Terre-Neuve-et-Labrador exigent un cours de mathématiques en 12<sup>e</sup> année, tandis que seulement le Nouveau-Brunswick et Terre-Neuve-et-Labrador exigent un cours de sciences en 12<sup>e</sup> année (Amgen et Parlons sciences 2013, 5).

En fin de compte, « trouver le juste équilibre entre l'objectif de susciter l'intérêt d'un nombre suffisant d'étudiants pour entreprendre des carrières dans les domaines de la science et de la technologie et celui de susciter l'intérêt de tous les étudiants pour la science et la technologie, et suffisamment de connaissances dans ce domaine pour en apprécier l'importance dans la société, est peut-être le principal enjeu auquel tous les pays sont actuellement confrontés en matière d'éducation scientifique et technologique » (Fensham 2008, 15).

## À titre de comparaison, le rendement récent du Canada dans le cadre du PEICA

Pays	Littératie (résultat moyen)	Pays	Numératie (résultat moyen)	Pays	Résolution de problèmes dans des environnements à la fine pointe de la technologie (% au niveau 2 ou 3)
Japon	296	Japon	288	Suède	44
Finlande	288	Finlande	282	Finlande	42
Pays-Bas	284	Flandre (Belgique)	280	Pays-Bas	42
Australie	280	Pays-Bas	280	Norvège	41
Suède	279	Suède	279	Danemark	39
Norvège	278	Norvège	278	Australie	38
Estonie	276	Danemark	278	Canada	37
Flandre (Belgique)	275	Slovaquie	276	Allemagne	36
République tchèque	274	République tchèque	276	Angleterre/ Irlande du Nord (R.-U.)	35
Slovaquie	274	Autriche	275	Japon	35
Canada	273	Estonie	273	Flandre (Belgique)	35
Moyenne	273	Allemagne	272	Moyenne	34
Corée	273	Moyenne	269	République tchèque	33
Angleterre/ Irlande du Nord (R.-U.)	272	Australie	268	Autriche	32
Danemark	271	Canada	265	États-Unis	31
Allemagne	270	Chypre	265	Corée	30
États-Unis	270	Corée	263	Estonie	28
Autriche	269	Angleterre/ Irlande du Nord (R.-U.)	262	Slovaquie	26
Chypre	269	Pologne	260	Irlande	25
Pologne	267	Irlande	256	Pologne	19
Irlande	267	France	254		
France	262	États-Unis	253		
Espagne	252	Italie	247		
Italie	250	Espagne	246		

Le Programme pour l'évaluation internationale des compétences des adultes (PEICA) a été conçu pour des adultes âgés de 16 à 65 ans. Organisé par l'OCDE, le programme a été initialement mené dans 24 pays qui représentent 70 % du PIB mondial (9 pays supplémentaires ont été ajoutés en 2016). Le PEICA met l'accent sur l'évaluation des compétences des participants en lecture, en calcul et en résolution de problèmes dans des environnements fortement axés vers la technologie. L'OCDE considère ces compétences comme étant fondamentales pour les aptitudes cognitives d'ordre supérieur, pertinentes dans tous les domaines de la vie, et essentielles pour accéder à des domaines plus spécifiques du savoir et les comprendre. À mesure que la société devient de plus en plus dépendante de la technologie, ces compétences risquent de devenir indispensables (Parkin 2013, 6).

Les résultats du Canada aux évaluations du PEICA, qui combinent les résultats des participants nés et instruits au Canada ainsi que les immigrants qui ont acquis la plupart de leurs compétences ailleurs, sont relativement moyens. Le Canada obtient des résultats exactement égaux à la moyenne en littératie, légèrement inférieurs à la moyenne en numératie, et légèrement supérieurs à la moyenne lorsqu'il s'agit de résoudre des problèmes dans des environnements technologiques de pointe. Dans l'ensemble, le système d'éducation postsecondaire du Canada, surtout au niveau collégial, est plus inclusif et produit de meilleurs résultats sur le marché du travail que la moyenne des pays évalués (Parkin 2013, 32). Mais ces résultats moyens masquent aussi le fait que le Canada a une concentration supérieure à la moyenne de sa population aux extrémités supérieure et inférieure de l'échelle de compétence, soit entre un Canadien sur sept et un sur cinq possédant de faibles compétences dans ce domaine (Parkin 2013, 17). Ainsi, bien que les systèmes d'éducation primaire, secondaire et postsecondaire du Canada réussissent clairement dans certains aspects de leur mission visant à produire une population instruite, il reste un défi à relever pour ce qui est d'inculquer plus équitablement à tous les Canadiens les compétences fondamentales essentielles pour réussir dans la vie.

## RÉORIENTATION DES SYSTÈMES ÉDUCATIFS

Le troisième thème va encore plus loin en ce qui concerne la nécessité d'avoir des citoyens instruits sur le plan scientifique. Il porte non seulement sur le renforcement des connaissances scientifiques, mais aussi sur le développement plus général des compétences jugées essentielles dans les sociétés contemporaines, comme la pensée critique, la résolution de problèmes, la communication, la collaboration, la créativité et l'innovation (Scott 2015, 4-5), soit les compétences qui sont applicables dans tous les domaines de la vie, notamment le travail (Amgen et Parlons sciences 2012, 5). En effet, l'importance de ces compétences « mondiales » ou du « 21<sup>e</sup> siècle » a été reconnue ces dernières années par divers organismes, dont la Asia Society (Mansilla et Jackson 2011), la RAND Corporation (Stecher et Hamilton 2014), le Conseil des ministres de l'Éducation du Canada (CMEC 2017) et l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE 2016). Au Canada, certains gouvernements provinciaux ont adopté le concept et la Colombie-Britannique a ouvert la voie en remaniant son programme d'études en fonction de six « compétences de base » : la pensée créative, la pensée critique, la communication, l'identité personnelle/culturelle positive, la conscience de sa et la responsabilité personnelle, et la responsabilité sociale<sup>8</sup>.

Certaines organisations ont établi différents ensembles de traits ou de compétences comme étant importants, mais il existe des similitudes considérables entre plusieurs de ces listes. Par exemple, la Asia Society, l'un des premiers promoteurs de la compétence globale, a isolé les quatre compétences suivantes, soit la capacité :

1. d'enquêter sur le monde;
2. de reconnaître les points de vue;
3. de transmettre les idées;
4. de passer à l'action.

Le Conseil des ministres de l'Éducation (Canada), qui couvre une grande partie du même territoire, fait la promotion des six compétences globales suivantes comme un objectif critique pour les systèmes d'éducation canadiens et a récemment convenu de commencer à élaborer une stratégie pancanadienne pour les évaluer :

1. pensée critique et résolution de problèmes;
2. innovation, créativité et entrepreneuriat;
3. apprendre à apprendre / la conscience de soi et l'apprentissage autonome;

4. collaboration;
5. communication;
6. citoyenneté mondiale et durabilité.  
(CMEC 2017)

Une grande partie de l'impulsion donnée à cette orientation vers les compétences commence par les changements majeurs amorcés par l'arrivée des nouvelles TIC qui ont rendu la vie civique et économique plus exigeante, tout en ouvrant simultanément de nouvelles voies pour l'innovation et l'engagement. Cette évolution a des répercussions profondes sur la finalité de l'éducation. Étant donné que les connaissances factuelles sont maintenant facilement accessibles à tous, plusieurs suggèrent que l'éducation devrait maintenant moins se concentrer sur la transmission des faits de l'enseignant aux élèves que sur l'enseignement de l'évaluation et de la pensée critique de l'information et son application créative à la résolution de problèmes du monde réel. Selon le rapport de la Commission européenne, « le succès au 21<sup>e</sup> siècle dépend de l'acquisition de compétences clés plutôt que d'un simple apprentissage de faits ». Par conséquent, l'enseignement des sciences devrait servir à « développer les compétences en matière de résolution de problèmes et d'innovation, ainsi que la pensée analytique et critique nécessaire pour permettre aux citoyens de mener une vie épanouie, socialement responsable et engagée sur le plan professionnel » (Expert Group 2015, 14).

Dans cette optique, l'objectif de l'enseignement scientifique doit changer. Il ne devrait plus être considéré avant tout comme un moyen d'amener les élèves les plus brillants à gravir les échelons dès leur première introduction aux mathématiques et aux sciences vers une carrière dans les domaines des STIM. En d'autres termes, le but principal de l'apprentissage des STIM ne devrait pas être la formation de la prochaine génération de scientifiques. Il est nécessaire de modifier le discours politique : passer d'un « intérêt accru » pour la science à un « renforcement du capital scientifique » et de « rompre le lien : science = scientifique » (TISME s. d. (b), 4). De manière plus précise, le réseau European Schoolnet cite la résolution de problèmes, l'innovation, l'invention, l'autonomie, la pensée logique et la littératie technologique parmi les compétences que les STIM devraient aider tous les élèves à développer (European Schoolnet 2011, 7).

8. Visitez le site <https://curriculum.gov.bc.ca/> pour un aperçu de la façon dont la Colombie-Britannique a remanié son programme d'études.

La différence entre le deuxième et le troisième thème est subtile, mais importante. Le deuxième est axé sur la littératie scientifique, la capacité des citoyens non spécialistes à suivre les débats éclairés par la compréhension scientifique et d'y participer. Inversement, le troisième est axé sur la réforme de l'ensemble du système éducatif de manière à faire passer les résultats de la transmission de faits au développement des compétences.

Il est important de préciser que ceux qui affirment que l'objectif principal de l'enseignement des STIM, tout comme pour les autres formes d'éducation, devrait être la promotion de la pensée critique et des compétences en résolution de problèmes ne sous-entendent pas que la formation de scientifiques est un objectif sans intérêt. (En fait, mettre l'accent sur l'enseignement des compétences et rendre l'apprentissage des STIM plus convaincant pourraient aussi augmenter le nombre de scientifiques professionnels qui sont formés.) Ceux qui s'identifient à ce troisième thème soutiennent simplement que l'amélioration de la production de scientifiques n'est pas l'objectif le plus important de l'enseignement des STIM. Ils affirment plutôt que l'enseignement des STIM devrait être mis à profit, comme il peut être le seul capable de le faire, pour inculquer des aptitudes et des compétences beaucoup plus fondamentales qui seront d'une importance cruciale pour les apprenants dans tous les domaines. Ou, comme le décrit un des rapports : « L'apprentissage des STIM est l'un des moyens les plus efficaces d'aider quiconque à devenir plus analytique et curieux, à résoudre des problèmes, à expérimenter et à explorer, soit exactement les qualités nécessaires dans le milieu de travail moderne. » (Amgen et Parlons sciences 2012, 8).

