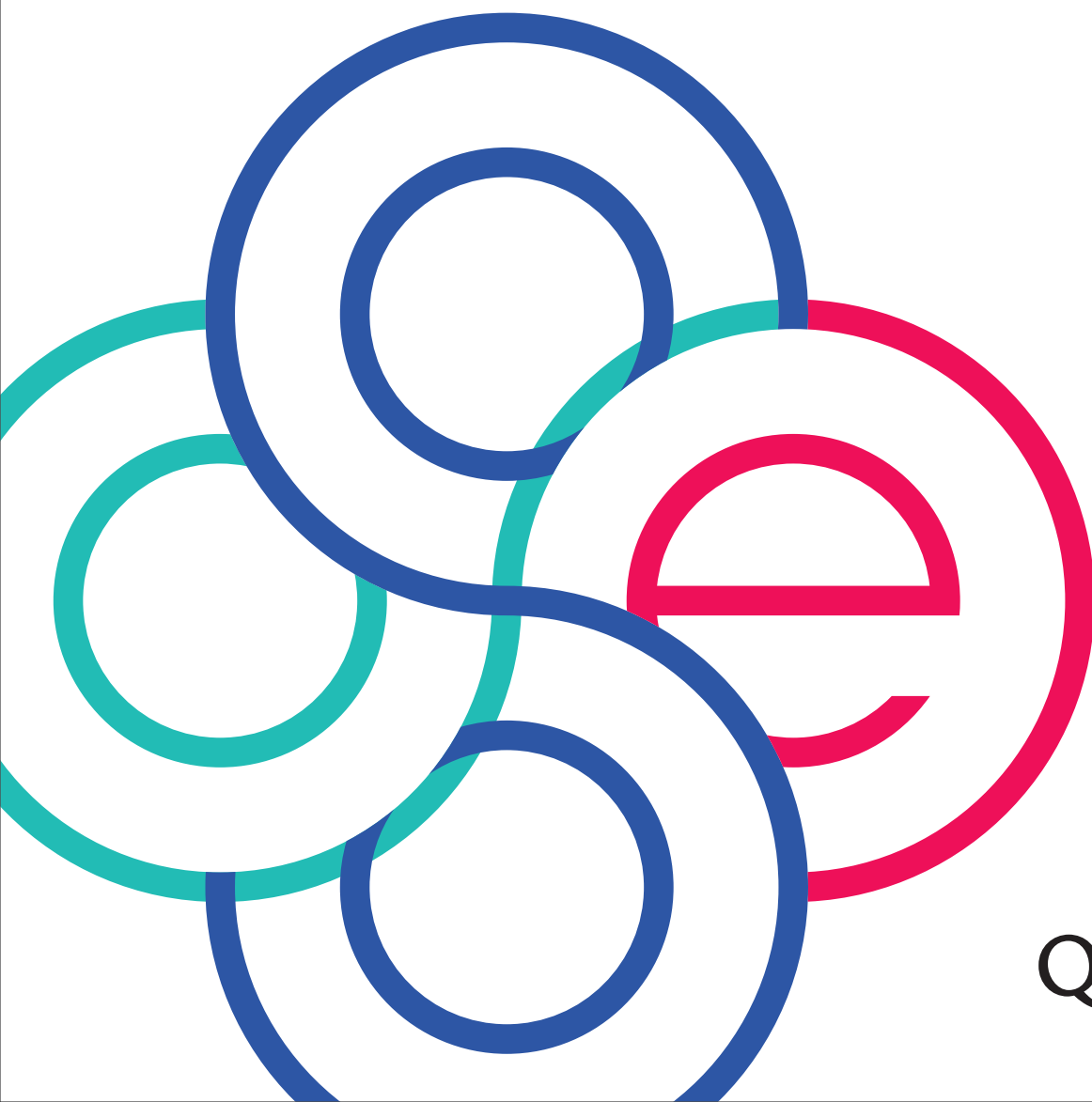


CONSEIL
SUPÉRIEUR
DE L'ÉDUCATION

L'intelligence artificielle en éducation : un aperçu des possibilités et des enjeux

Études et recherches

Document préparatoire pour le *Rapport sur l'état et les besoins de l'éducation 2018-2020* du Conseil supérieur de l'éducation.



Le [Conseil supérieur de l'éducation](#) a confié la coordination de la préparation et de la diffusion du présent document de recherche à sa présidence. Ce document et les positions qu'il peut contenir n'engagent pas le Conseil ni ses instances consultatives.

Rédaction et recherche

Hélène Gaudreau, coordonnatrice du Comité du rapport sur l'état et les besoins de l'éducation, avec la contribution de Marie-Michèle Lemieux, agente de recherche

Révision linguistique

Des mots et des lettres

Comment citer cet ouvrage :

Gaudreau, Hélène et Marie-Michèle Lemieux (2020). *L'intelligence artificielle en éducation : un aperçu des possibilités et des enjeux*, Études et recherches, Québec, Conseil supérieur de l'éducation, 26 p.

Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2020

ISBN : 978-2-550-87964-0 (version PDF)

© **Gouvernement du Québec, 2020**

Toute demande de reproduction du présent document doit être faite au Service de gestion des droits d'auteur du gouvernement du Québec.

Ce document a été produit dans l'esprit d'une rédaction épicène, c'est-à-dire d'une représentation équitable des femmes et des hommes.

