

Améliorer les programmes canadiens de sciences et technologies au primaire par l'ajout de compétences du 21^e siècle

Diane Pruneau

Université de Moncton

Jackie Kerry

Université de Moncton

Joanne Langis

Université de Moncton

Michel Léger

Université de Moncton

Résumé

Dans cet article, nous présentons les résultats d'une synthèse des connaissances visant à décrire les compétences du 21^e siècle, les compétences de durabilité et les compétences en technologies d'information et de communication (TIC) que les chercheurs considèrent comme essentielles à développer chez les travailleurs de la société actuelle. Il s'agissait aussi de relever, parmi ces compétences, celles qui figurent dans les programmes de sciences au primaire des provinces canadiennes. Certaines compétences recommandées pour œuvrer dans le monde contemporain se retrouvent peu dans les programmes étudiés : création et résolution de problèmes avec les TIC, entrepreneuriat, gestion, action stratégique, adaptabilité, pensées systémique, connective et prospective... Nous proposons des pistes pour insérer ces nouvelles compétences dans les programmes de sciences.

Mots-clés : compétences du 21^e siècle, compétences de durabilité, technologies d'information et de communication, TIC, compétences en TIC, programmes de sciences au primaire

Abstract

In this article, we present results from a knowledge synthesis aimed at describing 21st-century competencies, sustainability competencies, as well as information and communications technologies (ICT) competencies, which researchers consider essential for workers in today's society. Our study also identifies, among these described competencies, those that appear in elementary science and technology programs in all Canadian provinces. Among other results, we found that the following competencies, determined to be important for the 21st-century worker in the literature, are seldom present in the curricula we looked at: creation and problem solving using ICT, entrepreneurship, management, strategic action, systemic, connective and prospective thinking, and adaptability. Finally, we propose a course of action to promote inclusion of these "new" competencies within elementary science curricula.

Keywords: 21st-century competencies, sustainability competencies, information and communications technologies, ICT, ICT competencies, elementary science programs

Introduction

Les compétences que les employeurs souhaitent voir se développer chez les élèves canadiens pour les rendre plus efficaces dans une société en changement sont variées : analyse, résolution de problèmes complexes, gestion, innovation, entrepreneuriat, adaptabilité, etc. Ces compétences, utiles dans le marché du travail actuel et futur, sont nommées « compétences du 21^e siècle » (Ananiadou & Claro, 2009). De nouvelles compétences, appelées « compétences de durabilité », sont également recommandées dans le domaine scientifique : pensées systémique, prospective et connective; action stratégique, etc. (Wiek, Withycombe, & Redman, 2011). Il en est de même dans le domaine des nouvelles technologies : apprendre, chercher, communiquer, créer et résoudre des problèmes avec les technologies d'information et de communication (TIC). Les compétences générales du 21^e siècle, les compétences de durabilité et les compétences en TIC font-elles actuellement partie de l'apprentissage au Canada? Figurent-elles parmi les objectifs des programmes de sciences et technologies au primaire des provinces et des territoires canadiens? En effet, c'est habituellement dans le cadre de ces programmes que les élèves se familiarisent avec les progrès scientifiques et technologiques, qu'ils apprennent à concevoir de nouveaux produits et qu'ils se préparent à devenir des artisans d'un avenir durable.

Dans cet article, nous présentons les résultats d'un travail de synthèse de connaissances qui avait les objectifs suivants :

1. Résumer les écrits scientifiques et professionnels où les chercheurs définissent de nouvelles compétences susceptibles de mieux répondre aux exigences de la société contemporaine.
2. Dresser une liste des compétences du 21^e siècle (générales, de durabilité et en TIC) figurant parmi les objectifs des programmes actuels de sciences et technologies au primaire des provinces et des territoires canadiens.
3. Proposer des pistes pour insérer ces nouvelles compétences dans les programmes canadiens de sciences et technologies au primaire.

Méthodologie

La synthèse des connaissances sur les compétences du 21^e siècle, les compétences de durabilité et les compétences en TIC a été construite en consultant des articles scientifiques, des livres, des rapports, des actes de conférences et des sites web. Nous avons consulté les bases de données suivantes : ERIC, ProQuest Dissertations and Theses, ABI/INFORM Global, PsycINFO, ACM Digital Library, Repère, Francis, ProQuest, ProQuest Research Library, Erudit, SCIRUS et SAGE Journals. Ces bases de données offrent des documents provenant des domaines de l'éducation, de l'éducation à la durabilité, de la sociologie, de l'administration, du commerce, de l'utilisation des TIC et de la psychologie. Les mots-clés, utilisés seuls ou en combinaison, étaient les suivants : *competencies, 21st century, competences, work, workforce, worker, labourforce, skills, science et sustainability competences*. Certaines compétences retrouvées dans les écrits ont été omises de la synthèse faute de définition ou de définition claire. D'autres compétences ont été exclues en raison d'un manque de convergence, c'est-à-dire qu'un seul chercheur revendiquait l'importance de cette compétence pour les travailleurs du 21^e siècle. Deux chercheuses ont ensuite regroupé en catégories les compétences retrouvées dans les écrits, en fonction de leur similarité et de leur complémentarité, et ont assigné une appellation à chaque catégorie. Les grandes catégories ressorties étaient les suivantes : compétences générales du 21^e siècle, compétences de durabilité, compétences en TIC.