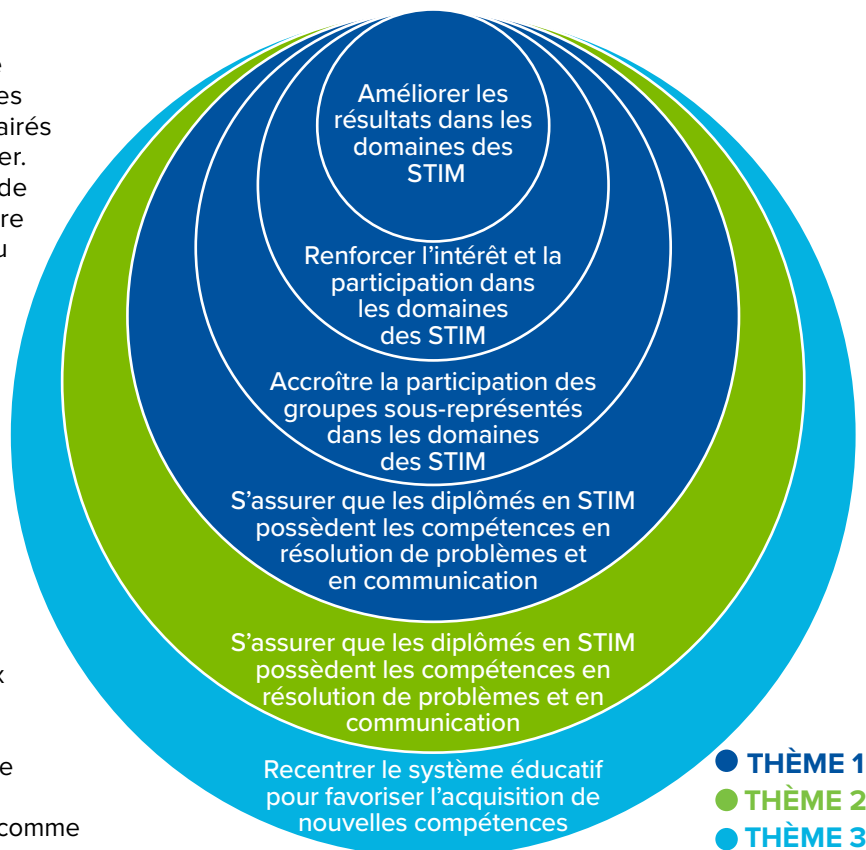


Figure 4 : Un continuum d'apprentissage en STIM

Les trois thèmes décrits ci-dessus ne sont pas nécessairement contradictoires. Ils doivent plutôt être considérés comme des éléments interdépendants d'un continuum, chacun ayant une portée progressive, comme l'illustre la figure 4.

## QUESTIONS À DISCUTER :

Sur lequel des trois défis le Canada devrait-il se concentrer le plus?

- Accroître la quantité et la qualité des diplômés en STIM.
- Améliorer la littératie scientifique de tous les citoyens.
- Promouvoir le développement de la pensée critique et des compétences en résolution de problèmes.

Chacun de ces trois objectifs peut-il être poursuivi en parallèle, ou les systèmes éducatifs doivent-ils établir des priorités entre eux? Dans quelle mesure les trois objectifs sont-ils complémentaires ou en concurrence les uns avec les autres?

Dans quelle mesure l'enseignement des STIM est-il perçu au Canada comme étant une porte d'entrée vers des études supérieures et des carrières en sciences et non comme pertinent pour tous les étudiants, peu importe leurs aspirations professionnelles?

# RECOMMANDATIONS

Décrire les défis auxquels fait face l'enseignement des STIM n'est seulement que la première étape. Établir ce qu'il faut faire pour adapter l'enseignement des STIM et surmonter ces défis est également crucial. Nous présentons, ci-dessous, les recommandations formulées suite à l'étude des rapports. Ces recommandations ont été adaptées aux six piliers de l'enseignement des STIM cernés par Parlons sciences dans son initiative Canada 2067.

En fait, ces recommandations ne sont pas des conclusions tirées de ce rapport. Elles offrent plutôt un résumé commenté des politiques et des mesures recommandées dans les rapports à l'étude. Nous espérons qu'en fournissant ces informations contextuelles, ce rapport permettra de générer une discussion exclusive au Canada sur les actions et les politiques que les divers systèmes d'éducation au pays peuvent utiliser dans le cadre de leur propre adaptation à l'évolution de leur société. Il convient également de souligner que dans ce domaine, nous n'avons pas perçu un grand consensus et avons plutôt opté de fournir une description des différentes opinions existantes.

Il est intéressant de constater que les différents défis relevés à partir des trois thèmes décrits ci-dessus ne sont pas nécessairement associés à des recommandations distinctes. Souvent, les mêmes recommandations peuvent être formulées, que l'objectif soit d'augmenter le nombre de diplômés en STIM, d'élever le niveau général de la littératie scientifique, ou de recentrer les systèmes éducatifs sur la promotion des compétences. Il y a toutefois quelques exceptions : certaines recommandations s'appliquent davantage à l'un de ces objectifs que d'autres et, dans un cas en particulier, les recommandations sont incompatibles.

## MÉTHODES D'APPRENTISSAGE

Un certain nombre de recommandations formulées dans les rapports examinés concernent la façon dont l'apprentissage se fait dans les disciplines des STIM, y compris le contenu des cours et les résultats d'apprentissage escomptés. Ces recommandations sont généralement axées sur l'amélioration des pédagogies et se concentrent souvent sur l'intégration des possibilités d'apprentissage expérientiel et fondé sur l'enquête dans le programme d'études.

### Apprentissage expérientiel

Une critique courante de l'enseignement traditionnel des STIM est qu'il est trop axé sur les faits et peu stimulant. Cette perspective est le fondement des recommandations liées à l'apprentissage expérientiel, tout comme la nécessité perçue de mieux développer les compétences, comme la pensée critique et la résolution de problèmes. Par conséquent, de nombreuses études concluent que l'enseignement des STIM devrait inclure davantage d'apprentissages par action, surtout chez les jeunes enfants, et qu'il devrait y avoir plus de possibilités d'appliquer la science à des problèmes réels. Comme le font remarquer Osborne et Dillon, « le meilleur moyen d'y parvenir est de multiplier les possibilités d'investigation et d'expérimentation pratique, et non de mettre l'accent sur l'acquisition de concepts canoniques » (2008, 19).

Ces arguments sont repris dans diverses sources. L'expert scientifique en chef de l'Australie, par exemple, préconise que « les écoles doivent enseigner les STIM telles qu'elles sont pratiquées, de manière à susciter la participation des élèves, à encourager la curiosité, la réflexion et à relier les sujets abordés en classe au monde réel » (Chief Scientist 2014, 23). De même, une étude réalisée pour la New York Academy of Sciences a établi qu'« un système éducatif solide qui combine l'apprentissage en classe avec des expériences réelles pour fournir aux élèves les compétences techniques, professionnelles et personnelles dont ils ont besoin pour réussir » est une pratique essentielle de l'enseignement des STIM (Kramer et autres 2015, 6). Un rapport canadien préparé pour le Conseil des technologies de l'information et des communications (CTIC) va jusqu'à recommander d'intégrer « l'apprentissage expérientiel obligatoire pour l'obtention de crédits dans tous les programmes d'enseignement secondaire et postsecondaire » (Asliturk et autres 2016, viii).

Cette emphase sur l'apprentissage par expérience se traduit notamment par la nécessité de sortir de la salle de classe. Un rapport américain soutient que pour créer « des occasions stimulantes pour les étudiants de vivre des expériences individuelles ou en équipe avec les



idées, les découvertes et les connaissances émergentes dans les domaines des STIM », le gouvernement devrait encourager l'accroissement des « activités en dehors des salles de classe et d'une journée prolongée, qui comprennent des concours, des expériences en laboratoire, des sorties » ainsi que « des camps d'été ou des programmes de fin de semaine ». Le rapport suggère également que les apprenants travaillent « comme stagiaires dans des entreprises axées sur les STIM, assistent à des conférences présentées par des spécialistes des STIM, ou soient encadrés en tutorat ou mentorat par des membres de leur communauté œuvrant dans un domaine des STIM (President's Council 2010, 87-88).

## Apprentissage par l'enquête

Alors que les disciplines des STIM sont souvent perçues comme une source inhérente de curiosité, d'enquête et de résolution de problèmes, certaines études concluent que, trop souvent, l'apprentissage des STIM est vécu « non pas comme un voyage de découverte, mais plutôt comme une tâche aride et factuelle » (European Schoolnet s. d., 7, 11). Ainsi, certaines études recommandent un changement d'approche comportant l'adoption de « pratiques d'apprentissage novatrices » conçues pour favoriser « les compétences non disciplinaires, comme la créativité, la curiosité, la collaboration, ainsi que les attitudes entrepreneuriales » (OECD 2012, 207-208).

Osborne et Dillon observent que dans l'enseignement des STIM, le savoir est trop souvent « considéré comme une matière à transmettre ». Ils soutiennent que la science en milieu scolaire « surpasse rarement la copie de l'information du tableau vers le cahier » et suggèrent que « cette pédagogie limitée » pourrait être « une des raisons pour lesquelles les élèves se dissocieraient du domaine scientifique » (Osborne and Dillon 2008, 22).

Dans les « pays les plus performants », cette approche traditionnelle de l'enseignement et de l'apprentissage est de plus en plus remplacée par un apprentissage par l'enquête, qui vise à rendre les sciences et les mathématiques plus attrayantes et pratiques, et qui met l'accent sur « la créativité et la pensée critique » (ACOLA 2013, 15). En conséquence, l'apprentissage par l'enquête et par problème est « actuellement largement préconisé pour l'enseignement des sciences et des mathématiques comme moyen d'accroître la motivation et les résultats » (Agence exécutive 2011, 117).

De même, d'autres études recommandent que les

élèves s'attaquent aux « problèmes du monde réel » par des « expériences d'apprentissage pratiques et fondées sur l'enquête, qui favorisent l'acquisition de connaissances approfondies » (Education Council 2015a, 11). D'autres recommandations visent à permettre aux enseignants « d'innover, d'inspirer » et de passer d'une évaluation « fondée sur les faits » à une évaluation « fondée sur les compétences » (European Schoolnet s. d. 20) et à des « régimes d'évaluation qui soutiennent l'engagement à résoudre les problèmes, les approches basées sur l'enquête, la pensée critique et la créativité » (ACOLA 2013, 22).

Il est important de mentionner que ces recommandations sont pertinentes pour les trois défis décrits dans la partie 1 du présent rapport. Pour certains, l'apprentissage par l'enquête est un moyen d'augmenter le nombre de diplômés en STIM en rendant l'enseignement des STIM plus attrayant pour ceux qui se passionnent déjà pour ces matières. Pour d'autres, c'est un moyen d'accroître l'attrait de l'enseignement des STIM pour tous les élèves. D'autres soutiennent toutefois qu'il s'agit d'abord et avant tout d'un moyen de s'assurer que les élèves apprennent et retiennent réellement la matière, plutôt que de simplement la mémoriser pour un test et d'ensuite oublier les concepts STIM. Enfin, d'autres considèrent la recherche comme une voie essentielle au développement de la pensée critique et des compétences en résolution de problèmes des élèves.

### QUESTIONS À DISCUTER :

Dans quelle mesure la réforme pédagogique au Canada accorde-t-elle la priorité à l'apprentissage par l'enquête et l'expérientiel? Comment mieux évaluer ou mesurer ce niveau de priorité?

Comment pouvons-nous mesurer/quantifier la mise en œuvre des approches d'apprentissage fondées sur l'enquête et l'expérience?

Dans quelle mesure l'apprentissage par l'enquête est-il intégré à l'enseignement des STIM au Canada? Comment l'apprentissage par l'enquête est-il perçu par les enseignants et les intervenants en éducation?

Que faut-il changer dans l'enseignement des STIM au Canada pour qu'il offre plus de possibilités d'apprentissage expérientiel?

## MÉTHODES D'ENSEIGNEMENT

Presque toutes les études s'accordent pour dire que l'efficacité et l'inspiration des enseignants sont les éléments clés dans l'enseignement des STIM (Education Council 2015a, 8). Comme l'indique un rapport d'examen des politiques européennes, « lorsqu'il existe des cadres stratégiques nationaux pour la promotion de l'enseignement des sciences, ils comportent généralement l'amélioration de la formation des enseignants en sciences comme objectif » (Agence exécutive 2011, 110).

Le principal problème cerné dans ce domaine n'est pas que les enseignants sont en général peu formés, mais que leur formation dans les matières des STIM, en particulier la manière d'enseigner ces matières, est insuffisante. Les enseignants qui dispensent des cours de STIM sans avoir reçu une formation adéquate dans une matière spécifique sont décrits comme des personnes qui manquent de confiance. Elles sont plus enclines à « enseigner en suivant le manuel » plutôt que d'utiliser des processus d'apprentissage novateurs, et sont moins susceptibles d'inculquer leur passion pour la matière (President's Council 2010, 3). Dans certains cas, les enseignants sont même « plus efficaces pour éloigner les élèves des disciplines scientifiques que pour les attirer » (CIUS 2011, 16, 9).