Avis aux lectrices et aux lecteurs

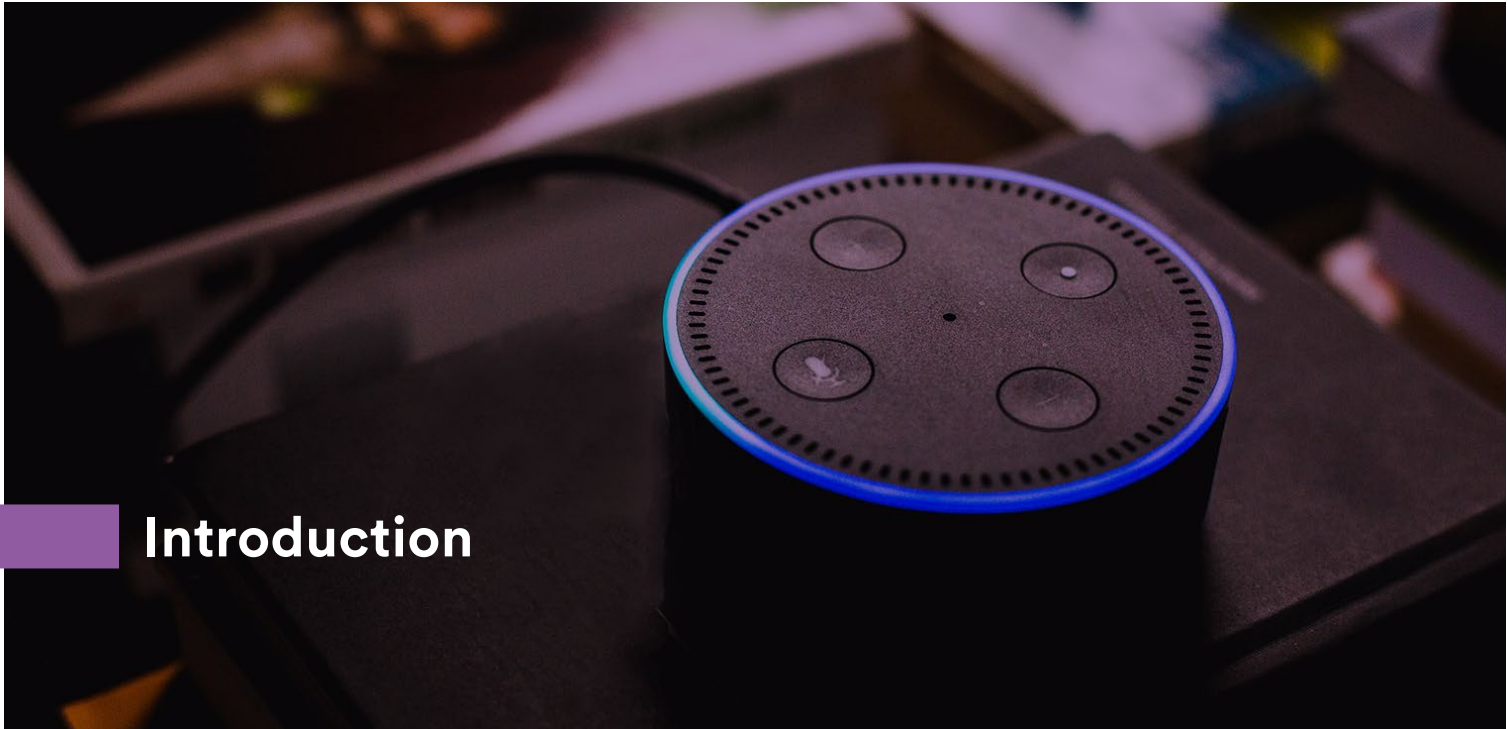
Pour accomplir sa mission, le Conseil supérieur de l'éducation (CSE) peut mener ou faire effectuer des études et des recherches qu'il juge nécessaires à la préparation de ses avis et de ses rapports. Le cas échéant, il peut décider de rendre publiques de telles productions s'il estime que la richesse et l'utilité potentielle des renseignements colligés le justifient. C'est dans cette perspective que le Conseil publie le présent document. Cette publication reprend les éléments d'une recherche sur l'intelligence artificielle effectuée dans le cadre de la production du *Rapport sur l'état et les besoins de l'éducation 2018-2020*. Ce rapport présente une réflexion sur le numérique en éducation et sur les responsabilités nouvelles que ce contexte implique pour le système éducatif.

Le point de départ du document original est une recension d'écrits ayant servi d'élément déclencheur d'une discussion du Comité du rapport sur l'état et les besoins de l'éducation (CREBE) avec des acteurs de terrain et des experts réunis lors d'une table ronde sur l'intelligence artificielle. Cette recension d'écrits a par la suite été enrichie en tenant compte des points de vue exprimés. Le tout a fait l'objet d'un chapitre du deuxième rapport d'étape préparé par le CREBE et examiné par le Conseil lors de sa 672^e réunion, le 16 juin 2020.

Les personnes suivantes ont participé à la table ronde sur l'intelligence artificielle : **Suzanne Lajoie**, professeure à l'Université McGill (Department of Educational and Counselling Psychology) et directrice des équipes de recherche **ATLAS** et **LEADS**; **Lyne Bouchard**, vice-rectrice aux ressources humaines et directrice de l'Observatoire de gouvernance des technologies de l'information à l'Université Laval; **Alexandre Brunet**, enseignant de philosophie au Cégep de Saint-Hyacinthe; **Pascale Blanc**, coordonnatrice de la **Vitrine technologie éducation**; **Benoît Petit**, conseiller pédagogique au Service national du **RÉCIT** (domaine du développement de la personne).