En ce qui concerne le deuxième objectif, soit l'étude des compétences du 21^e siècle figurant aux programmes d'études, deux chercheuses ont analysé les programmes du primaire en sciences et technologies de toutes les provinces et territoires du Canada, en anglais ou en français, selon la ou les langues officielles de la province ou du territoire en question. Au Québec, les programmes consultés ont été ceux de 6^e année et du secondaire 1 et 2, et dans les autres provinces, ceux de 6^e, 7^e et 8^e années. Ces niveaux scolaires ont été choisis afin d'illustrer les résultats d'apprentissage souhaités pour les élèves à la fin du primaire. De plus, seuls les objectifs des programmes d'études de sciences et technologies des provinces ont été analysés. Les chercheuses n'ont pas examiné les manuels scolaires employés pour atteindre ces objectifs ni les programmes ou cadres théoriques généraux provinciaux du primaire (par exemple, le Programme de formation de l'école québécoise [PFÉQ]). En général, les programmes nommaient les compétences visées en tant que telles, ce qui facilitait l'analyse. En matière de durabilité, la grille de

compétences environnementales de Kerry et coll. (2011) a servi d'outil d'analyse. Cette grille fournit des indicateurs pour déceler diverses compétences liées à l'action environnementale : pensée prospective, prédiction des risques, planification, créativité, etc. À titre d'exemple, les indicateurs pour la pensée prospective sont les suivants : formuler des scénarios sur ce qui pourrait arriver dans l'avenir, se poser des questions sur le futur, extrapoler les tendances du présent vers le futur. Pour la prédiction des risques, les indicateurs présents dans la grille sont les suivants : prévoir des risques et leurs conséquences; déterminer la probabilité et la gravité des risques; identifier les endroits où le risque et la vulnérabilité sont élevés.

Compétences recommandées pour les travailleurs du 21^e siècle

Dans les sections qui suivent, nous décrivons brièvement les compétences que les chercheurs envisagent comme essentielles pour les travailleurs de la société actuelle. Les compétences générales du 21^e siècle sont présentées en premier, suivies des compétences de durabilité, puis des compétences technologiques.

Compétences générales du 21^e siècle

Liées à la gestion de problèmes complexes et de situations incertaines, les compétences du 21^e siècle sont transversales, multidimensionnelles et de haut niveau (Westera, 2001). Les compétences les plus souvent évoquées par les chercheurs sont : l'analyse; l'évaluation; l'entrepreneuriat; les compétences sociales, civiques ou culturelles; la gestion; la connaissance de soi; le leadership et la responsabilité; la production; la résolution de problèmes complexes; l'adaptabilité et la flexibilité; la communication; le travail d'équipe; la pensée critique; la créativité et l'innovation; la prise de décision.

Analyse. Au 21^e siècle, en raison de la grande quantité d'information disponible, la compétence d'analyse est reconnue comme essentielle, que ce soit pour analyser des données, des besoins ou des produits (Bartram, 2005).

Évaluation. L'évaluation peut prendre plusieurs formes : évaluation des coûts et des bénéfices, des idées, des enjeux, des personnes, des systèmes (identifier des

indicateurs de performance et les actions à entreprendre pour améliorer la performance) et du contrôle de la qualité (conduire des tests et des inspections de produits, services ou processus) (Levine, 2007).

Entrepreneuriat. L'entrepreneuriat fait référence à la capacité de transformer des idées en actions (Halasz & Michel, 2011).

Compétences sociales, civiques ou culturelles. Les compétences sociales, civiques ou interculturelles sont celles qui permettent à un individu de participer de façon constructive et efficace à son milieu social et de travail (Halasz & Michel, 2011). Elles permettent de comprendre les sentiments, les motivations, les habitudes et les aspirations d'autrui. Elles incluent le confort dans les relations interpersonnelles, l'entretien de bonnes relations de travail et l'entente harmonieuse avec ses supérieurs (NCREL & Metiri Group, 2003). Elles consistent donc à interagir efficacement avec autrui, dans des environnements culturellement différents et dans une atmosphère de respect mutuel et de dialogue (Fabien, 2013). Elles comprennent également des habiletés de gestion de conflits (James & James, 2004).

Gestion. Les diverses compétences de gestion sont la gestion du temps et des ressources, l'identification des ressources nécessaires au succès, l'intégration des tâches ainsi que la gestion des priorités, de l'équipement, des ressources financières, du personnel et des opérations (aussi recherchées pour la plupart des emplois) (Levine, 2007).

Connaissance de soi. La connaissance de soi inclut l'intuition, la connaissance de ses forces et de ses faiblesses, la découverte et l'enrichissement de ses talents, la conscience de ses limites et l'analyse de ses attentes personnelles (Levine, 2007).

Leadership et responsabilité. Le leadership et la responsabilité consistent à guider, à diriger autrui et à agir de façon responsable en tenant compte des intérêts de tous (Partnership for 21st Century Skills, 2010). Le leadership inclut la prise en charge des situations, le démarrage d'actions et la distribution de directives, la fixation de buts et de priorités, l'évaluation et la gestion des risques, et la contribution au bien-être de la communauté et de la société (The Conference Board of Canada, n.d.).

Production. Il s'agit ici de la priorisation, la planification, l'action, la gestion des résultats, l'utilisation d'outils et la capacité de créer des produits pertinents et de haute qualité (Voogt & Pareja Roblin, 2012).

Résolution de problèmes complexes. La résolution de problèmes complexes fait appel à diverses compétences complémentaires :

- évaluer la situation et cerner le problème;
- rechercher divers points de vue et évaluer ces derniers objectivement;
- reconnaître les dimensions humaines, interpersonnelles, techniques, scientifiques et mathématiques du problème;
- déterminer la source du problème;
- être créatif dans la recherche de solutions;
- utiliser d'emblée la science, la technologie et les mathématiques pour réfléchir, acquérir et partager le savoir, et prendre des décisions;
- évaluer des solutions pour faire des recommandations ou arriver à des décisions;
- adopter des solutions;
- confirmer l'efficacité d'une solution et l'améliorer (The Conference Board of Canada, n.d.).

Adaptabilité et flexibilité. L'adaptabilité est la capacité de gérer des situations nouvelles, changeantes et incertaines, y compris les nouvelles tâches ou procédures. Cette compétence est importante pour pouvoir s'ajuster aux changements du milieu. Pour ce faire, il importe d'analyser les nouvelles situations, d'identifier des façons de les gérer et de développer une stratégie de réponse (Bybee, 2009). En bref, l'adaptabilité consiste à répondre positivement au changement tout en gérant bien les pressions et les contretemps (Bartram, 2005). La flexibilité, compétence apparentée, implique de travailler de façon autonome ou en équipe, d'effectuer des projets multiples, d'être ouvert et de composer avec l'incertitude (The Conference Board of Canada, n.d.). La résilience est un concept associé à l'adaptabilité.