La Royal Society du Royaume-Uni suggère que : « tous ceux qui enseignent les sciences et les mathématiques... devraient bien comprendre les concepts scientifiques et mathématiques pour répondre aux exigences du curriculum. Ils doivent être à l'aise dans l'utilisation de la terminologie scientifique et mathématique, dans l'exécution des travaux de raisonnement et de modélisation pratiques ou mathématiques, dans la recherche de sujets dans leurs matières et dans l'aide qu'ils peuvent apporter à leurs élèves pour faire de même » (2014, 86 and 85). C'est pourquoi les « principes d'une première formation efficace des enseignants » mis de l'avant par la Royal Society stipulent que « les premiers cours de formation des enseignants devraient être axés sur le développement de connaissances approfondies dans des matières spécialisées et sur la compréhension conceptuelle » (2014, 90). De même, une autre étude conclue que « les pays forts en STIM... ont un engagement indéfectible envers les contenus disciplinaires... On s'attend à ce que les enseignants de

STIM soient pleinement qualifiés dans leur discipline et qu'ils enseignent uniquement dans ce domaine » (ACOLA 2013a, 15).

En l'observant de plus près, cette question se divise en plusieurs défis connexes. L'un d'eux consiste à attirer suffisamment de personnes qui aspirent à enseigner les mathématiques et les sciences. Comme le mentionne la Royal Society, « la capacité d'offrir un enseignement des sciences et des mathématiques de haute qualité à tous les jeunes est entravée par la pénurie d'enseignants qualifiés qui persiste depuis de nombreuses années » (2014, 84). Un autre est de s'assurer que les candidats à l'enseignement suivent des cours de niveau supérieur en mathématiques et en sciences dans le cadre de leur formation. Enfin, il faut veiller à ce que les cours de STIM dans les écoles soient confiés à des enseignants ayant reçu une formation appropriée.

Toutefois, ce qui est peut-être plus important que d'avoir une formation avancée dans une matière en STIM (connaissance du contenu), c'est de se concentrer sur la façon d'enseigner cette matière en particulier. Cette « connaissance du contenu pédagogique » propre à la matière dépend moins de la maîtrise de l'enseignant par rapport à la discipline enseignée à un niveau avancé que de la compréhension des façons communes et spécifiques dont les étudiants ont tendance à apprendre (et à éprouver des difficultés avec) ces concepts et les meilleures approches pour les enseigner.

Par exemple, un rapport (Guerriero 2017, 108) s'est concentré sur la description d'une étude publiée en 2010, qui opérationnalise la connaissance du contenu pédagogique en mathématiques selon trois dimensions :

1. **Une dimension « tâches » axée sur la capacité des enseignants à identifier des voies de solution multiples.**
2. **Une dimension « élève » axée sur la capacité des enseignants à reconnaître les conceptions erronées, les difficultés de compréhension et les stratégies de solution des élèves.**
3. **Une dimension « enseignement » centrée sur la connaissance des enseignants par rapport aux différentes représentations et explications des problèmes classiques en mathématiques.**

D'un point de vue critique, l'étude a révélé que c'est cette connaissance du contenu pédagogique qui a eu l'impact le plus positif sur le rendement des élèves, même si on la compare à celle des enseignants (Guerriero 2017, 109).

Évidemment, bien qu'il semble fort probable qu'il y ait un chevauchement notoire entre l'enseignement supérieur des concepts des STIM (connaissance du contenu) et l'enseignement supérieur sur la manière de dispenser les concepts des STIM (connaissance pédagogique du contenu des STIM), ces deux éléments ne semblent pas être similaires (Guerriero 2017, 108-109). Étant donné que l'enseignement de la connaissance du contenu pédagogique peut probablement se faire d'une manière plus ciblée, plus rapide, moins coûteuse et plus efficace que d'encourager ou d'exiger sans discernement tous ceux qui souhaitent devenir enseignants des STIM à passer des années à obtenir des diplômes supérieurs en STIM, cette distinction est probablement une bonne nouvelle pour ceux chargés de former et de recruter des enseignants en STIM. Cela est d'autant plus important du fait que l'enseignement fait face à une forte concurrence de la part d'autres professions, souvent mieux rémunérées, pour les personnes qui possèdent l'éducation et les compétences avancées en STIM qui accompagnent l'obtention d'un diplôme supérieur dans ces domaines<sup>9</sup>.

L'appel en faveur d'une plus grande expertise en matière des STIM parmi les enseignants s'adresse non seulement à ceux qui enseignent au secondaire, mais parfois aussi aux enseignants du primaire. Un des rapports affirme que « les bases des compétences en STIM sont établies dès l'éducation de la petite enfance et l'enseignement au primaire » (ACOLA 2013, 24). D'autres rapports soulignent l'importance pour chaque école primaire d'avoir accès à des enseignants spécialisés dans les matières des STIM (Royal Society 2014, 97; President's Council 2010, 103). Toutefois, il est important de souligner une fois de plus que l'enseignement spécialisé dans les matières des STIM ne renvoie pas nécessairement à un diplôme d'études supérieures dans une matière des STIM, mais peut aussi faire référence à une formation avancée sur la façon d'enseigner cette matière particulière.

Une des limites à l'amélioration de la formation des enseignants est qu'elle ne touche pas ceux qui ont déjà reçu leur formation et qui enseigneront encore pendant de nombreuses années; pour ces personnes, l'apprentissage et le perfectionnement professionnels sont essentiels. Il est également important de noter que c'est ainsi que les

enseignants peuvent suivre l'évolution des disciplines scientifiques et technologiques, domaines dont les connaissances sont en pleine expansion (Education Council 2015a, 8). Une étude démontre que « comme dans toute autre profession, comme la médecine », les enseignants doivent rester à jour et « doivent s'engager dans un développement professionnel continu tout au long de leur carrière ». Il est donc également recommandé que « le perfectionnement professionnel spécifique à une matière soit une exigence pour tous les enseignants de sciences et de mathématiques, et que la reconnaissance et la promotion soient conditionnelles à un perfectionnement professionnel continu et à des effets démontrés sur la pratique » (Royal Society 2014, 95).

De nombreuses solutions ont été suggérées pour relever ces défis. Il peut s'agir d'objectifs de recrutement pour les enseignants possédant des connaissances propres aux STIM (President's Council 2010, 65; Chief Scientist 2014, 23), d'incitatifs financiers plus importants pour encourager les enseignants potentiels à développer ces compétences et attirer davantage de personnes qui les possèdent dans l'enseignement (President's Council 2010, 71; Chief Scientist 2014, 23), de programmes plus rigoureux de perfectionnement professionnel (President's Council 2010, 66).

Somme toute, les améliorations apportées à la formation et au perfectionnement professionnel des enseignants sont pertinentes pour chacun des trois objectifs décrits précédemment. Il faut des enseignants efficaces et inspirants, qu'il s'agisse d'essayer de générer plus de diplômés dans les domaines des STIM ou de repenser le but de l'enseignement des STIM. Il existe toutefois des recommandations spécifiques concernant la formation et le perfectionnement professionnel des enseignants, axées sur l'amélioration de la littératie scientifique en général et sur la promotion de nouvelles compétences. Pour ces personnes, la formation initiale et le perfectionnement professionnel doivent être renforcés non seulement en améliorant les connaissances dans les matières des STIM, mais aussi en exposant les enseignants à de nouvelles approches pédagogiques conçues pour favoriser la pensée critique et les aptitudes à la résolution de problèmes, comme l'apprentissage par l'enquête. (ACOLA 2013a, 115; Agence exécutive 2011, 128).

Il peut être difficile de se tourner vers ces nouvelles approches. En effet, la « recherche sur le perfectionnement professionnel des enseignants montre qu'il n'est pas

9. Par exemple, dans un effort visant à concurrencer le secteur privé, le gouvernement britannique a décidé d'offrir aux brillants étudiants de mathématiques à l'université une bourse de 15 000 £ en échange de la promesse d'enseigner les mathématiques pendant au moins trois ans. Voir, par exemple, Watt, N., le 11 mars 2015. « £15,000 teaching bursaries for maths and physics graduates ». The Guardian. <https://www.theguardian.com/education/2015/mar/11/15000-teaching-bursaries-maths-and-physics-graduates-students-david-cameron> and Osborne, S., le 18 janvier 2016. « What does a maths teacher make? » The Independent. <http://www.independent.co.uk/news/education/what-does-a-maths-teacher-make-a6820146.htm>

possible de changer la pédagogie des enseignants par des cours ponctuels et courts » (Osborne et Dillon 2008, 23). Il faut plutôt une approche plus approfondie et continue dans laquelle tous les enseignants d'une école ou d'une région sont engagés en tant que communauté d'apprentissage collaborative (Agence exécutive 2011, 107). Les chercheurs associés au projet TISME (Targeted Initiative on Science and Maths Education) soutiennent que les écoles doivent régulièrement « prévoir du temps pour la collaboration et veiller à ce que ce temps soit utilisé pour favoriser une interaction en profondeur entre les enseignants qui font ensemble des activités en lien avec les matières et discutent de stratégies » (TISME s. d. (a), 11). Ils soulignent que le « succès de la mise en œuvre des changements dans la pratique dépend de l'encadrement effectué à l'aide de l'enseignement collaboratif, de l'observation, ainsi que de la planification et de l'analyse conjointes » (TISME s. d. (a), 11). Ils concluent que les initiatives de perfectionnement professionnel doivent « se dérouler dans une communauté de collaboration stable pendant une période soutenue » (TISME s. d. (a), 11) et qu'il faut leur accorder une plus grande visibilité « en faisant d'elles une composante centrale directement évaluée de la responsabilité des écoles » (TISME s. d. (a), 10).

## L'ÉTENDUE ET LA PROFONDEUR DE L'ENSEIGNEMENT DES STIM

Comme mentionné précédemment, notre recherche a révélé des désaccords sur la question visant à savoir si le but de l'enseignement des STIM est de faire en sorte que la société dispose en permanence d'un nombre suffisant de diplômés de haut niveau, ou que l'ensemble de la société possède un vaste niveau de connaissances et de compétences scientifiques fondamentales. Cette situation est importante parce que, contrairement à ce qui se passe dans d'autres domaines examinés ici, elle tend à créer une certaine tension entre les différentes recommandations formulées dans les divers rapports révisés.

Ceux qui s'intéressent surtout à la quantité et à la qualité des diplômés en STIM ont tendance à se concentrer sur les étudiants qui s'intéressent déjà aux STIM et à recommander d'inclure des cours plus avancés ou l'introduction de spécialisations en STIM afin que ces étudiants soient suffisamment stimulés. Par exemple, un des rapports recommande la création d'« Académies STIM » visant à aider les « étudiants à aspirer au leadership en STIM et à propulser leurs carrières ». Ce concept offrirait « un environnement amélioré pour un enseignement secondaire complet et coordonné des STIM » et « les prépareraient à réussir dans des

### QUESTIONS À DISCUTER :

Dans quelle mesure l'enseignement des STIM est-il dispensé par des enseignants spécialisés dans les disciplines des STIM dans les écoles primaires et secondaires au Canada? L'enseignement « hors domaine » est-il un problème dans les écoles canadiennes?

Dans quelle mesure les facultés d'éducation font-elles une distinction entre la connaissance du contenu et la connaissance pédagogique du contenu dans leur formation en enseignement?

Les facultés d'éducation au Canada recrutent-elles suffisamment d'enseignants en formation intéressés ou ayant une formation dans les domaines des STIM?