Table des matières

Avis aux lectrices et aux lecteurs	III
Introduction	1
1 Éléments de définition	3
2 Enjeux sociaux et éthiques	5
2.1 Des lignes directrices pour une IA responsable et digne de confiance	6
2.2 Un marché du travail transformé	8
3 Possibilités et défis pour l'éducation	10
3.1 Des exemples d'application de l'IA en éducation	11
3.2 Des compétences à développer	13
3.3 Des enjeux qui concernent l'éducation	15
3.3.1 Enjeux liés aux algorithmes	15
3.3.2 Enjeux liés aux données massives	15
3.3.3 Vers une écologie de l'attention	17
4 Le futur de l'intelligence artificielle en éducation	19
Conclusion	21
Bibliographie	22



Introduction

« L'intelligence artificielle affecte désormais tous les aspects de nos vies sociales. Sans toujours le savoir, nous interagissons quotidiennement avec des systèmes intelligents [...]. Ils nous servent de manière invisible. C'est du moins l'objectif qu'on leur assigne : rendre nos vies meilleures, tâche par tâche. » (Villani, 2018, p. 139.)

Films (Ward, 2019) et **romans** (Stiebert, 2019) ont régulièrement représenté l'intelligence artificielle (IA) comme égalant ou même dépassant l'intelligence humaine, le plus souvent au détriment de celle-ci. Cela n'est pas sans susciter l'inquiétude ou provoquer le questionnement.

Pourtant, comme le rappelle **Yoshua Bengio** (2019), l'intelligence artificielle n'a pas la compréhension physique du monde sur laquelle repose l'intelligence humaine. Elle ne découvre rien de nouveau par elle-même : on peut, par

« L'**apprentissage profond** fait partie d'une famille plus large de méthodes d'apprentissage automatique basées sur des réseaux de neurones artificiels. [...] Des architectures d'apprentissage en profondeur [...] ont été appliquées à des domaines tels que la vision par ordinateur, la reconnaissance de la parole, le traitement du langage naturel, la reconnaissance audio, le filtrage des réseaux sociaux, la traduction automatique, la [bio-informatique], la conception de médicaments, l'analyse d'images médicales, l'inspection des matériaux et les programmes de jeux de société où ils ont produit des résultats comparables, voire parfois supérieurs, à ceux d'experts humains. » (Datafranca, 2020a.)

exemple, tromper l'IA en modifiant quelques pixels sur une image. Les machines semblent capables de prendre des décisions, mais elles appliquent des modèles. Elles ne pensent pas; elles ne peuvent donner de réponses qu'aux questions connues.

Néanmoins, «la multiplication des recherches en apprentissage profond et la meilleure compréhension des algorithmes qui s'observent actuellement font [...] entrevoir la possibilité de l'accroissement de l'autonomie des machines au cours des prochaines décennies, soit une tendance facilitée également par la disponibilité émergente de données massives et à l'accélération des calculs des processeurs» (Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur, 2018, p. 3).

Cette éventualité nécessite une large réflexion – collective et pluraliste – pour que soient anticipées d'éventuelles dérives de même qu'une sensibilisation, voire une éducation, visant à prévenir ces dérives. L'objectif est d'adopter des comportements permettant d'induire un cercle vertueux et non de laisser l'inverse se produire. Mieux vaut en effet anticiper l'avenir plutôt que de le subir.

«Parce que former les enseignants à l'IA, c'est aussi en quelque sorte œuvrer à prévenir les dérives potentielles qui pourraient survenir dans un proche futur. [...] L'incursion de l'IA en éducation ne peut résolument [pas] être décidée uniquement par ceux qui en profitent sur le plan financier. Son arrivée doit être clairement balisée par différents acteurs éducatifs de notre société tout entière, à commencer par les enseignants et les apprenants. [...] L'un des défis auquel fait face notre système d'éducation confronté à l'arrivée de l'IA est de trouver un juste équilibre entre le maintien de certains aspects traditionnels qui ont fait la richesse de l'enseignement depuis des siècles et la mise à profit des nouvelles possibilités qu'offre l'IA en éducation.» (Karsenti, 2018, p. 118-119.)



1 Éléments de définition

Bien qu'il soit connu et populaire, le terme «intelligence artificielle» n'aurait pas encore été défini de façon scientifique: «I first heard the term more than 50 years ago and have yet to hear a scientific definition. Even now, some AI experts say that defining AI is a difficult (and important) question – one that they are working on. “Artificial intelligence” remains a buzzword, a word that many think they understand but nobody can define¹» (Parnas, 2017, p.1).

L'idée d'intelligence artificielle émerge au début des années 1950 dans les travaux d'**Alan Turing** (Wikipédia, 2020a), qui se demande si une machine peut penser. Turing explore cette hypothèse et propose une expérience (maintenant dite «**test de Turing**») visant à déterminer à partir de quel moment une machine deviendrait «consciente».

En 1955, John McCarthy (un autre des pères de l'intelligence artificielle) l'avait définie comme «le fait de provoquer un comportement chez une machine qui serait considéré comme intelligent si un humain se comportait ainsi» (Caneva, 2018, p.9).