Communication. La communication consiste à :

- lire et comprendre l'information sous diverses formes (textes, graphiques, tableaux, schémas);

- écrire et parler tout en favorisant l'écoute et la compréhension des autres;
- écouter et questionner pour comprendre le sens et la valeur du point de vue des autres;
- présenter et partager l'information par l'utilisation de diverses technologies;
- utiliser les connaissances et compétences scientifiques, technologiques et mathématiques appropriées pour expliquer ou préciser des idées;
- comprendre les expressions verbales et non verbales
- savoir extraire les idées pertinentes de concepts complexes et les communiquer de diverses façons (Levy & Murnane, 2004).

Travail d'équipe. Le travail d'équipe permet d'intégrer diverses perspectives dans l'atteinte des objectifs et favorise l'efficacité dans l'amélioration ou le développement de nouveaux produits. Travailler avec d'autres suppose plusieurs capacités :

- comprendre la dynamique d'un groupe et savoir composer avec celle-ci;
- s'assurer que les objectifs de l'équipe sont clairs;
- respecter et appuyer les idées, les opinions et la contribution des autres membres;
- reconnaître et respecter la diversité des perspectives des membres;
- recevoir et donner une rétroaction constructive et respectueuse;
- contribuer au succès de l'équipe en diffusant l'information et en mettant l'expertise de chacun au service de l'équipe;
- diriger, appuyer ou motiver l'équipe pour une performance maximale;
- comprendre et gérer les conflits pour parvenir à des solutions (The Conference Board of Canada, n.d.).

Pensée critique. La pensée critique consiste à utiliser la logique et le raisonnement pour identifier des forces et des faiblesses dans des alternatives de solutions, de conclusions ou d'approches (The Occupational Information Network, n.d.). La pensée critique requiert également d'un individu qu'il porte des jugements et prenne des décisions (Partnership for 21st Century, 2010).

Créativité et innovation. Le produit novateur peut prendre la forme d'un bien, service, procédé, modèle commercial, initiative organisationnelle ou outil de commercialisation nouveau ou amélioré. La créativité est nécessaire pour repenser les procédés,

l'organisation, la formation, la manière de tirer profit d'une innovation et pour intégrer de nouvelles idées aux connaissances existantes (Bybee, 2009).

Prise de décision. La prise de décision consiste à considérer les coûts et bénéfices afin de choisir les actions les plus appropriées (The Occupational Information Network, n.d.). L'importance de réfléchir par étapes au lieu de prendre des décisions impulsives, ainsi que de fixer des priorités, est également soulignée (Levine, 2007).

Compétences de durabilité

Que ce soit en urbanisme ou en agriculture, de nouvelles pratiques de développement émergent, dans le but d'orienter le progrès vers la construction d'une résilience et de compétences propices à une gestion durable des ressources (Berkes et al., 2003). Le domaine des compétences de durabilité s'est développé en raison des problèmes complexes actuels et envisagés par les scientifiques : changements climatiques, désertification, pauvreté, pandémies... Ces problèmes complexes, interdépendants, contradictoires, urgents et prometteurs en matière de risques n'ont pas de solution immédiate (Wiek et al., 2011). Pour résoudre ces problèmes, pour profiter des opportunités, pour devenir des agents de changement et des gestionnaires de la transition, les élèves doivent développer des compétences clés de durabilité. Ces compétences clés sont des dispositions cognitives, affectives et motivationnelles qui permettent aux élèves d'apporter des changements aux pratiques économiques, écologiques et sociales actuelles sans nécessairement que ces changements soient des réactions aux problèmes existants (de Haan, 2006). Certaines compétences clés de durabilité évoquées par les chercheurs, telles la pensée critique, la créativité, la résolution de problèmes complexes, l'adaptabilité et les compétences sociales et culturelles, sont similaires aux compétences générales du 21^e siècle présentées ci-haut et ne seront pas de nouveau décrites dans cette section. Voici quelques autres compétences de durabilité proposées par les chercheurs, ainsi que des explications sur leur utilité dans une société en transition vers un écodéveloppement.

Pensée systémique. La pensée systémique se définit comme une compétence à analyser et à représenter des systèmes et des problèmes complexes à travers différents domaines (société, environnement, économie...) et à diverses échelles (du local

au global), en considérant les effets en cascade, l'inertie, les nœuds de rétroaction, etc. (Hampson, 2012). Il s'agit de considérer les variables, les fonctions, les sous-systèmes, les chaînes de cause à effet, et les possibilités de résilience et d'adaptation (Porter & Cordoba, 2009). En effet, un système — qui est bien plus que la somme de ses parties — se définit comme un ensemble d'éléments interdépendants, organisés de façon cohérente pour atteindre un but (Meadows, 2008). La pensée systémique inclut la compréhension, la vérification empirique et l'articulation de la structure des controverses, de leurs composantes clés, de leurs dynamiques et de l'interconnexion entre les systèmes humains et naturels (Crofton, 2000). Cette compréhension intime de la structure interne et des dynamiques des systèmes socioécologiques est un prérequis pour pouvoir cerner les points d'intervention, anticiper les trajectoires futures et désigner des processus de transition (Wiek et al., 2011). Les compétences complémentaires à la pensée systémique sont la pensée connective (capacité de tisser des liens entre les éléments d'un système) (Sterling & Maiteny, 2005) et la résolution de problèmes complexes (présentée plus haut dans la description des compétences générales du 21^e siècle).