Y a-t-il suffisamment de possibilités de perfectionnement professionnel pour les enseignants des STIM au Canada? Ces possibilités sont-elles offertes dans le cadre de processus soutenus d'apprentissage collaboratif au sein des écoles et entre elles?

programmes rigoureux de premiers cycles universitaires dans ces domaines » (Governor's Task Force 2015, 28-29).

D'un autre côté, ceux qui se concentrent davantage sur la promotion de la culture et des compétences scientifiques peuvent considérer qu'il est contre-productif de se concentrer sur les étudiants les plus avancés. En fait, une étude conclut que le « positionnement des disciplines en STIM comme le premier moyen de cerner les talents innés et de leur assigner des voies privilégiées corrompt le potentiel des initiatives des STIM pour tous ». Les STIM imaginées et pratiquées uniquement dans le but d'atteindre la voie de la haute capacité, de la haute performance et de l'ambition représentent l'anéantissement de la littérature scientifique universelle (ACOLA 2013, 73).

Les chercheurs de la TISME sont d'accord là-dessus. Ils recommandent d'assouplir le programme d'études en remplaçant le système actuel de niveau A par un « système de baccalauréat dans lequel la norme serait que les élèves étudient une grande variété de matières » (TISME s. d. (a), 4). Le problème avec le système de niveau A, c'est qu'il tend à restreindre les cours de STIM aux quelques étudiants qui souhaitent faire des STIM

leur projet de carrière. Un système de baccalauréat offrirait moins de spécialisations, mais « un éventail plus large (plus inclusif) d'options pour les élèves de plus de 16 ans... ouvert aux élèves dont le niveau de réussite est variable » (TISME s. d. (a), 4). Les tenants du baccalauréat soutiennent que « non seulement des options scientifiques plus diversifiées pour les étudiants de plus de 16 ans permettraient à un plus grand nombre d'étudiants d'étudier en sciences et les encourageraient à poursuivre dans ces domaines... mais elles permettraient également d'améliorer la littératie scientifique au sein de chaque groupe d'âge... et aideraient à faire basculer le discours politique qui ne se concentrerait plus uniquement sur les besoins de « l'alimentation » scientifique... mais également vers une valorisation plus prépondérante du savoir scientifique au sein du grand public » (TISME s. d. (a), 4).

Les approches visant à maintenir l'engagement de tous les élèves dans les STIM impliquent de limiter les options des étudiants en termes de choix de cours dans les dernières années de l'enseignement secondaire. Plusieurs études démontrent que le fait de rendre les matières des STIM facultatives prématurément peut renforcer les inégalités sociales : les élèves issus de milieux plus favorisés ont tendance à obtenir de meilleurs résultats et sont plus susceptibles d'opter pour les STIM, tandis que les autres ont tendance à se retirer pour plusieurs des raisons déjà mentionnées. Ainsi, l'enseignement des STIM constitue un moyen de « sélection sociale » et une « voie d'élite pour accéder à l'université et en tirer un avantage social » (ACOLA 2013, 76).

Certaines tensions sont, par conséquent, inévitables. Une étude décrit deux stratégies qu'elle établit comme étant fondamentalement contradictoires : « Le suivi des STIM », qui consiste en « une bifurcation ferme et possiblement précoce entre les disciplines des STIM et non STIM » visant à « renforcer les STIM à haut rendement », et « un programme intégré au secondaire » par « un programme moins spécialisé et plus intégré au deuxième cycle du secondaire... dans lequel tous les élèves suivraient des cours de mathématiques, de sciences et de lettres », conçus pour faire la promotion de la « science pour tous » (ACOLA 2013, 74).

Tous ne considèrent pas cette tension comme étant inévitable. Les ministres de l'éducation de l'Australie, par exemple, ont récemment approuvé une stratégie éducative en STIM qui comprend ces deux objectifs. Le premier vise à faire en sorte que « tous les élèves terminent leurs études avec de solides connaissances de base en STIM et les compétences connexes ». Le

deuxième consiste à s'assurer « que les élèves souhaitent s'attaquer à des matières en STIM plus complexes. » Néanmoins, la stratégie n'explique pas comment ces objectifs seront conciliés, si ce n'est que le premier est considéré comme étant le principal et le deuxième comme étant complémentaire.

Une autre manière de comprendre cette tension entre la profondeur et l'étendue est d'examiner les politiques visant les élèves qui réussissent bien et ceux qui réussissent moins bien. Bon nombre des stratégies dites « d'alimentation » visent à faire en sorte que les meilleurs étudiants soient orientés et préparés pour des carrières dans les STIM. En revanche, une étude a montré qu'aucun pays européen n'a mis en œuvre une politique spécifique pour répondre aux besoins des élèves peu productifs dans les matières scientifiques (Agence exécutive 2011, 127). Par conséquent, une autre recommandation divergente est d'équilibrer le développement de cours plus avancés en apportant des améliorations, par exemple, de nouveaux programmes et de nouvelles ressources, visant à aider les élèves moins performants (TISME s. d. (a), 12-13).

## QUESTIONS À DISCUTER :

Comment le Canada devrait-il définir l'équilibre entre la profondeur et l'étendue? L'enseignement des STIM dans l'ensemble du Canada atteint-il le bon équilibre?

Comment la réforme des programmes d'études peut-elle poser de plus grands défis aux élèves très performants tout en favorisant la littératie scientifique et la pensée critique parmi tous les étudiants? Lequel de ces deux objectifs nécessite plus d'attention au Canada, et pourquoi?

Le programme d'études offert dans les écoles canadiennes devrait-il offrir moins de choix de cours aux élèves du deuxième cycle du secondaire afin de réduire au minimum les possibilités de s'exclure des STIM et de faire en sorte que tous les diplômés du secondaire aient une solide base dans les disciplines liées aux STIM?

Les écoles canadiennes se préoccupent-elles trop de la formation d'élèves très performants en STIM et pas assez de l'élaboration de méthodes pour répondre aux besoins des autres étudiants? Comment devrions-nous aborder la question?

## APPRENTISSAGES

Un certain nombre de recommandations formulées dans les rapports examinés concernent la matière enseignée dans les disciplines des STIM, y compris le contenu des cours et les résultats d'apprentissage escomptés. Ces recommandations portent généralement sur l'amélioration des programmes d'études et, plus particulièrement, sur l'intégration de la formation aux TIC dans les programmes et le renforcement de son interdisciplinarité.

### Littératie numérique et technologies de l'information et de la communication (TIC)

Dans son document Perspectives des compétences 2013, l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) a publié les résultats du Programme international pour l'évaluation des compétences des adultes (PEICA). Cette étude a révélé que les connaissances en informatique allaient bientôt être intégrées aux compétences de base essentielles, comme la littératie et la numératie, notant que « les connaissances et l'utilisation des TIC sont devenues presque indispensables pour accéder aux services publics fondamentaux et exercer les droits et les devoirs du citoyen » (OCDE 2013, 46).

L'ajout de la littératie numérique et de la formation sur l'utilisation des TIC dans les programmes d'études a également été jugé essentiel par bon nombre de rapports examinés. Par exemple, le réseau European Schoolnet préconise que l'enseignement des STIM devrait, entre autres, promouvoir la « littératie technologique » afin que les étudiants puissent « comprendre et expliquer la nature de la technologie, développer les compétences nécessaires et l'utiliser de manière appropriée » (European Schoolnet s. d. 7). Les recommandations relatives à l'enseignement des compétences en informatique sont aussi généralement motivées par le désir de favoriser les compétences en résolution de problèmes de manière plus globale (Education Council 2015b, 4).

Par exemple, en Australie, les ministres de l'éducation ont défini comme étant prioritaire « le développement de compétences supérieures en informatique, en résolution de problèmes et en pensée créative grâce au développement du programme d'études australien

sur les technologies, notamment un engagement poussé pour le codage » (Education Council 2015a, 8). De même, un rapport américain exhorte les districts scolaires à introduire le codage dans les programmes scolaires de la petite enfance à la fin du secondaire « pour permettre à tous les élèves d'acquérir des compétences en sciences et en mathématiques modernes, notamment en résolution de problèmes et en pensée logique » (Governor's Task Force 2015, 18). Mais si les demandes à enseigner le codage à l'école primaire et à « intégrer l'informatique dans le programme d'études de la petite enfance à la fin du secondaire » (Asliturk et autres 2016, viii) semblent offrir des solutions simples, d'autres mettent en garde contre le fait de se concentrer trop exclusivement sur les « classes de codage » peut masquer « le large éventail de la littératie numérique et des formations en STIM » (Hadiristic 2017, 8) requises pour une « forte économie du savoir et un secteur de l'innovation » (Hadiristic 2017, 8). Quel que soit le dénouement de ce débat, le manque d'enseignants ayant eux-mêmes un niveau de littératie numérique suffisant pour enseigner aux élèves demeure un défi important au Canada (Hadiristic 2017, 31).

Certaines discussions vont plus loin et se concentrent sur la manière dont les TIC peuvent étayer de nouvelles approches d'enseignement et d'évaluation, et de nouvelles formes d'interaction entre les éducateurs et les élèves (Royal Society 2014, 51). Un rapport des États-Unis souligne, par exemple, que « les technologies de l'information et de l'informatique peuvent être un puissant moteur d'innovation dans le secteur éducatif, en améliorant la qualité des outils pédagogiques dont disposent les enseignants et les élèves, en aidant à l'élaboration d'évaluations de qualité qui intègrent les apprentissages scolaires, et en accélérant la collecte et l'utilisation de données pour fournir une rétroaction pertinente aux élèves, aux enseignants et aux autres intervenants des écoles » (President's Council 2010, 12).

Des exemples de telles innovations vont du concept de la « classe inversée » - où les élèves visionnent des présentations vidéo comme devoir à la maison pour apprendre des concepts, libérant ainsi du temps en classe pour que les enseignants puissent travailler directement avec chaque élève qui pourrait éprouver des difficultés - aux nouvelles formes individualisées de testing adaptatif par ordinateur (TAO), et à l'utilisation de techniques de « ludification » pour améliorer la motivation

et rendre l'apprentissage plus agréable. De plus, en offrant la possibilité d'analyser de vastes quantités de nouvelles données individualisées qui peuvent faire la lumière sur la façon dont un élève apprend ou sur les difficultés qu'il éprouve, de nouvelles techniques d'évaluation peuvent aider les éducateurs à adapter leur enseignement pour ces élèves à un niveau individuel.

Un rapport de l'UNESCO indique les difficultés rencontrées par les éducateurs pour faire face aux changements créés par les nouvelles TIC (Fensham 2008, 31). L'auteur de l'étude fait valoir que « lors de la révision du programme d'enseignement des sciences et de la technologie, il faudra mettre l'accent explicitement sur les aspects de ces domaines que les outils TIC rendent désormais possibles » (Fensham 2008, 33). Les avantages d'une telle démarche sont nombreux, notamment la possibilité d'améliorer les méthodes pédagogiques, la capacité d'harmoniser davantage l'enseignement des STIM avec la pratique scientifique et technologique, ainsi que le potentiel des TIC pour aider les élèves à développer leurs capacités de raisonnement et d'analyse critique (Fensham 2008, 33).

## Apprentissage interdisciplinaire

Le renforcement des liens entre les disciplines des STIM et les autres disciplines a aussi souvent été considéré comme un élément important. Pour certains, cela signifie qu'il faudrait remplacer l'acronyme STIM par STIAM, c'est-à-dire les sciences, les technologies, l'ingénierie, les arts et les mathématiques. On associe STIAM particulièrement (mais non exclusivement) à la Corée du Sud où est apparue « une réponse décisive à la perception que les élèves avaient face au programme des STIM qu'ils ne trouvaient pas intéressant, et qui ne répondait pas à l'objectif de la créativité » (ACOLA 2013, 108; voir aussi 102).