La Stratégie numérique du Québec en présente, quant à elle, une définition qui décrit des objectifs et donne des exemples concrets d'applications: «Domaine d'étude [multidisciplinaire] ayant pour objet la reproduction artificielle des facultés cognitives de l'intelligence humaine, dans le but de créer des logiciels ou des machines capables d'exécuter des fonctions

«Le principe du test de Turing est simple. Un évaluateur humain est chargé de juger une conversation textuelle entre un humain et une machine. L'évaluateur sait que l'un des deux participants est une machine, mais ne sait pas lequel. S'il n'est pas en mesure de discerner l'homme de la machine après 5 minutes de conversation, la machine a passé le test avec succès. Le test ne mesure pas la capacité d'une machine à répondre correctement à une question, mais à quel point ses réponses ressemblent à celles que fournirait un humain.» (L, 2017)

1 «J'ai entendu ce terme pour la première fois il y a plus de 50 ans et je n'en ai pas vu jusqu'à maintenant de définition scientifique. Encore aujourd'hui, certains experts estiment que définir l'IA est une question difficile (et importante) sur laquelle ils travaillent. “Intelligence artificielle” reste un mot à la mode que beaucoup pensent comprendre, mais que personne ne peut définir» (notre traduction).

relevant normalement de celle-ci. Les applications de l'IA sont variées et diverses; elles vont de la reconnaissance automatique vocale ou visuelle à l'assistance médicale robotisée en passant par des outils de résolution de problèmes» (MESI, 2017).

Mentionnons enfin que tous les systèmes d'IA n'ont pas le même degré de sophistication. «On distingue IA faible (IA capable de simuler l'intelligence humaine pour une tâche bien déterminée) et IA forte (IA générique et autonome qui pourrait appliquer ses capacités à n'importe quel problème, répliquant en

cela une caractéristique forte de l'intelligence humaine, soit une forme de "conscience" de la machine). » (Commission nationale de l'informatique et des libertés de France, 2017, p.75.) Le développement de l'IA, en particulier lorsqu'elle est forte, devrait donc être rigoureusement encadré.

Le robot conversationnel (*chatbot*) **Tay**, censé «apprendre» en discutant sur les réseaux sociaux avec des adolescentes et des adolescents, s'est rapidement mis à tenir des propos vulgaires et racistes (Tual, 2016), au grand désarroi de ses concepteurs, qui l'ont aussitôt retiré du marché. Ce dérapage a été volontairement provoqué par des utilisatrices et des utilisateurs qui voulaient le tester.

Selon un groupe d'experts de la question, une intelligence artificielle digne de confiance doit être **légitime**, c'est-à-dire conforme aux lois et aux règlements en vigueur. Elle doit également être **éthique** ou conforme aux valeurs et aux principes établis. Enfin, elle doit être **robuste**, tant du point de vue technique que du point de vue social, car les systèmes d'IA pourraient causer des dommages non intentionnels. Ces trois composantes doivent être en harmonie et s'équilibrer : la société doit s'efforcer de les aligner si des tensions naissent entre elles.

Il est particulièrement important de veiller à la transparence

et à la compréhensibilité des processus ainsi qu'au respect de l'autonomie humaine, en tenant compte de la diversité des personnes et en portant une attention accrue aux plus vulnérables, c'est-à-dire aux personnes qui risquent de ne pas être entendues ou d'être exclues. Les systèmes d'IA comportent de nombreux avantages, mais ils impliquent aussi des risques, dont certains sont difficiles à anticiper ou à mesurer (High-Level Expert Group on Artificial Intelligence, 2019).



2 Enjeux sociaux et éthiques

«Oui, la technologie change la culture, mais ce qu'elle fait, ultimement, c'est de la révéler, de l'amplifier, de la multiplier. La technologie est une caisse de résonance de l'humanité. Les défis qu'elle multiplie sont les nôtres.» (Dyens, 2019, p. 85.)

L'informatique et la recherche sont des activités sociales que l'appât du gain ne devrait pas gouverner. Autrement dit, dans un monde idéal, elles ne devraient pas être pratiquées dans un esprit de compétition ou d'intérêt individuel, mais dans un dessein de collaboration et de recherche du bien commun. Or, ce sont actuellement les géants du Web ou **GAFAM** (*Google, Amazon, Facebook, Apple et Microsoft*) (Wikipédia, s.d.) qui investissent le plus massivement dans les recherches sur l'intelligence artificielle. «Tandis que la recherche avance à toute allure, pour ce qui est des aspects techniques de l'IA, elle piétine, quand il s'agit de ses aspects éthiques. Certes, de nombreux chercheurs s'en inquiètent et certains pays ont entamé une réflexion sérieuse sur la question, mais aucun cadre légal n'existe à ce jour pour orienter la recherche future à l'échelle mondiale.» (UNESCO, 2018, p. 3.)

Le **dilemme du prisonnier** (Wikipédia, 2020e) et l'**équilibre de Nash** (Wikipédia, 2020f) modélisent des situations où la coopération est collectivement plus avantageuse que le «chacun pour soi», à la **condition que toutes les parties coopèrent** (que personne ne cherche à profiter de la situation). Ces modèles illustrent combien la confiance mutuelle est essentielle dans la recherche du bien (de l'intérêt) commun.

Au quotidien, l'IA nous rejoint plus particulièrement par des publicités ciblées selon nos habitudes de consommation ou encore par les assistants personnels intelligents et autres objets du quotidien – y compris des **jouets** (Commission nationale de l'informatique et des libertés de France, 2019) – connectés à Internet. Dans le premier cas, cela peut conduire à une forme de manipulation psychologique. Dans le second cas,

les individus ne savent pas quelles sont les données récoltées sur eux ni à quoi elles servent. Ces exemples confirment que l'intelligence artificielle se développe actuellement selon un objectif de maximisation du profit, sans réglementation ni obligation éthique (Bengio, 2019). La réflexion éthique devrait normalement accompagner le développement de la technologie, soit une réflexion collective et pluraliste, pour représenter la diversité des personnes et des points de vue, et diminuer le risque de biais. Il reviendrait au monde politique de tracer la limite morale, la ligne à ne pas transgresser.