Pensée prospective. La pensée prospective est l'habileté à fabriquer, à analyser collectivement et à évaluer des images riches de l'avenir au sujet de controverses et de situations (Godet, 2001). Ici, on considère qu'il n'y a pas qu'un avenir unique, mais plusieurs avenir possibles (Rieckman, 2012). Les images de l'avenir incluent des informations qualitatives et quantitatives, des récits, et des visualisations. L'habileté à analyser des images du futur inclut la capacité d'en comprendre et d'en articuler la structure, les composantes clés et les dynamiques. L'habileté à fabriquer des images exige des compétences de création, d'imagination et de construction (Wiek et al., 2011). Dans la création d'images du futur, on doit prendre en compte les notions de temps (passé, présent, futur à court et à long terme), de continuité, de non-linéarité, de probabilité, de désirabilité, de plausibilité, d'incertitude, de risque et de précaution (Whitycombe & Wiek, 2010). La pensée prospective est utile, car la durabilité invite à une orientation vers le long terme, vers l'anticipation de conséquences dangereuses et vers une équité intergénérationnelle (Gibson, 2006). Une compétence complémentaire à la pensée prospective est la prédiction des risques (Murray, 2002).

Action stratégique. L'action stratégique se définit comme une habileté à agir et à initier et gérer le changement (de Haan, 2006). Elle permet de planifier collectivement, de mettre en œuvre et d'évaluer des interventions, des transitions et des stratégies de gouvernance vers la durabilité. Cette habileté inclut la participation et la compréhension de concepts stratégiques tels l'intentionnalité, l'inertie, les barrières, les porteurs de projets et les partenariats. La fixation de buts et la formulation d'indicateurs de mesure sont également importantes dans le processus, tout comme le fait d'avoir des connaissances sur les stratégies d'action, la durabilité, la faisabilité, l'efficacité, les obstacles, les mouvements sociaux et les conséquences non voulues (Grunwald, 2007).

Connaissances sur la durabilité. Des connaissances sur le monde et son fonctionnement; sur le capital naturel (ressources et services fournis par le milieu naturel); sur le capital humain (intelligence et santé des individus); sur le capital social (les groupes sociaux); sur le capital manufacturier (matériel et infrastructures existants) et sur le capital financier (l'argent et la valeur des ressources) sont souhaitées pour participer à une société en transition vers un écodéveloppement (Parkin et al., 2004).

Compétences technologiques

Les TIC se développent constamment, facilitant les tâches des scientifiques, des gens d'affaires, de l'industrie et d'autres travailleurs, tout en assurant la rapidité de la circulation de l'information, sa large diffusion et sa fiabilité. Les compétences en TIC permettent de mieux gérer le temps, de réduire les efforts investis dans la planification, de rester informé et en contact, d'accéder à de meilleures informations, de faciliter la communication sous diverses formes (mots, images, sons) et d'accéder à des éléments (produits, occasions, concours, etc.) uniquement disponibles en ligne (Tuomi, 2005). Dans cette section, les compétences technologiques proposées comme importantes pour les travailleurs canadiens correspondent à cinq catégories : gérer et employer les TIC, chercher avec les TIC, créer avec les TIC, communiquer avec les TIC, utilisation éthique des TIC et résoudre des problèmes avec les TIC.

Gérer et employer les TIC. Plusieurs chercheurs s'entendent pour dire que la gestion et l'emploi de divers outils, programmes et applications technologiques sont des

compétences du 21^e siècle (Voogt & Pareja Roblin, 2012). Certains parlent de compétences de base en technologie, d'autres d'utilisation des TIC, d'autres encore d'accès aux informations numériques et de la compréhension de celles-ci. À ceci s'ajoutent les compétences liées au fonctionnement des ordinateurs (Yergin & Stanislaw, 2002) et la sélection et l'application de diverses technologies (Lerman, 2008). Il s'agit en fait d'employer les TIC de façon confiante et critique. On s'attend donc à ce que tous les travailleurs sachent utiliser divers logiciels, dont les traitements de texte, les tableurs, les bases de données et les logiciels de présentation. Plusieurs devront également être familiers avec des logiciels de conception et de graphisme (Kalsbeek, 2007).

Chercher avec les TIC. Des capacités particulières de recherche sont utiles pour chercher, évaluer, définir, sélectionner, organiser, analyser, comprendre, interpréter, gérer, créer ou partager l'information en se servant des TIC. En effet, un usage adéquat d'Internet nécessite des compétences informationnelles pour déterminer la pertinence des informations ainsi que pour trouver, évaluer et utiliser correctement ces informations. Des étapes cruciales de ce processus sont l'évaluation de la validité et de l'utilité de l'information, ainsi que l'emménagement et l'organisation de l'information trouvée (Ananiadou & Claro, 2009).

Créer avec les TIC. Il est souvent nécessaire non seulement de traiter et d'organiser l'information, mais aussi de la modéliser et de la transformer pour créer de nouvelles connaissances ou idées. En effet, une facette des compétences liées à l'information est la capacité de transformer cette dernière afin de mieux la comprendre, la communiquer à autrui ou la développer pour intégrer ses propres idées. Dans ce contexte, les TIC deviennent un outil puissant pour intégrer ou synthétiser l'information, pour l'analyser et l'interpréter, pour modéliser et comprendre les liens entre différentes composantes et pour générer de nouvelles idées. Le Partnership for 21st Century Skills (2010) mentionne aussi la littératie des médias qui consiste, entre autres, à créer des produits médiatiques.

Communiquer avec les TIC. Les travailleurs doivent être capables d'échanger, de critiquer et de présenter de l'information et des idées par l'intermédiaire du Web. Les TIC renforcent et augmentent les possibilités de communication et développent des compétences de coordination et de collaboration avec autrui (Fabien, 2013). Une

communication efficace nécessite le traitement, la transformation et la composition de l'information afin de pouvoir présenter une idée de la meilleure façon qui soit. Des compétences plus pratiques sont également nécessaires pour communiquer adéquatement, comme l'utilisation correcte des outils mis à disposition et l'utilisation adéquate du langage (Ananiadou & Claro, 2009).