Nombreux sont ceux qui croient que cette stratégie devrait être reproduite (ACOLA 2013, 22). Le groupe d'experts de la Commission européenne préconise « d'intégrer les connaissances, les méthodes et les approches de multiples contextes disciplinaires pour favoriser de nouvelles façons de penser et de cerner des solutions aux problèmes qui ne relèvent pas d'une seule discipline » (Expert Group 2015, 15). Le groupe recommande d'orienter l'enseignement des sciences sur les « compétences en mettant l'accent sur l'apprentissage par la science et le passage des STIM aux STIAM en reliant la science à d'autres matières et disciplines » (Expert Group 2015, 9).

En privilégiant la créativité dans l'enseignement des STIM, le programme s'inscrit pleinement dans le cadre du passage de l'apprentissage de base vers une approche fondée sur l'enquête (cf. ACOLA 2013, 15). Mais elle est aussi prônée comme un moyen de rendre l'enseignement des STIM plus attrayant et de faciliter « le développement des compétences recherchées sur le marché du travail, notamment le travail d'équipe, la collaboration et la capacité de faire des liens entre différents domaines du savoir » (Royal Society 2014, 50 and 49).

Un bon exemple à suivre pour réaliser cet objectif vient de la transition de la Finlande vers « l'enseignement par phénomènes ». Dans le cadre d'une réforme de l'éducation entreprise en 2016, toutes les écoles intermédiaires finlandaises ont été tenues d'instituer au moins une période prolongée d'apprentissage interdisciplinaire par phénomènes au cours de chaque année scolaire. Pendant ces périodes, qui durent habituellement une semaine ou deux, les élèves travaillent sur un projet conçu pour favoriser l'intégration de toutes les matières traditionnelles de l'élève. Ainsi, les élèves apprennent de façon plus holistique, ce qui ressemble davantage à la façon dont ils devront appliquer leurs connaissances et leurs compétences dans le monde réel<sup>10</sup>.

### QUESTIONS À DISCUTER :

Dans quelle mesure la réforme du programme d'études au Canada accorde-t-elle la priorité à l'apprentissage et à l'éducation interdisciplinaire axés sur les TIC?

Comment l'enseignement des TIC a-t-il réussi à tirer parti des possibilités d'enseignement et d'apprentissage offertes par les nouvelles TIC?

Les approches interdisciplinaires sont-elles bien accueillies par les éducateurs en STIM au Canada?

Quels sont les éléments clés pour une approche interdisciplinaire réussie en milieu scolaire?

10. Pour plus d'informations sur l'approche innovante de la Finlande, voir Sahlberg, P. le 25 mars 2015. « Finland's school reforms won't scrap subjects altogether ». *The Conversation*. <https://theconversation.com/finlands-school-reforms-wont-scrap-subjects-together-39328>

## L'INSTRUCTION

Plusieurs études soutiennent que l'intérêt pour l'enseignement des STIM a diminué parce que les étudiants ne sont pas conscients de leur pertinence par rapport aux possibilités d'emploi. Trop d'étudiants supposent à tort que l'enseignement des sciences ne convient qu'à ceux qui souhaitent poursuivre une carrière « en science, en enseignement des sciences ou en médecine » (TISME s. d. (a), 6). En effet, les étudiants ont souvent une « vision stéréotypée et étroite des carrières scientifiques » et ne possèdent « aucune information sur ce que signifie être scientifique ou ingénieur » (Agence exécutive 2011, 48). Par conséquent, les étudiants ne comprennent pas la transférabilité des compétences en STIM ni l'éventail de carrières que les qualifications en STIM leur confèrent (ministère norvégien s. d. 22). Les résultats d'enquêtes menées au Canada appuient cette évaluation et révèlent qu'au fur et à mesure que les élèves progressent dans l'enseignement secondaire, un nombre croissant d'entre eux « ne voient pas du tout en quoi une éducation en STIM sera pertinente pour un emploi futur » (Amgen et Parlons sciences 2012, 5).

Il s'agit là d'un problème, particulièrement pour les étudiants issus de familles ayant des contacts limités avec la science. Dans certains contextes, ce problème est exacerbé pour les filles, dont plusieurs, par exemple, « ne poursuivent pas d'études en physique à cause de l'influence des membres de leur famille ou d'un manque de connaissances et de compréhension des options de carrière que cela peut générer » (Royal Society 2014, 31; ministère norvégien s. d. 22). Inversement, et loin d'occuper une place aussi importante dans les discussions publiques, il y a également de plus en plus de preuves qu'un déséquilibre important entre les sexes existe au Canada, c'est-à-dire que les garçons et les hommes sont considérablement sous-représentés dans certains domaines des STIM, comme la santé et les sciences biologiques (AUCC 2011, 14-15).

Une meilleure information sur la façon dont les disciplines des STIM se rattachent à un plus vaste éventail de carrières est essentielle pour maintenir l'engagement des étudiants dans les programmes des STIM. Comme le souligne une étude européenne, « il est donc nécessaire de mettre en place une orientation éducative et professionnelle à la fois scientifique et sensible au genre pour accroître la motivation et encourager l'intérêt des filles et des garçons pour les matières et les carrières scientifiques » (Agence exécutive 2011, 49).

Dans le même ordre d'idées, l'expert scientifique en chef de l'Australie a recommandé que le gouvernement prodigue « des conseils sur la carrière aux étudiants, qui expliquent l'importance des études dans les principales disciplines des STIM et les voies d'avenir qu'elles offrent, et ce, non seulement dans les domaines liés aux STIM » (Chief Scientist 2014, 23). Les ministres de l'éducation de l'Australie ont conseillé aux chefs d'établissements scolaires de présenter aux élèves dès les premières années scolaires « un grand choix de possibilités de carrières et d'informations pour aider à accroître l'intérêt, les aspirations et l'engagement envers les disciplines des STIM, idéalement à l'école primaire et tout au long du secondaire en faisant participer, entre autres, les parents et les communautés scolaires lorsque cela est possible » (Education Council 2015a, 11). La Royal Society offre des recommandations similaires et souligne également l'importance de familiariser les étudiants avec des « modèles de rôle issus du domaine des STIM » (Royal Society 2014, 10). Un autre rapport recommande simplement que « les cours de sciences, de technologie et de mathématiques intègrent des choix de carrières à plus grande échelle qu'à l'heure actuelle » (TISME s. d. (a), 6).

Dans certains pays, les programmes d'apprentissage des STIM plus axés sur l'enseignement universitaire éclipsent les programmes d'enseignement professionnel qui sont dispensés dans les collèges et les établissements polytechniques. Dans de nombreux pays européens, tels que l'Allemagne, la Finlande, les Pays-Bas et la Suède, des établissements d'enseignement professionnel supérieur, comme les célèbres *fachhochschulen*, ont permis d'éviter que ces parcours soient obscurcis par la mise en place de programmes d'études de niveau supérieur (ACOLA 2013, 78). Toutefois, dans beaucoup d'autres pays, trop d'étudiants et de parents semblent croire que l'enseignement universitaire est la voie essentielle vers des types d'emploi qui exigent des compétences en STIM. Cependant, et plus particulièrement dans les économies avancées, les compétences en STIM deviennent de plus en plus essentielles pour de nombreuses occupations professionnelles qui, auparavant, ne nécessitaient pas ces aptitudes (Education Council 2015b, 2). Faire en sorte que les élèves et les parents soient conscients du rôle vital que jouent les compétences en STIM dans ces domaines, ainsi que les possibilités qu'elles offrent dans plus d'occupations professionnelles ou techniques, représente un défi important pour de nombreux systèmes éducatifs.



## QUESTIONS À DISCUTER :

De quelle manière et à quel moment les étudiants acquièrent-ils une orientation professionnelle pendant leur scolarité?

Quels éléments de l'information scolaire et professionnelle devraient être améliorés pour refléter la nature évolutive du travail?

L'information scolaire et professionnelle est-elle suffisamment intégrée dans le programme d'études des STIM au Canada?

Explique-t-on aux étudiants la diversité des cheminements postsecondaires (collège, université, polytechnique, apprentissage, etc.) et leur lien avec les STIM?

## QUI EST CONCERNÉ

Les partenaires externes peuvent aider les éducateurs à faire le lien entre les leçons apprises en classe et le « monde réel » dans lequel la science est appliquée, qu'il s'agisse d'un laboratoire de recherche, du lieu de travail ou d'un environnement naturel. Ils peuvent établir des liens directs entre les étudiants et les scientifiques en exercice, et démontrer la pertinence de la science pour les carrières et la vie communautaire. Ils peuvent également faciliter les expériences novatrices d'enseignement et d'apprentissage nécessaires pour encourager les élèves à s'engager dans la formation en sciences et élargir leur éventail de compétences. Mais, plus le nombre d'organismes impliqués dans l'enseignement des STIM augmente, plus l'importance d'un leadership compétent au sein du secteur, d'une collaboration et d'une coordination efficaces entre les partenaires augmente également. Plusieurs études révèlent notamment que s'il existe de nombreuses initiatives visant à relever les défis auxquels est confrontée l'éducation des STIM, il faut souvent davantage de leadership pour mieux coordonner ces différents projets dans un seul cadre, s'assurer qu'elles disposent des ressources adéquates, et voir à ce que les initiatives les plus efficaces soient transposées à grande échelle (Agence exécutive 2011, 9 et 56; President's Council 2010, 11).

Le groupe d'experts de la Commission européenne saisit bien cette perspective en faisant valoir que

la collaboration entre « les prestataires de services éducatifs, les entreprises et la société devrait être renforcée pour assurer un engagement pertinent et significatif de tous les acteurs de la société dans le domaine scientifique, et accroître le choix d'études et de carrières scientifiques ». Il recommande également de promouvoir « des partenariats entre enseignants, étudiants, chercheurs, innovateurs, professionnels en entreprise et autres acteurs des domaines scientifiques » (Expert Group 2015, 10, 23). Ces partenariats peuvent être établis entre les éducateurs et divers organismes externes. Un certain nombre d'études font également l'éloge des « cadres politiques nationaux en matière de STIM de plusieurs pays qui définissent des cibles, des objectifs, des mesures, des approches, une coordination et une collaboration entre institutions et initiatives » (ACOLA 2013b, 1) et qui aident à donner une cohérence aux diverses initiatives de ces pays.

## Partenariats avec le secteur privé et les employeurs

Les partenariats avec les employeurs, en particulier ceux qui embauchent des diplômés possédant des compétences en STIM, sont généralement recommandés pour trois raisons principales. Dans un premier temps, ils peuvent donner aux étudiants un « accès à des modèles et à de l'information sur les carrières qui pourraient stimuler l'envie de travailler dans le domaine » (Agence exécutive 2011, 32). Par ailleurs, en « démontrant la pertinence de la science dans la vie quotidienne, les expériences d'apprentissage au sein d'un partenariat peuvent encourager les élèves à poursuivre leur cheminement dans les programmes scientifiques au niveau secondaire, puis en formation supérieure » (Agence exécutive 2011, 32).

En second lieu, les employeurs sont considérés comme étant les mieux placés pour fournir de l'information sur la pertinence de la formation en STIM pour un large éventail de professions. Comme le fait remarquer la Royal Society, « pour que les intervenants des écoles puissent offrir d'excellents conseils en matière de carrière et d'expérience de travail, ils doivent entretenir des relations plus étroites avec les employeurs. Il doit s'agir d'une relation durable, où les deux parties s'influencent mutuellement et où le lien a une influence sur la façon dont l'école ainsi que le programme et son éthique sont gérés » (Royal Society 2014, 60).