« Understanding is a major issue [...]: only 4 percent of Canadians felt confident about explaining what AI is and how it works. » (Omnia AI, 2019, p. 4.) En effet, « la compréhension est un problème majeur [...]: seulement 4 % des Canadiennes et des Canadiens se sentent capables d'expliquer l'IA et son fonctionnement » (notre traduction).

De nombreux incidents montrent des biais ou une performance plus faible pour les intelligences artificielles qui analysent des données photographiques pour les personnes d'origine autre qu'européenne, en raison du manque de diversité dans les bases de données d'entraînement (Zou et Schiebinger, 2018). Il en va de même pour les données linguistiques autres qu'anglophones. Les biais des bases de données sont attribués à leur tour au manque de diversité des personnes responsables de l'écriture des algorithmes (Eubanks, 2018 ; Gilbert, 2020).

2.1 Des lignes directrices pour une IA responsable et digne de confiance

Bref, l'intelligence artificielle offre de grandes possibilités, mais il ne faut pas négliger les inquiétudes qu'elle soulève quant à la façon dont elle sera développée et utilisée. À l'heure actuelle, le grand public deviendrait de plus en plus sceptique et méfiant (Omnia AI, 2019; World Economic Forum, 2019), et pour cause. Des usages malveillants de l'IA sont à prévoir : il est nécessaire de les anticiper pour faire de la prévention ou en atténuer les effets. À cette fin, un groupe d'experts recommande que le monde politique collabore étroitement avec les scientifiques, qui devraient sérieusement prévoir et prévenir les utilisations abusives ou nocives de leur travail. Les problèmes doivent être résolus à la lumière des meilleures pratiques, notamment en matière de sécurité. De plus, il faut constamment chercher à élargir l'éventail des parties prenantes et les inclure dans la recherche de solutions (Brundage, Avin, Clark et autres, 2018).

En France, la Commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL) a formulé des recommandations qui s'adressent « tant aux pouvoirs publics qu'aux diverses composantes de la société civile (grand public, entreprises, associations, etc.) » :

- Former à l'éthique tous les maillons de la « chaîne algorithmique » (concepteurs, professionnels, citoyens);
- Rendre les systèmes algorithmiques compréhensibles en renforçant les droits existants et en organisant la médiation avec les utilisateurs;
- Travailler le design des systèmes algorithmiques au service de la liberté humaine;

- Constituer une plateforme nationale d'audit des algorithmes;
- Encourager la recherche sur l'IA éthique et lancer une grande cause nationale participative autour d'un projet de recherche d'intérêt général;
- Renforcer la fonction éthique au sein des entreprises» (CNIL, 2017, p. 7).

Pour fournir un cadre, anticiper les controverses et inclure les citoyennes et les citoyens, la **Déclaration de Montréal pour un développement responsable de l'intelligence artificielle** (Déclaration de Montréal IA responsable, 2018) a retenu 10 principes : bien-être, respect de l'autonomie, protection de l'intimité et de la vie privée, solidarité, participation démocratique, équité, inclusion de la diversité, prudence, responsabilité, développement soutenable. Dans le même esprit d'inclusion et afin de réunir le plus grand nombre de parties prenantes, l'Institut d'éthique appliquée (**IDEA**) de l'Université Laval a mis sur pied l'Observatoire international sur les impacts sociétaux de l'intelligence artificielle et du numérique. Par ailleurs, les gouvernements du Québec et du Canada ont mis en place le Centre d'expertise internationale de Montréal en IA (**CEIMIA**), qui prend part aux travaux du Partenariat mondial sur l'intelligence artificielle (**PMIA**), dont le secrétariat est hébergé par l'Organisation de coopération et de développement économiques (**OCDE**). Composée d'experts mandatés par les différents États, le PMIA a pour mandat de contribuer au développement responsable et à une utilisation centrée sur l'humain de l'intelligence artificielle dans le respect des droits de la personne, des libertés fondamentales et de leurs valeurs démocratiques communes.

De son côté, le cadre de référence (éthique) pour une IA digne de confiance publié par l'Union européenne est le fruit du travail d'un comité de 52 experts internationaux (issus du milieu universitaire ou de l'industrie), alimenté par une consultation publique. Ce cadre mentionne sept exigences : 1) agence et supervision humaines; 2) robustesse technique et sécurité; 3) confidentialité et gouvernance des données; 4) transparence; 5) diversité, non-discrimination et équité; 6) bien-être environnemental et sociétal; 7) responsabilité (High-Level Expert Group on Artificial Intelligence, 2019).

Selon le *Consensus de Beijing sur l'intelligence artificielle et l'éducation*, «le développement de l'IA devrait être contrôlé par l'être humain et centré sur lui; [...] l'IA devrait être déployée au service de l'être humain et pour renforcer ses capacités; [...] elle devrait être conçue de manière éthique, non discriminatoire, équitable, transparente et vérifiable; et [...] les incidences de l'IA pour l'être humain et la société devraient être suivies et évaluées à chaque étape des chaînes de valeur» (UNESCO, 2019b, p. 16). Ce rapport fait également état de préoccupations relatives à l'inclusion des personnes ayant des troubles d'apprentissage ou vivant en situation de handicap ainsi que des personnes qui étudient dans une autre langue que leur langue maternelle. Il souligne enfin que l'écart entre les genres dans la maîtrise des compétences liées à l'intelligence artificielle risque d'aggraver les inégalités.