Utilisation éthique des TIC. Des compétences éthiques doivent être développées chez les travailleurs, comme un usage prudent et respectueux des TIC sur les plans personnel et social et l'application de mesures de sécurité (Kalfsbeek, 2007).

Résoudre des problèmes avec les TIC. Dans un marché du travail compétitif, il importe que les élèves puissent enfin utiliser les technologies de manière efficace pour résoudre des problèmes (OCDE, 2012).

Compétences figurant parmi les objectifs des programmes canadiens de sciences et technologies au primaire

Les tableaux 1 à 3 illustrent les principales compétences figurant parmi les objectifs des programmes canadiens de sciences et technologies au primaire. L'étude a permis de constater que deux démarches principales sont proposées dans tous les programmes analysés :

1. La démarche d'enquête, processus socioconstructiviste de résolution de problèmes se terminant par la réponse à une question scientifique.
2. La démarche de résolution de problèmes technologiques, menant à la construction d'un produit ou d'une structure pour améliorer une situation.

Les tableaux 1 et 2 présentent, en fonction de ces deux démarches, les principales compétences et compétences complémentaires identifiées dans les programmes de sciences et technologies des diverses provinces canadiennes. Les compétences technologiques retrouvées dans les programmes de sciences figurent au tableau 3. Dans tous les tableaux, les symboles *f* et *a* font référence aux langues des programmes (français ou anglais).

Tableau 1. Principales compétences de type « savoir-faire » (skills), rattachées à la démarche d'enquête et mentionnées dans les programmes canadiens de sciences et technologies de la 6^e, 7^e ou 8^e année.

Compétences	Sous-compétences	Provinces et langues*
Identifier un problème à résoudre	Poser des questions menant à des enquêtes	AB(a), BC(a), NB(a), NL(a), NS(a), NT(a), NU(a), ON(f)(a), PE(a), QC(f), SK(a), YT(a)
Planifier l'enquête	Poser le problème	AB(a), MB(a), NB(a), NL(a), NT(a), NU(a), ON(f)(a), PE(a), QC(f)
	Prédire, faire des hypothèses	AB(a), BC(a), MB(a), NB(a)(f), NL(a), NS(a), NT(a), NU(a), ON(f)(a), PE(a), QC(f), SK(a), YT(a)
	Planifier des tests, des enquêtes	AB(a), BC(a), MB(a), NB(a), NS(a), NT(a), NU(a), ON(f)(a), PE(a), QC(f), SK(a), YT(a)
	Identifier les variables à contrôler	AB(a), BC(a), MB(a), NB(a), NL(a), NT(a), NU(a), ON(f)(a), PE(a), YT(a)
Recueillir de l'information	Expérimenter, tester	AB(a), BC(a), MB(a), NB(a), NL(a), NS(a), NT(a), NU(a), ON(f)(a), PE(a), QC(f), SK(a), YT(a)
	Observer (de façon qualitative et quantitative)	AB(a), BC(a), MB(a), NB(a), NL(a), NS(a), NT(a), NU(a), ON(f)(a), PE(a), QC(f), SK(a), YT(a)
	Contrôler les variables	AB(a), BC(a), MB(a), NB(a), NT(a), NU(a), ON(f)(a), PE(a), YT(a)
Traiter les données	Analyser l'information ou les données	BC(a), MB(a), NB(a)(f), NL(a), NS(a), NT(a), NU(a), ON(f)(a), PE(a), QC(f), SK(a), YT(a)
	Identifier des patrons, des divergences et des liens dans les données	AB(a), MB(a), NB(a), NL(a), NT(a), NU(a), ON(a)(f), PE(a), QC(f), SK(a)
	Vérifier sa procédure, refaire le test	AB(a), BC(a), MB(a), NB(a), NT(a), NU(a), ON(f)(a), PE(a), YT(a)
	Inférer, vérifier son hypothèse, conclure	AB(a), BC(a), MB(a), NB(a)(f), NL(a), NS(a), NT(a), NU(a), ON(f)(a), PE(a), QC(f), SK(a), YT(a)
Communiquer les résultats	Choisir le média et construire le message	AB(a), BC(a), MB(a), NB(a), NL(a), NS(a), NT(a), NU(a), ON(f)(a), PE(a), QC(f), SK(a), YT(a)

* Les symboles représentent les provinces et territoires canadiens : AB (Alberta), BC (Colombie-Britannique), MB (Manitoba), NB (Nouveau-Brunswick), NL (Terre-Neuve-et-Labrador), NT (Territoires du Nord-Ouest), NS (Nouvelle-Écosse), NU (Nunavut), ON (Ontario), PE (Île-du-Prince-Édouard), QC (Québec), SK (Saskatchewan) et YT (Yukon).

Tableau 2. Principales compétences de type « savoir-faire », rattachées à la résolution de problèmes technologiques et mentionnées dans les programmes canadiens de sciences et technologies de la 6^e, 7^e ou 8^e année.