Finalement, la collaboration peut créer des occasions d'apprentissage expérientiel pour les élèves. Cette

exposition « réelle » à l'environnement scientifique et aux emplois liés aux STIM a le potentiel d'engager plus intensément les étudiants dans l'apprentissage des STIM et de les encourager à poursuivre des études et des carrières liées à ces domaines (ministère norvégien s. d. 31). Comme le souligne l'expert scientifique en chef de l'Australie : « le fait d'associer les enseignants et les étudiants à des professionnels des STIM dans des lieux de travail réels est une source d'inspiration et de motivation, et renforce la connaissance des pratiques contemporaines, tout en aidant à constituer le bassin des futurs professionnels des STIM » (Chief Scientist 2014, 10). De même, le Conseil des technologies de l'information et des communications (CTIC) du Canada, une association de l'industrie des TIC, recommande que les éducateurs, « l'industrie et le gouvernement améliorent stratégiquement leur collaboration pour élaborer des programmes éducatifs qui correspondent mieux aux besoins de l'industrie et, ainsi, rehaussent les résultats des étudiants en matière d'entrepreneuriat et d'emploi » (Asliturk et autres 2016, 42).

## Partenariats avec des organismes communautaires et publics

Il est important de noter que le secteur privé n'est pas le seul partenaire potentiel. Les occasions de partenariat décrites ci-dessus peuvent également être offertes en collaboration avec divers autres organismes, dont des universités et des collèges, des musées, des jardins botaniques, des zoos, des centres d'éducation environnementale, des observatoires, des centres, des sciences, des parcs scientifiques, et des médias (Chief Scientist 2014, 12). Ce genre de partenariat avec des organismes communautaires ne sert non seulement à accroître la variété d'occasions, mais également à rehausser le profil des connaissances et des carrières en STIM dans d'autres contextes, souvent du secteur public, qui peuvent aider à établir un environnement plus favorable à l'enseignement des STIM et à stimuler l'intérêt des élèves.

Les organismes communautaires sont souvent perçus comme étant particulièrement efficaces pour transmettre un « apprentissage scientifique informel » ou des « activités d'enrichissement » (consulter, par exemple, Lloyd et autres 2012; ACOLA, 2013a, 150 ff.). L'apprentissage informel « se rapporte aux activités qui ont lieu en dehors du système d'éducation officiel et vise à mieux faire connaître les sciences et les matières des STIM, ainsi que d'en accroître l'intérêt et l'engagement » (Lloyd et autres 2012, 11). Puisqu'ils ont

tendance à compléter l'apprentissage scolaire officiel, offrent souvent un soutien plus durable aux éducateurs que le font les interactions avec les employeurs. Le réseau European Schoolnet soutient une approche qui « va bien au-delà de la portée des partenariats public-privé traditionnels, lesquels comptaient principalement des acteurs gouvernementaux et des partenaires privés », dont la participation se limite généralement au parrainage financier (European Schoolnet s. d. 10). En effet, « il est peu probable qu'une seule expérience dans une activité scientifique passé l'âge de 14 ans ait un impact significatif. Ce qu'il faut, en fait, est une suite d'expériences scientifiques éducatives dès la petite enfance » (Osborne et Dillon 2008, 19).

Pour certains, la collaboration avec des organismes communautaires peut être bénéfique pour d'autres raisons. Comme Falk et autres le soutiennent, « il existe déjà une abondance de preuves que les gens sont beaucoup plus motivés et développent davantage leur compréhension et leurs connaissances en dehors de la salle de classe. » Ainsi, « bien que l'école soit importante pour aider les élèves à développer des principes structurés et généraux, ce sont les expériences en dehors de la salle de classe qui sont essentielles pour transmettre le sens, la pertinence et le contexte aux concepts présentés dans les écoles » (Falk et autres 2012, 3 and 11).

Les partenariats entre les écoles et les organismes à caractère scientifique ayant un mandat d'éducation publique, comme les centres des sciences, sont également possibles et sont, en fait, communs partout en Europe. Ces organismes peuvent également présenter des activités spéciales qui « peuvent changer les choses de façon considérable par rapport à la façon dont les jeunes perçoivent et comprennent les sciences, ainsi qu'à leur motivation à vouloir étudier et travailler dans ce domaine » (Agence exécutive 2011, 9, 43). Par exemple, en 2016, l'Agence spatiale européenne estimait que, grâce à sa programmation, elle avait réussi à atteindre près d'un million d'élèves du primaire et du secondaire et plus de 50 000 enseignants dans 13 pays à l'aide d'activités éducatives et de sensibilisation allant de la robotique et de compétitions de construction de satellites (CanSat) pour les élèves, à des activités de perfectionnement professionnel axées sur l'espace pour les enseignants (ESAC 2017, 30).

Partout au Canada, un réseau considérable d'organismes communautaires en pleine expansion permet aux jeunes et aux éducateurs de prendre part à diverses expériences d'apprentissage basées sur les STIM.

## Leadership, coordination et collaboration

« Assurer un leadership solide et stratégique » est une recommandation courante dans ces études (President's Council 2010, 10 et 13). Souvent sous la forme d'instituts nationaux, ces organismes sont considérés comme créant « un mécanisme solide pour veiller au leadership et à la coordination des programmes de STIM au sein du ministère (de l'éducation) ». Des commissions indépendantes pouvant surveiller l'évolution et en faire la promotion sont également précieuses (President's Council 2010, 34, 36). On croit que « la coordination nationale contribuera grandement à l'amélioration de l'éducation des STIM... comme proposé dans de nombreux autres pays » (ACOLA 2014b, 6).

D'autres études ont également encouragé le développement d'approches axées sur la collaboration horizontale parmi les intervenants. Les recommandations se fondent sur le concept que l'amélioration de l'enseignement des STIM requière la participation non seulement des gouvernements, des systèmes éducatifs, des écoles et des enseignants, mais aussi celle des parents, des organismes communautaires, de la communauté de recherche scientifique et technologique, et des entreprises. On peut soutenir que le progrès « repose non seulement sur les éducateurs et les écoles », mais nécessite également « une solution plus vaste et plus exhaustive. »

L'établissement d'une telle solution coopérative exige « une culture des STIM florissante qui transmet à la population l'importance des STIM et les occasions qui en ressortent » (Kramer et autres 2015, 6). Autrement dit, pour qu'un système d'éducation des STIM soit solide, il a besoin d'être intégré à un écosystème des STIM plus vaste qui est dynamique et fortement interconnecté.

## Parents

Bien que la relation soit qualitativement différente des partenariats décrits dans les sous-sections précédentes, la participation des parents est un facteur essentiel (et souvent décisif) qui influence le parcours d'éducation et de carrière d'un élève. Néanmoins, une des études examinées a révélé que les parents canadiens sont souvent peu informés sur l'éducation en STIM de leurs enfants et ont tendance à ne discuter que très rarement de cette éducation et des carrières qui s'y rattachent avec leurs jeunes, et ce, même s'ils ont une influence considérable sur leurs choix éducatifs.

Cette étude démontre plus spécifiquement que 31 % et 59 % des parents croient que les sciences et les mathématiques sont respectivement des matières obligatoires jusqu'à la fin

du secondaire, alors que dans la plupart des cas elles ne le sont pas (Amgen et Parlons sciences 2015, 15)<sup>11</sup>. De plus, malgré une forte majorité qui dit croire que les sciences sont essentielles à l'avenir et à la carrière de leurs enfants (Amgen et Parlons sciences 2015, 12), seulement 28 % affirment discuter souvent de la valeur de prendre des cours de science optionnels avec leurs enfants, tandis que 29 % déclarent ne jamais ou très rarement soulever la question (Amgen et Parlons sciences 2015, 14). Cette situation est importante, car comme un autre rapport l'a souligné, 76 % des enfants disent que leurs parents ont la plus grande influence sur l'orientation de leur éducation<sup>12</sup>.

L'influence des parents peut être transformative. C'est pourquoi il est si important de s'assurer que les parents soient au centre de la communauté qui soutient l'éducation en STIM des élèves. Les parents qui ne comprennent pas eux-mêmes les STIM et les portes qu'elles peuvent ouvrir pour la carrière de leurs enfants, ou qu'elles peuvent fermer par manque d'éducation des STIM, sont moins bien équipés pour encourager leurs enfants à poursuivre cette voie (Education Council 2015b, 2). Sans cet encouragement, de nombreux élèves ne prendront peut-être pas les mesures nécessaires au secondaire, comme choisir des cours de sciences ou de mathématiques en option, pour pouvoir poursuivre leur éducation dans des matières de STIM.

## QUESTIONS À DISCUTER :

Dans quelle mesure les enseignants et les écoles au Canada ont-ils réussi à établir des partenariats avec des intervenants en dehors des systèmes éducatifs formels de la petite enfance à la fin du secondaire? Quels sont les facteurs qui ont contribué à cette situation?

Dans quelle mesure les parents ont-ils participé efficacement à l'éducation en STIM de leurs enfants?

Les entreprises sont-elles conscientes des rôles possibles qu'elles peuvent jouer dans l'amélioration des occasions d'apprentissage en STIM aux niveaux primaire et secondaire?

Quelles sont les principales stratégies qui ont été bien utilisées par les organismes communautaires pour s'associer aux écoles afin de développer des occasions d'apprentissage enrichies en STIM?

Comment les initiatives éducatives en STIM à l'échelle provinciale/territoriale au Canada peuvent-elles être mieux coordonnées ou intégrées à la stratégie ou à la structure globale?

11. En fait, comme il a été mentionné précédemment, seulement le Manitoba et Terre-Neuve-et-Labrador ont des cours de mathématiques obligatoires en 5e secondaire (12<sup>e</sup> année), et seulement le Nouveau-Brunswick et Terre-Neuve-et-Labrador ont des cours de sciences obligatoires en 5e secondaire (12<sup>e</sup> année) (Amgen et Parlons sciences 2013, 5).

12. Les enseignants arrivent en deuxième place avec seulement 24 %. Voir Amgen et Parlons sciences 2014, 6

## ÉQUITÉ ET CONCLUSION

Les études examinées ici présentent également un certain nombre de recommandations supplémentaires qui ne sont pas entièrement couvertes dans les sections précédentes du présent rapport. Deux d'entre elles sont particulièrement importantes, à cause de la façon dont elles sont imbriquées dans les autres au lieu d'être de discrètes recommandations indépendantes.

### Les premières années d'enseignement

La première de ces recommandations transversales est le besoin de porter une attention particulière aux premières années d'enseignement, avant que les élèves commencent des études spécialisées des différentes disciplines des STIM, comme la biologie, la chimie et la physique. De nombreuses études maintiennent que les jeunes élèves sont naturellement attirés vers les sciences, à cause de leur curiosité du monde naturel, mais qu'on en fait bien peu pour cultiver et maintenir cet intérêt précoce. Osborne et Dillon déplorent que « nous sommes parvenus, on ne sait trop comment, à transformer une matière scolaire qui intéresse pratiquement tous les jeunes au primaire... en discipline que la majorité des élèves trouvent aliénante à la fin de leurs études secondaires » (2008, 27). Face à cette situation, l'Australie a présenté sa stratégie d'enseignement des STIM qui « accorde une attention particulière aux STIM au cours des premières années d'éducation afin de miser sur la curiosité précoce pour les sciences et les technologies » et « reconnaît les premières années et les années intermédiaires comme étant des périodes critiques lorsque les élèves commencent à consolider leurs aspirations et leur confiance dans les STIM » (Education Council 2015a, 8).

La nécessité de se concentrer sur les premières années d'enseignement est mieux comprise comme étant une dimension de toutes les autres recommandations mentionnées précédemment. La formation des enseignants et le perfectionnement professionnel devraient se préoccuper des exigences spécifiques de l'enseignement des sciences et des mathématiques dès la petite enfance; la réforme du curriculum doit viser à rendre les STIM intéressantes pour les élèves, et ce, à tous les niveaux d'enseignement; l'information sur la

pertinence des STIM pour les carrières doit être fournie dès le tout jeune âge; et ainsi de suite. Ainsi, chaque réforme doit être entreprise en partie afin de s'attaquer à la situation des jeunes élèves.