En septembre 2019, le Cégep de Sainte-Foy (Québec) accueillait la première cohorte du programme Spécialisation technique en intelligence artificielle, qui mène à une attestation d'études collégiales (AEC) et qu'il offre en exclusivité dans l'Est de la province. Cette cohorte ne comptait que des hommes.

D'un cadre à l'autre, même si l'ordre et le regroupement des concepts clés sont différents, les valeurs et les principes se rejoignent et priorisent le bien commun, la transparence et le respect de la diversité des personnes. La discussion sur ces questions devrait être inclusive pour représenter la diversité des points de vue. **Bref, les systèmes d'IA ne devraient pas demeurer une boîte noire pour la population.**

2.2 Un marché du travail transformé

L'intelligence artificielle pourrait assumer certaines opérations fastidieuses et permettre aux travailleuses et aux travailleurs de se consacrer à des tâches plus stimulantes. « En effet l'automatisation des tâches et des métiers peut constituer une chance historique de désautomatisation du travail humain : elle permet de développer des capacités proprement humaines (créativité, dextérité manuelle, pensée abstraite, résolution de problèmes) » (Villani, 2018).

Le défi pour la société est alors de ne pas laisser tomber les personnes qui risquent de perdre leur emploi sans avoir les compétences exigées pour les postes qui seront créés. « Une spécialisation toujours croissante des machines conduit à une automatisation des tâches normalement accomplies par les humains, et donc à une refonte du marché du travail. Pratiquement aucun type d'emploi ne sera à l'abri d'une automatisation plus ou moins grande au cours des prochaines années. » (MEES, 2018, p. 1.)

« De récentes études sur la question ont conclu que, outre les emplois qui risquent de disparaître [14 %] à cause de l'automatisation, environ 34 % des emplois actuels seront profondément modifiés, car de nombreuses tâches actuellement réalisées par des [personnes] pourraient être automatisées. Ces emplois s'orienteront dès lors vers des tâches non routinières et plus spécialisées, obligeant les [personnes] à améliorer leurs compétences pour éviter de perdre leur emploi et être capables d'effectuer les tâches plus exigeantes. La transformation numérique entraînera également l'apparition de nouveaux types d'emplois et de nouvelles formes de travail qui nécessiteront vraisemblablement des compétences d'un niveau plus élevé. Il semble donc peu probable que les [personnes qui travaillent dans] des secteurs en déclin ou [...] qui seront licenciées trouvent dans ces nouveaux créneaux une solution de repli. » (OCDE, 2019, p. 21.)

Bien que certaines professions libérales puissent être radicalement transformées (Parnas, 2017), les conséquences de cette mutation du marché du travail risquent d'être particulièrement défavorables aux personnes les moins scolarisées. Dans un contexte où l'apprentissage tout au long de la vie devient la norme, elles auraient moins tendance que les autres à profiter des possibilités offertes en matière de perfectionnement et de formation continue (CSE, 2013).

Toutefois, les Québécoises et les Québécois ne paraissent pas particulièrement inquiets : « La majorité d'entre eux (61 %) semblent d'ailleurs vouloir faire partie de la solution puisqu'ils se disent prêts à suivre une formation pour s'adapter à ces bouleversements technologiques. Les hommes (67 %) y sont davantage en faveur que les femmes (54 %) ainsi que les moins de 54 ans. Plus le niveau de scolarité augmente, plus les Québécois se disent prêts à suivre une telle formation (il s'agit par exemple de 68 % des Québécois avec un diplôme universitaire de 1^{er} cycle et de 71 % avec un diplôme universitaire de 2^e ou 3^e cycle) » (De Marcellis-Warin et Peignier, 2018, p. 43).

Les curriculums et les programmes de formation doivent suivre ce mouvement de transformation du marché du travail et permettre de développer les nouvelles compétences relatives à l'intelligence artificielle. Ce faisant, ils ne doivent pas perdre de vue l'importance de la lecture, du calcul et de l'écriture, et il leur faut tenir compte de l'interdépendance des disciplines, y compris les compétences développées en sciences humaines (UNESCO, 2019b). Le développement des nouvelles compétences relatives à la compréhension de l'intelligence artificielle ferait donc partie intégrante d'une responsabilité nouvelle qui transcende les disciplines : **éduquer au numérique**.

Ainsi, restreindre l'utilisation de l'IA ne résoudra pas les problèmes de comportement qui découlent de la culture et de la société. Surtout, ce n'est pas de cette façon que l'on outillera les personnes pour qu'elles en fassent un usage positif (lucide) et qu'elles se protègent des éventuels usages malveillants (World Economic Forum, 2019). Par exemple, les données massives peuvent devenir des outils de surveillance de masse comme le **Système de crédit social**, développé en Chine (Wikipédia, 2020g).

Il y a également lieu d'exploiter le potentiel de l'intelligence artificielle pour développer des parcours d'apprentissage flexibles qui soient adaptés aux possibilités et aux objectifs de chaque personne, sans oublier les travailleuses et travailleurs plus âgés (UNESCO, 2019b).



3 Possibilités et défis pour l'éducation

« Nos programmes scolaires et nos systèmes éducatifs n'ont à l'heure actuelle pas pris conscience de l'intensité du choc que les progrès de l'intelligence artificielle s'apprêtent à porter à nos façons de vivre, de travailler, de consommer, de vivre ensemble, d'interroger nos normes juridiques et [...] de bousculer nos normes éthiques. » (Taddei, 2018, p.46.)