Compétences	Sous-compétences	Provinces et langues*
Identifier le problème ou le besoin	Déterminer des critères de réussite testables	AB(a), BC(a), MB(a), ON(f)(a), NL(a), NT(a), NU(a), YT(a)
Chercher des solutions	Proposer plusieurs solutions	AB(a), BC(a), MB(a), NB(a)(f), NS(a), NT(a), NU(a), ON(f)(a), PE(a), QC(f), SK(a), NL(a), YT(a)
	Identifier et consulter des sources d'information variées	AB(a), MB(a), NB(a), NL(a), NT(a), NU(a), PE(a), QC(f), SK(a)
Planifier et construire un prototype	Choisir une solution	AB(a), BC(a), MB(a), NB(f), NL(a), ON(f)(a), QC(f), SK(a), YT(a)
	Planifier la construction du prototype	AB(a), BC(a), MB(a), NB(a), NL(a), NT(a), NU(a), ON(f)(a), PE(a), QC(f), SK(a), YT(a)
	Construire le prototype	AB(a), BC(a), MB(a), NB(a), NL(a), NS(a), NT(a), NU(a), ON(f)(a), PE(a), QC(f), SK(a), YT(a)
Expérimenter, évaluer et présenter le prototype	Faire un essai rigoureux du prototype	AB(a), BC(a), MB(a), NB(a), NL(a), NS(a), NT(a), NU(a), ON(f)(a), PE(a), QC(f), SK(a), YT(a)
	Évaluer le produit	AB(a), BC(a), MB(a), NL(a), NS(a), NT(a), NU(a), ON(f)(a), PE(a), QC(f), SK(a), YT(a)
	Améliorer le produit	AB(a), BC(a), MB(a), NB(a), NL(a), NS(a), NT(a), NU(a), ON(a), PE(a), QC(f), YT(a)
	Identifier des répercussions du produit (pensée prospective)	AB(a), NT(a), NU(a), ON(a), PE(a)
	Identifier de nouvelles applications pour le produit	AB(a), NL(a), NT(a), NU(a), ON(a)(f), PE(a), QC(f),
	Présenter ses résultats en utilisant divers modes de communication	BC(a), MB(a), NB(a), NL(a), ON(f)(a), PE(a), QC(f), YT(a)

* Les symboles représentent les provinces et territoires canadiens : AB (Alberta), BC (Colombie-Britannique), MB (Manitoba), NB (Nouveau-Brunswick), NL (Terre-Neuve-et-Labrador), NT (Territoires du Nord-Ouest), NS (Nouvelle-Écosse), NU (Nunavut), ON (Ontario), PE (Île-du-Prince-Édouard), QC (Québec), SK (Saskatchewan) et YT (Yukon).

Tableau 3. Principales compétences reliées à l'emploi des TIC mentionnées dans les programmes canadiens de sciences et technologies de la 6^e, 7^e ou 8^e année.

Compétences reliées à l'emploi des TIC	Provinces et langues*
Recueillir des informations avec les TIC	BC(a), NB(f), NT(a), NU(a), ON(f)(a), PE(a), QC(f), SK(a), YT(a)
Emmagasiner ou organiser des informations avec les TIC	BC(a), NL(a), NT(a), NU(a), ON(f)(a), PE(a), SK(a), YT(a)
Créer avec les TIC	NL(a), NT(a), NU(a), ON(f)(a), QC(f), SK(a)
Présenter à l'aide des TIC	BC(a), NB(f), NL(a), ON(f), QC(f), SK(a), YT(a)
Communiquer par les TIC	BC(a), NB(f), NL(a), NT(a), NU(a), ON(f)(a), QC(f), SK(a), YT(a)
Utiliser et comprendre diverses TIC	NL(a), NS(a), PE(a), QC(f)
Comprendre les enjeux liés aux TIC	BC(a), NL(a), ON(a), YT(a)

* Les symboles représentent les provinces et territoires canadiens : AB (Alberta), BC (Colombie-Britannique), MB (Manitoba), NB (Nouveau-Brunswick), NL (Terre-Neuve-et-Labrador), NT (Territoires du Nord-Ouest), NS (Nouvelle-Écosse), NU (Nunavut), ON (Ontario), PE (Île-du-Prince-Édouard), QC (Québec), SK (Saskatchewan) et YT (Yukon).

Les compétences visées par les programmes actuels de sciences et technologies des provinces canadiennes sont-elles bien choisies pour préparer les futurs travailleurs à opérer dans une économie globale, dominée par les télécommunications, les médias et les technologies, et sujette aux changements démographiques, sociaux et environnementaux? Le tableau 4 dresse un portrait général de la présence des compétences générales du 21^e siècle ainsi que des compétences de durabilité et technologiques dans les programmes canadiens de sciences et technologies au primaire.

Tableau 4. Degré de présence des compétences générales du 21^e siècle et des compétences de durabilité et en TIC dans les programmes canadiens de sciences et technologies au primaire.

	Compétences du 21 ^e siècle et compétences de durabilité et en TIC présentes dans plusieurs programmes canadiens de sciences et technologies au primaire	Compétences du 21 ^e siècle et compétences de durabilité et en TIC moins présentes dans les programmes canadiens de sciences et technologies au primaire
Compétences générales du 21 ^e siècle	Analyse, évaluation, résolution de problèmes, communication, initiative, pensée critique, travail d'équipe, flexibilité, créativité, prise de décision (dans certains programmes), responsabilité et utilisation des mathématiques en sciences	Entrepreneuriat, compétences culturelles, gestion, connaissance de soi, relations interpersonnelles, production, leadership
Compétences de durabilité	Créativité, planification et conscience écologique	Pensées systémique, connective et prospective, action stratégique, adaptabilité
Compétences en TIC	Recueillir et emmagasiner des informations grâce aux TIC, communiquer grâce aux TIC, employer des logiciels, utiliser et comprendre diverses TIC, créer à l'aide des TIC, comprendre les enjeux éthiques rattachés aux TIC	Programmation, transformation de l'information, littératie des médias, utilisation des TIC pour résoudre des problèmes

Ainsi, plusieurs compétences générales du 21^e siècle figurent parmi les objectifs des programmes de sciences canadiens au primaire de la 6^e à la 8^e année : analyse, évaluation, résolution de problème, communication, initiative, pensée critique, travail d'équipe, flexibilité, créativité, prise de décision (dans certains programmes), responsabilité et utilisation des mathématiques en sciences. Ces compétences du 21^e siècle figurent parmi les objectifs des programmes de nombreuses provinces. D'autres compétences générales du 21^e siècle sont toutefois peu ou pas directement touchées par les programmes de sciences au primaire. C'est le cas de l'entrepreneuriat, des compétences culturelles, de la gestion, de la connaissance de soi, des relations interpersonnelles, de la production et du leadership.