### L'équité en enseignement des STIM

La deuxième recommandation transversale touche le besoin de gérer l'iniquité. Il existe trois iniquités spécifiques en ce qui concerne la participation et la réussite dans les STIM, lesquelles attirent constamment l'attention. Celle dont on entend le plus souvent parler est l'iniquité entre les filles et les garçons. On dit généralement que les filles perdent leur intérêt dans les STIM au fil de leur éducation, ce qui fait que les filles et les femmes sont considérablement sous-représentées dans les études en STIM dans les écoles secondaires, les collèges, les universités, et dans les carrières en STIM. La deuxième est l'iniquité socioéconomique. Les élèves provenant de milieux à faible revenu ne reçoivent pas l'encouragement et le soutien dont ils ont besoin pour réussir dans les STIM. Conséquemment, l'enseignement en STIM ne fait que perpétuer l'iniquité sociale en accordant de façon disproportionnée les avantages qui découlent des qualifications en STIM aux élèves provenant de milieux favorisés. La troisième touche l'ethnicité ou la race. Les élèves provenant de minorités visibles, y compris les élèves autochtones dans certains pays, sont sous-représentés dans les études et les emplois reliés aux STIM. C'est souvent le résultat de stéréotypes qui entretiennent une vision voulant qu'ils ne soient pas intéressés ou qu'ils ne réussiraient pas dans les STIM.

Comme il a été mentionné précédemment, au Canada, les élèves autochtones en particulier font face à des barrières et à des obstacles culturels considérables quand vient le temps de participer dans les STIM. Une étude affirme que « l'expérience d'enseignement des sciences de la plupart des élèves autochtones constitue une tentative d'assimilation à une culture étrangère » (Conseil canadien sur l'apprentissage 2007, 2). Il n'est donc pas étonnant que les élèves autochtones présentent des taux de réussite de loin inférieurs à la moyenne des élèves canadiens (Conseil canadien sur l'apprentissage 2006, 6-7).

De nombreux pays doués dans l'enseignement des STIM « ont développé des politiques novatrices pour accroître la participation dans les STIM des groupes autrefois exclus » (ACOLA 2013a, 15).

Dans un de ses rapports, le Conseil canadien sur l'apprentissage a souligné deux principales leçons sur la façon d'améliorer les résultats des élèves autochtones. D'abord, fixer des objectifs élevés, mais le faire dans des contextes conçus pour permettre une certaine flexibilité quant à la façon et au moment d'atteindre ces objectifs. Ensuite, s'assurer que les programmes sont pertinents sur le plan culturel (Conseil canadien sur l'apprentissage 2007, 8).

Certains exemples d'approches qui incorporent ces leçons retenues pour leur production de résultats positifs (comme l'augmentation d'élèves autochtones qui choisissent de prendre des cours en science) sont les stratégies adaptées à la culture qui ont été développées en Saskatchewan. On considère que cet enseignement adapté à la culture possède les six caractéristiques suivantes :

- Une attention particulière aux besoins d'apprentissage des élèves autochtones
- L'intégration du savoir autochtone aux cours de sciences
- Des stratégies d'enseignement adaptées à la culture
- Une évaluation comportant des façons culturellement valides pour que les élèves communiquent leurs connaissances
- Des modèles culturels de communication interpersonnelle dans les salles de classe
- Un environnement d'apprentissage pour les élèves qui est axé sur ces cinq caractéristiques (ACOLA 2013, 146)

D'autres stratégies et recommandations visant l'augmentation de la participation et de la réussite des groupes actuellement sous-représentés dans les STIM cherchent également à cerner les obstacles qui empêchent la participation du groupe en question. Une étude établit que pour atteindre l'objectif d'équité en matière de participation des femmes et des filles dans tous les domaines des STIM, davantage de travail doit être fait pour cerner « comment (action évidentes et pas si évidentes) les filles sont encore victimes de

discrimination en ce qui concerne l'accès à l'éducation des sciences et des technologies. Des changements aux conditions structurelles qui renforcent ce manque d'équité entre les sexes sont nécessaires, et le perfectionnement professionnel doit continuer pour que les concepteurs des programmes et les enseignants soient au courant des moyens pour réduire l'iniquité entre les sexes » (Fensham 2008, 19).

## QUESTIONS À DISCUTER :

Se concentre-t-on suffisamment sur l'enseignement des STIM au Canada pendant les premières années d'école? Que fait-on pour s'assurer que l'intérêt précoce des élèves dans les STIM ne se dissipe pas au fil de leur scolarité?

Comment les éducateurs au Canada peuvent-ils aborder les iniquités dans l'enseignement des STIM?

Les disparités entre les sexes dans les STIM sont-elles un problème au Canada? Si oui, que fait-on pour l'aborder?

Comment l'enseignement des STIM évolue-t-elle pour répondre aux besoins spécifiques des élèves autochtones et pour incorporer les perspectives autochtones à l'enseignement et à l'apprentissage des STIM?

# CONCLUSION

Chacune des études examinées ici a été élaborée en fonction de la situation d'un pays ou d'une région en particulier et de son système éducatif. Il est frappant de constater non pas leurs différences, mais leurs nombreuses similitudes. Il va sans dire que la reconnaissance commune que l'enseignement des STIM est un facteur crucial pour préparer les employés et les citoyens à évoluer dans un monde axé de plus en plus sur la connaissance et la technologie n'est pas surprenante. Ce qui est notable, ce sont les thèmes récurrents liés aux principaux défis et la similitude des recommandations formulées. Cela permet de cerner les domaines de consensus concernant plusieurs éléments clés d'une approche plus efficace de l'enseignement des STIM.

1. Le principal consensus porte sur l'importance de la formation et du perfectionnement professionnel des enseignants. Le problème n'est pas que les enseignants soient peu instruits, mais qu'un trop grand nombre de ceux qui enseignent les mathématiques et les sciences ne soient spécifiquement formés dans ces matières, donc n'utilisent possiblement pas les meilleures pratiques. Il est unanimement reconnu que, pour réussir, l'enseignement des STIM doit être dispensé par des spécialistes des STIM, même au cours des premières années d'études. Il est également établi que les enseignants des STIM doivent avoir accès à des possibilités d'apprentissage et de perfectionnement professionnel, et que ces occasions doivent être soutenues et permettre de former des communautés d'apprentissage collaboratives entre enseignants et entre écoles.
2. Il y a également accord sur le fait que l'enseignement des STIM doit cesser de mettre l'accent sur la communication d'ensembles déterminés de connaissances disciplinaires et adopter des approches plus multidisciplinaires fondées sur la recherche. L'expérience des élèves en matière d'enseignement des sciences devrait ressembler davantage aux processus ouverts de résolution de problèmes et de découverte qui caractérisent la pratique scientifique. Pour ce faire, les élèves devraient avoir davantage d'occasions d'apprentissage expérientiel fondé sur la recherche et le « monde réel ».
3. Compte tenu de son importance croissante dans notre économie et dans la société en général, il est également essentiel de mettre davantage l'accent sur la littératie numérique et sur la manière d'utiliser les TIC dans les programmes scolaires. Bien qu'il n'y ait certainement pas de panacée, bon nombre des rapports examinés ont également fait état des possibilités d'enseignement et d'apprentissage qu'offre un engagement accru envers ces technologies. De même, une plus grande intégration de l'interdisciplinarité dans le programme d'études est également considérée comme un bon moyen d'atteindre les objectifs éducatifs de plus en plus importants qui consistent à favoriser le développement de la créativité des élèves et de leurs compétences en résolution de problèmes.
4. Des préoccupations ont été soulevées dans de nombreuses études au sujet du manque de sensibilisation des élèves et des parents quant à la pertinence des STIM pour les perspectives d'emploi. Les systèmes d'éducation des STIM performants sont ceux qui intègrent la découverte des choix de carrière au programme d'études à tous les niveaux afin d'améliorer la compréhension des élèves, et des parents, sur lien entre les disciplines STIM et un large éventail de débouchés professionnels.
5. On croit que la réussite de la mise en œuvre de l'enseignement des STIM nécessite la collaboration de divers partenaires, dont le secteur privé, les organismes communautaires et surtout les parents. La collaboration entre les intervenants a le potentiel

de démontrer aux étudiants la pertinence de l'enseignement des STIM, de les inspirer et de les soutenir dans la poursuite de leurs études et d'une carrière liées aux STIM (même lorsque les matières peuvent sembler difficiles), et de mieux harmoniser les résultats d'apprentissage avec les besoins du milieu de travail. Des partenariats peuvent également être établis avec des organismes publics et communautaires. De telles associations peuvent servir à accroître le nombre et le type d'occasions d'apprentissage en STIM, et à rehausser le profil des connaissances et des carrières dans ces domaines pour les étudiants. En sensibilisant les parents à l'importance des STIM et aux méthodes d'apprentissage de leurs enfants, ces partenariats peuvent aussi aider à activer cette influence clé sur les élèves et leur prise de décision. Des études ont également souligné le besoin de renforcer le leadership et la coordination de ces efforts, d'améliorer la collaboration horizontale entre les intervenants afin que ces initiatives aient accès aux ressources adéquates, que les initiatives efficaces soient multipliées, et que ces initiatives contribuent également à consolider la culture STIM dans son ensemble au sein de la société.

6. Enfin, il y a aussi deux recommandations transversales qui sont mieux comprises lorsqu'elles sont intégrées à toutes les recommandations portant sur des questions précises. La première vise à accorder une attention particulière à l'apprentissage des STIM au cours des premières années d'études, avant que les élèves ne commencent des études spécialisées des différentes disciplines des STIM. La deuxième vise à s'attaquer aux iniquités en termes de participation et de réussite dans l'enseignement des STIM, y compris les iniquités entre les garçons et les filles, les élèves issus de milieux socioéconomiques différents, les élèves autochtones et issus de groupes minoritaires et non minoritaires.

Un des domaines sur lesquels on s'entend moins, cependant, cherche à savoir si l'amélioration de l'enseignement des STIM devrait donner la priorité à l'étendue ou à la profondeur. Pour certains, la nécessité

d'accroître la quantité et la qualité des diplômés dans les domaines des STIM pousse à renforcer les possibilités d'apprentissage ciblant les étudiants qui s'intéressent déjà aux matières STIM afin qu'ils soient suffisamment engagés et motivés. Pour d'autres, cette approche « d'alimentation » est contre-productive, car elle renforce l'impression que les domaines des STIM ne sont destinés qu'aux étudiants doués. De ce point de vue, il est préférable de privilégier l'initiative « STIM pour tous » en rendant l'enseignement des STIM plus accessible. Dans un monde idéal, les deux stratégies peuvent s'appliquer simultanément sans interférer l'une avec l'autre. En pratique, il faut souvent faire des choix difficiles en ce qui concerne les programmes d'études (par exemple, rendre les cours en STIM facultatifs ou obligatoires) et l'attribution des ressources.

Cette tension nous ramène à la question du défi spécifique à relever. Les recommandations formulées en vue d'améliorer l'enseignement des STIM visent à relever un ou plusieurs des trois défis auxquels sont confrontés les systèmes éducatifs, à savoir : augmenter le nombre et rehausser la qualité des diplômés en STIM; améliorer le niveau de littératie scientifique de tous les citoyens; et promouvoir le développement de la pensée critique et des compétences en résolution de problèmes. Ces trois éléments ne s'excluent pas mutuellement et peuvent être considérés comme faisant partie d'un même continuum. En fin de compte, l'accent est souvent mis sur un élément plus que les autres, ce qui mène à hiérarchiser les recommandations connexes, y compris le choix de privilégier une éducation plus étendue ou approfondie dans les domaines des STIM.