Les dispositifs d'intelligence artificielle peuvent effectuer, plus rapidement que l'humain, certaines opérations répétitives et prévisibles. En éducation, cela signifie, par exemple, moins d'énergie consacrée aux tâches administratives et cléricales, et davantage de temps pour la relation avec l'autre et la pédagogie, ce qui pourrait même rendre la profession plus attrayante (MEES, 2018).

Les témoignages entendus dans le cadre des travaux du Conseil montrent toutefois que certains enseignants et enseignantes craignent pour la pérennité de leur emploi. Les qualités humaines propres à la profession, telles que le jugement critique, l'empathie, la bienveillance et la flexibilité cognitive, restent difficiles à reproduire, si bien que l'enseignement ferait partie des cinq emplois les moins menacés de disparition en raison de l'automatisation. Par contre, il paraît certain que l'IA entraînera des changements

« L'apprentissage adaptatif est [...] une technique éducative qui fait appel à l'IA pour organiser l'apprentissage, en fonction des compétences ou des besoins individuels de chaque apprenant. [...] Le concept est simple : les parcours d'apprentissage évoluent constamment, selon les réponses fournies par les apprenants, selon leurs besoins, leurs caractéristiques, etc. » (Karsenti, 2018, p. 115.)

profonds dans la façon d'exercer cette profession. Le personnel enseignant sera de plus en plus appelé à jouer un rôle de conseiller, de guide et d'accompagnateur. Il disposera d'outils pour ajuster ses stratégies selon les problèmes relevés, de manière à offrir un enseignement plus personnalisé (Sijing et Lan, 2018).

3.1 Des exemples d'application de l'IA en éducation

L'intelligence artificielle est utilisée depuis déjà un certain temps en éducation, et ce, de plusieurs façons, dont les systèmes tutoriels dits intelligents, les systèmes d'évaluation automatique, les environnements d'apprentissage collaboratif et les jeux visant l'apprentissage. Elle peut contribuer à relever certains défis, dont celui de répondre adéquatement aux besoins diversifiés des personnes (UNESCO, 2019a).

Les systèmes tutoriels intelligents se caractérisent par la connaissance du contenu éducatif, de l'élève ou encore de l'étudiante ou de l'étudiant (de son profil) ainsi que la connaissance des procédés d'apprentissage et de la méthodologie. Ils font des suggestions lorsque les personnes doutent ou sont bloquées pendant la résolution d'un problème. Ils les guident dans leurs apprentissages. Par exemple, les personnes en situation de handicap pourraient vivre une meilleure expérience d'apprentissage grâce à ces systèmes.

Par des tests corrigés automatiquement, les systèmes d'évaluation automatique ciblent les forces et les faiblesses des personnes dans leurs activités d'apprentissage. Ils fournissent des informations utiles sur les compétences et aptitudes qu'elles ont développées.

De leur côté, les environnements d'apprentissage collaboratif sont destinés à faciliter le processus en fournissant à la fois le contexte et les outils permettant d'interagir et de travailler de manière collaborative. Dans les systèmes intelligents, la collaboration a lieu généralement à l'aide d'agents logiciels responsables de la médiation et du soutien aux interactions des étudiantes et des étudiants pour l'atteinte des objectifs proposés (Sanchez et Lama, 2008).

L'apprentissage par le jeu permet, quant à lui, de réaliser des activités qu'il serait impossible d'effectuer avec les ressources traditionnelles en raison du budget alloué, du temps et des infrastructures disponibles ainsi que de la sécurité (Sanchez et Lama, 2008).

On parle également de plus en plus d'**apprentissage adaptatif** (Wikipédia, 2020b) **intelligent** (de systèmes capables de s'adapter en temps réel aux capacités, au niveau et aux besoins de la personne en formation) (Meilleur, 2018). Par exemple, des didacticiels intelligents s'ajustent au rythme d'apprentissage de l'élève. Des systèmes tutoriels intelligents (**STI**) (TÉLUQ, 2020) imitent le comportement d'un équivalent humain, et ce, dans plusieurs domaines ou disciplines (par exemple, **TELEOS**² en médecine). Le défi est de former le personnel enseignant à l'utilisation de ces systèmes en complément de son propre enseignement. Cela exige de revoir la formule des cours, d'améliorer le matériel didactique et d'enrichir le design pédagogique. C'est l'occasion d'avoir une discussion collective sur la matière à couvrir et les compétences à développer, et d'offrir aux élèves et à la population étudiante un suivi et un soutien personnalisés.