Pour ce qui est des compétences de durabilité, on remarque que les programmes de sciences visent surtout des compétences traditionnellement attribuées aux scientifiques et liées à la résolution de problèmes simples et fermés : formulation d'hypothèses, expérimentation, collecte de données, mesure et observation, etc. Les compétences de durabilité apparaissent très peu dans les programmes de sciences, à l'exception de la créativité et de

la planification, mises en avant de façon plus ou moins importante dans la démarche de résolution de problèmes technologiques. La plupart des programmes recherchent également une certaine conscience écologique. Toutefois, on retrouve peu de traces des pensées systémique, connective et prospective ou de la compétence d'action stratégique. En matière de résolution de problèmes, la complexité et l'interdisciplinarité des problèmes sont peu abordés comme il se devrait si l'usage de la pensée systémique était objet d'apprentissage. On n'invite pas non plus les élèves à faire des liens entre les divers éléments d'un problème, ni à prédire systématiquement les risques des problèmes. Le passage à l'action pour remédier aux problèmes étudiés apparaît également absent des objectifs des programmes, ce qui prive les élèves d'occasions d'agir pour apprendre les mécanismes de l'action. Enfin, les programmes n'enseignent pas l'adaptabilité ou la résilience, compétences essentielles que les élèves doivent mettre à contribution en cas de désastre. Les connaissances sur la durabilité sont donc plus ou moins absentes.

Certaines similitudes sont également observées entre les compétences en TIC que les chercheurs suggèrent de développer et celles visées par les programmes canadiens de sciences. Dans plusieurs programmes, il est question de recueillir et d'emmagasiner des informations, et de communiquer grâce aux TIC. Dans quelques programmes, on parle d'employer des logiciels, d'utiliser et de comprendre diverses TIC, de créer à l'aide des TIC et de comprendre les enjeux éthiques rattachés aux TIC. Enfin, plusieurs compétences en TIC que la documentation scientifique suggère de développer sont absentes des programmes d'études; il s'agit de la programmation, de la transformation de l'information, de la littératie des médias et de l'utilisation des TIC pour résoudre des problèmes.

Il importe ici de noter que la présente synthèse des connaissances a des limites, en raison notamment de notre choix consistant à cibler un niveau scolaire spécifique (la fin du primaire) et à ne regarder qu'un seul programme parmi toutes les matières enseignées au Canada. Ainsi, d'autres compétences pourraient faire partie des objectifs du secondaire et du postsecondaire, ce qui pourrait améliorer l'ensemble des compétences des élèves avant leur entrée sur le marché du travail. Il s'avère donc difficile de faire un lien direct entre les compétences encouragées au primaire et celles nécessaires sur le marché du travail sans regarder les orientations prescrites au secondaire et au collégial. Il est par exemple possible que les lacunes identifiées dans les programmes d'études de sciences et technologies au primaire soient comblées par les programmes du secondaire, du collège

ou de l'université. Il est de plus possible que les compétences technologiques fassent partie des plans d'études des provinces dans des matières autres que les sciences.

Propositions pour l'insertion de nouvelles compétences dans les programmes canadiens de sciences et technologies au primaire

Précisons d'abord qu'il n'est pas possible d'intégrer l'ensemble des compétences générales du 21^e siècle et des compétences de durabilité et en TIC dans les objectifs d'un programme de sciences et technologies au primaire. En effet, le nombre de compétences est élevé et certaines compétences concordent moins bien avec l'enseignement des sciences et des TIC. Toutefois, à la suite de cette synthèse de connaissances et de l'analyse des programmes, nous pensons que les programmes de sciences actuels, tels que construits à partir de deux démarches principales (enquête et résolution de problèmes technologiques) pourraient ouvrir la porte à l'élaboration de nouvelles compétences. Tout d'abord, la démarche d'enquête pourrait être enrichie de certaines étapes ou tâches permettant la mise à profit de nouvelles compétences. Ainsi, l'étape consistant à poser le problème à résoudre pourrait encourager les pensées systémique et connective ainsi que les compétences culturelles en invitant les élèves à envisager le problème de façon interdisciplinaire, dans son ensemble, selon les points de vue d'autres peuples, et à tisser des liens entre les éléments du problème. Pour développer la pensée prospective et la prédiction des risques, la définition du problème constituerait également un moment privilégié pour demander aux élèves de prédire divers scénarios de l'avenir en lien avec ce problème. Lors de la recherche de solutions, la créativité pourrait être systématiquement encouragée et la prise de décision pour choisir une solution pourrait être apprise en encourageant les élèves à définir leurs buts, à considérer les avantages et les désavantages de leurs choix possibles et à se donner des critères décisionnels. Une étape d'action pour améliorer le problème étudié pourrait de temps à autre être ajoutée à la démarche d'enquête permettant l'usage de compétences de planification et d'action stratégique.

Le déroulement de la démarche de résolution de problèmes technologiques pourrait être amélioré. Selon nous, les enseignants devraient davantage soutenir la créativité et l'innovation dans le cadre de cette démarche et pourraient inviter les élèves à produire des objets originaux répondant à des besoins réels pour améliorer la vie de la population

canadienne ou l'environnement. Certains produits, ainsi inventés dans le cadre de cette démarche, pourraient donner lieu à la création de petites entreprises gérées par les élèves, qui permettraient à ces derniers de construire leurs compétences de planification, de gestion et d'entrepreneuriat.

Conclusion

Selon notre analyse, plusieurs compétences requises pour réussir dans le monde contemporain sont encore peu enseignées en sciences et technologies dans les écoles canadiennes : il s'agit de certaines compétences générales du 21^e siècle et de certaines compétences en TIC, ainsi que de la plupart des compétences de durabilité. Pour faire avancer la recherche sur les compétences qui devraient aujourd'hui faire partie des objectifs des programmes canadiens de sciences et technologies, il est nécessaire de poursuivre les études sur plusieurs sujets reliés aux compétences discutées dans cette synthèse. En quoi consistent exactement ces compétences? Quelles sont les étapes de leur élaboration? Pourquoi et comment ces compétences sont-elles importantes pour les employeurs canadiens ou pour vivre dans une société technologique qui s'oriente vers le développement durable? Les compétences jugées essentielles par les employeurs sont-elles identiques à celles que les travailleurs canadiens aimeraient apprendre? Comment et à quel âge devrait-on tenter de développer ces nouvelles compétences chez les élèves? Quelles devraient être les démarches à faire vivre aux élèves en sciences et technologies pour qu'ils apprennent graduellement à maîtriser les compétences générales du 21^e siècle, de durabilité et technologiques? Toutes ces questions pourraient faire l'objet de futures recherches.