# BIBLIOGRAPHIE

Remarque : Bon nombre des publications qui sont disponibles sur Internet ne contiennent pas tous les renseignements en lien avec la date de publication ou l'éditeur. Dans les notices bibliographiques ci-dessous, les dates de publication probables sont indiquées entre parenthèses.

Amgen Canada et Parlons sciences. 2012. Pleins feux sur l'apprentissage des sciences : une référence sur le talent canadien. Parlons sciences. <https://parlonssciences.ca/pleinsfeux2012>

Amgen Canada et Parlons sciences. 2013. Pleins feux sur l'apprentissage des sciences : Les coûts élevés de l'abandon des sciences et des mathématiques. Parlons sciences. <https://parlonssciences.ca/pleinsfeux2013>

Amgen Canada et Parlons sciences. 2014. Pleins feux sur l'apprentissage des sciences façonner la main-d'œuvre de demain : Comment les adolescents du Canada envisagent-ils leur avenir? Parlons sciences. <https://parlonssciences.ca/pleinsfeux2014>

Amgen Canada et Parlons sciences. 2015. Pleins feux sur l'apprentissage des sciences évaluation de l'influence exercée par les parents : Orienter les décisions prises par les adolescents en ce qui concerne l'apprentissage des sciences. Parlons sciences. <https://parlonssciences.ca/pleinsfeux2015>

Asliturk, E., Cameron, A., Faisal, S. Mars 2016. *Skills in the Digital Economy: Where Canada Stands and the Way Forward*. Conseil des technologies de l'information et des communications. <https://www.ictc-ctic.ca/wp-content/uploads/2016/05/Skills-in-the-Digital-Economy-Where-Canada-Stands-and-the-Way-Forward.pdf>

Australian Council of Learned Academies (ACOLA). 2013a. *STEM Country Comparisons: International Comparisons of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education, Final Report*. Melbourne: Australian Council of Learned Academies.

Australian Council of Learned Academies (ACOLA). 2013b. *STEM: Country Comparisons -- Report by the Australian Council of Learned Academies for PMSEIC*. Melbourne: Australian Council of Learned Academies.

Australian Government, 2015. *Vision for a Science Nation: Responding to Science, Technology, Engineering and Mathematics: Australia's Future, Consultation Paper*.

Conseil canadien sur l'apprentissage. 1 février, 2007. *Lesson in Learning: The cultural divide in science education for Aboriginal learners*.

Agence exécutive « Éducation, audiovisuel et culture » (EACEA P9 Eurydice). 2011. *Science Education in Europe: National Policies, Practices and Research*. Brussels: European Commission.

Education Council. 2015a. *National STEM School Education Strategy: A Comprehensive Plan for Science, Technology and Mathematics Education in Australia*.

Education Council. 2015b. *STEM Education Summit: Summary of Key Themes*. Proceedings of the STEM Education Summit, Sydney, Australia. 2015. New South Wales Department of Education. <http://www.educationcouncil.edu.au/site/DefaultSite/filesystem/documents/Summary%20of%20STEM%20Education%20Summit.pdf>

The EU STEM Coalition. 2016. *STEM Skills for a Future-proof Europe*. The Hague, The Netherlands.

European Schoolnet, s. d. (2011). *Science, Technology, Engineering and Mathematics Education: Overcoming Challenges in Europe*. [http://www.ingenious-science.eu/c/document\\_library/get\\_file?uuid=3252e85a-125c-49c2-a090-eaeb3130737a&groupId=10136](http://www.ingenious-science.eu/c/document_library/get_file?uuid=3252e85a-125c-49c2-a090-eaeb3130737a&groupId=10136)

Expert Group on Science Education. 2015. *Education for Responsible Citizenship: Report to the European Commission of the Expert Group on Science Education*. Brussels: European Commission.



Falk, John, et al. 2012. *Analysing the UK Science Education Community: The Contribution of Informal Providers*. London: Wellcome Trust.

Fensham, Peter J. 2008. *Science Education Policy-Making: Eleven Emerging Issues*. Commandé par l'UNESCO, section de l'enseignement scientifique, technique et professionnel. <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001567/156700E.pdf>.

Freeman, Brigid. s. d. (2013). *Snapshots of 23 Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Consultants' Reports: Characteristics, Lessons, Policies and Programs*. Melbourne: Australian Council of Learned Academies.

Gao, Yuan. s. d. (2013). *Report of Taiwan: STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)*. Melbourne: Australian Council of Learned Academies.

Hadziristic, Tea. Avril 2017. *The State of Digital Literacy in Canada: A Literature Review*. Brookfield Institute for Innovation and Entrepreneurship Working Paper. <http://brookfieldinstitute.ca/research-analysis/digital-literacy-literature-review-canada/>

Governor's Task Force on K-12 STEM Education. 2015. *Pathways to STEM Excellence: Inspiring Students, Empowering Teachers and Raising Standards – Final Report*. New Hampshire.

Conseil des technologies de l'information et des communications. 2016. *Digital Talent | Road to 2020 and Beyond: A National Strategy to Develop Canada's Talent in a Global Digital Economy*. CTIC. [https://www.ictc-ctic.ca/wp-content/uploads/2016/03/ICTC\\_DigitalTalent2020\\_ENGLISH\\_FINAL\\_March2016.pdf](https://www.ictc-ctic.ca/wp-content/uploads/2016/03/ICTC_DigitalTalent2020_ENGLISH_FINAL_March2016.pdf)

Conseil international pour la science (CIUS). 2011. *Report of the ICSU Ad-hoc Review Panel on Science Education*. Paris : Conseil international pour la science

Kramer, Mark, Kate Tallant, Amanda Goldberger et Flynn Lund. 2015. *The Global STEM Paradox*. New York Academy of Sciences. <http://www.fsg.org/publications/global-stem-paradox#download-area>.

Lloyd, Richard at al. 2012. *Review of Informal Science Learning*. London: Wellcome Trust.

Norwegian Ministry of Education and Research. s. d. (2010?). *Science for the Future Strategy for Strengthening Mathematics, Science and Technology (MST) 2010-2014*.

OCDE. 2012. *OECD Science, Technology and Industry Outlook, 2012*. Paris : publication de l'OCDE.

Office of the Chief Scientist, 2014. *Science, Technology, Engineering and Mathematics: Australia's Future*. Australian Government, Canberra.

Osborne, Jonathan et Justin Dillon, 2008. *Science Education in Europe: Critical Reflections*. A Report to the Nuffield Foundation. London : Nuffield Foundation.

President's Council of Advisors on Science and Technology. 2010. *Report to the President: Prepare and Inspire: K-12 Education in Science, Technology, Engineering and Math (STEM) for America's Future*. Version de prépublication. Washington : Executive Office of the President, President's Council of Advisors on Science and Technology.

The Royal Society, 2014. *Vision for science and mathematics education*. The Royal Society Science Policy Centre Report. London : The Royal Society.

TISME (Targeted Initiative on Science and Maths Education). s. d.(a) (2014). *Brighter Futures: Five Ideas for Improving STEM Participation in England*.

TISME (Targeted Initiative on Science and Maths Education). s. d.(b) (2014). *Improving Attainment, Engagement and Participation in Science and Mathematics: Final Report of the Targeted Initiative on Science and Mathematics Education (TISME)*.

## Autres ouvrages cités

Association des universités et collèges du Canada. 2011. *Trends in Higher Education: Volume 1 – Enrolment*. Association des universités et collèges du Canada. <https://www.univcan.ca/wp-content/uploads/2015/11/trends-vol1-enrolment-june-2011.pdf>

Conseil des ministres de l'Éducation (Canada) (CMEC). 2017. *CMEC Celebrates 50 Years of Pan-Canadian Leadership in Education*. CMEC. [http://cmec.ca/278/Press-Releases/Press-Releases-Detail/CMEC-Celebrates-50-Years-of-Pan-Canadian-Leadership-in-Education.html?id\\_article=946](http://cmec.ca/278/Press-Releases/Press-Releases-Detail/CMEC-Celebrates-50-Years-of-Pan-Canadian-Leadership-in-Education.html?id_article=946)

DeCoito, Isha. 2016. "STEM Education in Canada: A Knowledge Synthesis". *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*. Vol. 16, No. 2, pp. 114–128.

European Space Agency Council. Mai 2017. *Information document: Status Report on ESA Education Activities*. European Space Agency.

Le comité d'experts sur les besoins futurs de compétences en STIM. 2015. Assemblage requis : Compétences en STIM et productivité économique du Canada. Conseil des académies canadiennes. <http://www.scienceadvice.ca/en/assessments/completed/stem-skills.aspx>

Le comité d'experts sur l'état de la culture scientifique au Canada. *Culture scientifique : qu'en est-il au Canada?* Conseil des académies canadiennes. <http://www.scienceadvice.ca/en/assessments/completed/science-culture.aspx>

Guerriero, S. Éd. 2017. *Pedagogical Knowledge and the Changing Nature of the Teaching Profession*. Publication de l'OCDE, Paris.

Mansilla, Veronica Boix et Anthony Jackson. 2011. *Educating for Global Competence: Preparing Our Youth to Engage the World*. Asia Society. <https://asiasociety.org/files/book-globalcompetence.pdf>

Organisation de coopération et de développement économiques. 2013. *OECD Skills Outlook 2013: First Results from the Survey of Adult Skills*. OCDE. [https://www.oecd.org/skills/piaac/Skills%20volume%201%20\(eng\)--full%20v12--eBook%20\(04%2011%202013\).pdf](https://www.oecd.org/skills/piaac/Skills%20volume%201%20(eng)--full%20v12--eBook%20(04%2011%202013).pdf)

Organisation de coopération et de développement économiques. 2016. *Global competency for an inclusive world*. OCDE. <https://www.oecd.org/education/Global-competency-for-an-inclusive-world.pdf>

Parkin, Andrew. Novembre, 2013. "Is Canada's Post-Secondary System Prepared for the Challenges of the 21st Century?". *The Conference Board of Canada Skills and Post-Secondary Education Summit 2013: Developing the Talent We Need for a Competitive Nation*. Toronto. [http://www.conferenceboard.ca/Libraries/CONF\\_PRES\\_PUBLIC/13-0067\\_presentation\\_Andrew\\_2.sflb](http://www.conferenceboard.ca/Libraries/CONF_PRES_PUBLIC/13-0067_presentation_Andrew_2.sflb)

Sahlberg, P. 25 Mars, 2015. "Finland's school reforms won't scrap subjects altogether". *The Conversation*. <https://theconversation.com/finlands-school-reforms-wont-scrap-subjects-together-39328>

Scott, Cynthia Luna. 14 novembre, 2015. *Les apprentissages de demain 2 : quel type d'apprentissage pour le XXI<sup>e</sup> siècle?* Organisation des Nations Unis pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO) Recherche et prospective en éducation (ERF) – Réflexions thématiques. <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002429/242996E.pdf>

Comité permanent des ressources humaines, du développement des compétences, du développement social et de la condition des personnes handicapées. Décembre 2012. *Pénuries de main-d'œuvre et de compétences au Canada : solutions aux défis actuels et futurs*. Parlement du Canada. [http://publications.gc.ca/site/archivee-archived.html?url=http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2012/parl/XC67-1-1-411-09-eng.pdf](http://publications.gc.ca/site/archivee-archived.html?url=http://publications.gc.ca/collections/collection_2012/parl/XC67-1-1-411-09-eng.pdf)

Stecher, Brian M. et Laura S. Hamilton. 2014. *How to Assess 21st Century Competencies: 12 Key Lessons*. RAND. <https://www.rand.org/blog/2014/02/how-to-assess-21st-century-competencies-12-key-lessons.html>