Références

- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). 21st Century skills and competences for New Millennium learners in OECD Countries. *OECD Education Working Papers, 41*, OECD Publishing.
- Bartram, D. (2005). The great eight competencies: A criterion-centric approach to validation. *Journal of Applied Psychology, 90*, 1185–1203.
- Berkes, F., Colding, J., & Folke, C. (2003). *Navigating Social-Ecological Systems: Building resilience for complexity and change*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Bybee, R. W. (2009). The BSCS 5E Instructional Model and 21st century skills. Repéré à : http://itsisu.concord.org/share/Bybee_21st_Century_Paper.pdf.
- Crofton, F. (2000). Educating for sustainability: Opportunities in undergraduate engineering. *Journal of Clean Production, 8*, 397–405.
- de Haan, G. (2006). The BLK '21' Program in Germany: a 'Gestaltungskompetenz'-based model for education for sustainable development. *Environmental Education Research, 12*, 19–32.
- Fabien, N. (2013). Skills for the future. *Journal of Environmental Health, 75*, 67–78.
- Gibson, R. (2006). Sustainability assessment: Basic components of a practical approach. *Impact Assessment Project Appraisal, 24*, 170–182.
- Godet, M. (2001). *Creating futures. Scenario planning as a strategic management tool*. Washington, DC: Brookings Institutions.
- Grunwald, A. (2007). Working towards sustainable development in the face of uncertainty and incomplete knowledge. *Journal of Environmental Policy Plan, 9*, 245–262.
- Halász, G., & Michel, A. (2011). Key competences in Europe: Interpretation, policy formulation and implementation. *European Journal of Education, 46*, 289–306.
- Hampson, G. P. (2012). Eco-logical Education for the Long Emergency. *Futures, 44*, 71–80.

- James, R. F., & James, M. L. (2004). Teaching career and technical skills in a “mini” business world. *Business Education Forum*, 59, 39–41.
- Kalfsbeek, J. L. (2007). *Technology literacy as a 21st-Century basic skill: A study of evolving technology literacy competencies for a workforce education*, Community College. Doctoral Thesis. Capella University: Minneapolis, Minnesota.
- Kerry, J., Pruneau, D., Blain, S., Vichnevetski, E., Deguire, P., Barbier, P., Freiman, V., Therrien, J., Lang, M., & Langis, J. (2011). Les compétences d'adaptation aux changements climatiques démontrées par des employés municipaux d'une communauté côtière canadienne. *Canadian Journal of Environmental Education*, 16, 155–172.
- Lerman, R. I. (2008). Building a wider skills Net for workers. *Issues in Science and Technology*, 24, 65–72.
- Levine, M. (2007). The essential cognitive backpack. *Educational Leadership*, 64, 17–22.
- Levy, F., & Murnane, R. J. (2004). *The new division of labor: How computers are creating the next job market*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Meadows, D. (2008). *Thinking in systems: A primer*. Vermont: Chelsea Green.
- Murray, R., (2002). Responsibility, education and the risk society. Dans J. Cohen & S. James (Éds), *Learning to last: Skills, sustainability and strategy* (pp. 129–141). London, UK: Learning and Skills Development Agency.
- NCREL, & Metiri Group. (2003). *enGauge 21st Century skills: Literacy in the Digital Age*. Napierville, CA: NCREL and Metiri.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OCDE) (2012). *Better skills, better jobs, better lives: Highlights of the OECD Skills Strategy*. Repéré à : <http://skills.oecd.org/documents/oecdskillsstrategy.html>
- Parkin, S., Johnston, A., Buckland, H., & White, E. (2004). *Learning and skills for sustainable development: Developing a sustainability literate society - Guidance for higher education institutions*. Higher Education Partnership for Sustainability and Forum for the Future. Repéré à : www.forumforthefuture.org.org.uk

- Partnership for 21st Century Skills (2010). *Principles and recommendations for 21st readiness for every child*. Repéré à : http://www.p21.org/storage/documents/P21_Framework_Definitions.pdf
- Porter, T., & Cordoba, J. (2009). Three views of systems theories and their implications for sustainability education. *Journal of Management Education*, 33, 323–347.
- Rieckman, M. (2012). Future-oriented higher education: Which key competencies should be fostered through university teaching and learning? *Futures*, 44, 127–135.
- Sterling, S., & Maiteny, P. (2005). *Linking thinking*. Scotland: World Wildlife Fund.
- The Conference Board of Canada (année non disponible). Compétences relatives à l'employabilité 2000+. Repéré à : <http://www.conferenceboard.ca/topics/education/learning-tools/employability-skills.aspx>
- The Occupational Information Network (année non disponible). *Skills*. Repéré à : <http://www.onetonline.org/find/descriptor/browse/Skills/>
- Tuomi, I. (2005). *The future of learning in the knowledge society: Disruptive changes for Europe by 2020*. Background paper prepared for DG JRC/IPTS and DG EAC.
- Voogt, J., & Pareja Roblin, N. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st Century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies*, 44, 299–321.
- Westera, W. (2001). Competences in education. A confusion of tongues. *Journal of Curriculum Studies*, 33, 75–88.
- Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: A reference framework for academic program development. *Sustainability Science*, 6, 203–218.
- Withycombe, L., & Wiek, A. (2010). *Anticipatory competence as a key competence in sustainability*. Arizona: Arizona State University.
- Yergin, D., & Stanislaw, J. (2002). *The commanding heights: The battle for the World economy*. New York, NY: Touchstone.