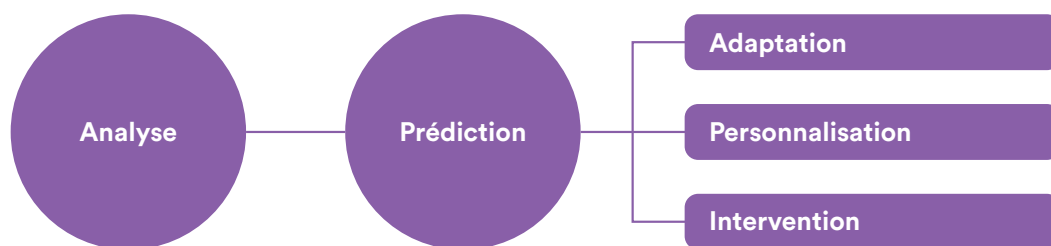
À partir de données sur l'apprentissage (résultats que le personnel enseignant consigne dans un portail ou traces que l'apprenante ou l'apprenant y laisse), l'analyse de l'apprentissage (**learning analytics**) permet de suivre les parcours des personnes en formation ou des élèves pour une rétroaction

2 Technology Enhanced Learning Environment for Orthopaedic Surgery.

« Les applications de l'intelligence artificielle les plus discutées en éducation aujourd'hui sont celles qui touchent à l'analyse de l'apprentissage. Elles pourraient permettre de mieux comprendre comment les apprenants apprennent et donner ainsi la possibilité de personnaliser l'enseignement. Ces recherches pourraient également aider les enseignants à améliorer leur cours et les [établissements] à améliorer leurs plans d'aide à la réussite. » (Blanc, 2017, p. 40.)

métacognitive personnalisée, intelligente et efficace. Différentes plateformes peuvent en effet faciliter la rétroaction ou accumuler des informations qui permettent de réajuster le contenu ou la formule d'un cours. **L'École branchée** en propose plusieurs exemples (Miller, 2019).

Autrement dit, **les données sur l'apprentissage permettent un suivi personnalisé, qui consiste à repérer les difficultés d'une personne afin d'y réagir en temps réel** (UNESCO, 2019a). Par ailleurs, en alertant le personnel enseignant quand certains élèves manifestent une perte d'intérêt, les tuteurs intelligents peuvent conduire à l'amélioration de la pédagogie. Certains outils peuvent contribuer à prévenir le décrochage et jouer aussi un rôle de soutien dans l'orientation scolaire et professionnelle. En outre, l'IA favorise la différenciation pédagogique; elle permet de jumeler les personnes les plus susceptibles de s'entraider et de s'assurer que leurs échanges demeurent pédagogiquement pertinents (Van Ranst, 2019).



Source : traduit et adapté de **Vitrine technologie éducation (VTE)**.

De plus, l'analyse de l'apprentissage pourrait transformer les modes d'évaluation fondés essentiellement sur les examens, puisqu'elle permet de suivre l'apprentissage – de constater ce qui est appris et ce qu'il reste à maîtriser –, et ce, de façon continue (Cox et Laferrière, 2019 ; Karsenti, 2018 ; Miller, 2019).

Les exemples sont de plus en plus nombreux

La Vitrine technologie éducation (VTE) propose des **exemples** concrets d'application de l'IA en éducation (Sedaminou Muratet, 2019), fondés sur l'apprentissage adaptatif. **Duolingo**, le **coach Bescherelle** et les **livres intelligents** sont des outils pour l'apprentissage des langues. Ces applications fonctionnent généralement à partir des données personnalisées qu'elles accumulent sur les utilisatrices et utilisateurs. Un dossier de **L'École branchée** (juin 2019) est consacré aux questions de l'IA en éducation.

Thierry Karsenti de l'Université de Montréal et le créateur de **Classcraft** se sont associés pour découvrir et établir les meilleures pratiques pour une **utilisation responsable de l'IA en éducation** (équité, vie privée et possibilités de personnaliser l'expérience d'apprentissage). Utilisé dans 165 pays, Classcraft mise sur la culture motivationnelle du jeu (renforcement) pour rendre les élèves

plus enclins à apprendre, le tout sans nécessairement passer par l'utilisation des écrans. Une telle plateforme permet d'observer et d'encourager le développement de compétences relationnelles comme la collaboration. Elle garde des traces de l'activité des élèves (des données) qui pourraient être mises au service de décisions pédagogiques.

Par ailleurs, le projet de recherche-action **ÉCRAN** (Évaluation Collaborative Réussie des Apprentissages par le Numérique), dirigé par **Thérèse Laferrière**, porte sur les plateformes qui peuvent enregistrer des traces du raisonnement des élèves. L'un des objectifs est de proposer des outils conformes aux valeurs de justice sociale, d'égalité et d'équité qui pourraient être utilisés pour les épreuves officielles du futur.

Il existe donc actuellement de nombreuses applications qui pourraient permettre d'améliorer l'apprentissage. Les principaux défis consistent à trouver ces applications et à en évaluer la pertinence pédagogique, à revoir le design des cours et des activités en conséquence, à repenser l'évaluation des apprentissages et à élaborer des scénarios pédagogiques appropriés. C'est l'occasion de rendre les personnes plus actives dans leurs apprentissages. C'est aussi l'occasion de les former à la compréhension de l'intelligence artificielle et du monde dans lequel nous vivons.

Si l'intelligence artificielle propose des outils pour améliorer l'apprentissage, il n'en reste pas moins qu'il s'agit surtout d'une **technologie qui a des répercussions sur notre vie quotidienne et à l'égard de laquelle nous devons demeurer critiques.**

3.2 Des compétences à développer

De façon générale, comment éduquer les personnes pour qu'elles exercent un regard sur les données qu'elles génèrent, qu'elles développent leur capacité d'agir afin d'éviter de n'être que le **produit** (Chemla, 2016) et qu'elles puissent retirer un bénéfice de l'IA tout en se protégeant?

Une avenue possible est de miser sur une formation individuelle tout au long de la vie pour que de plus en plus de personnes maîtrisent des compétences poussées en littératie et en numératie (MEES, 2018).

«Il est attendu de l'intelligence artificielle, comme il en est pour les TIC en général, qu'elle augmentera la nécessité de développer de nouvelles compétences, particulièrement dans trois domaines :

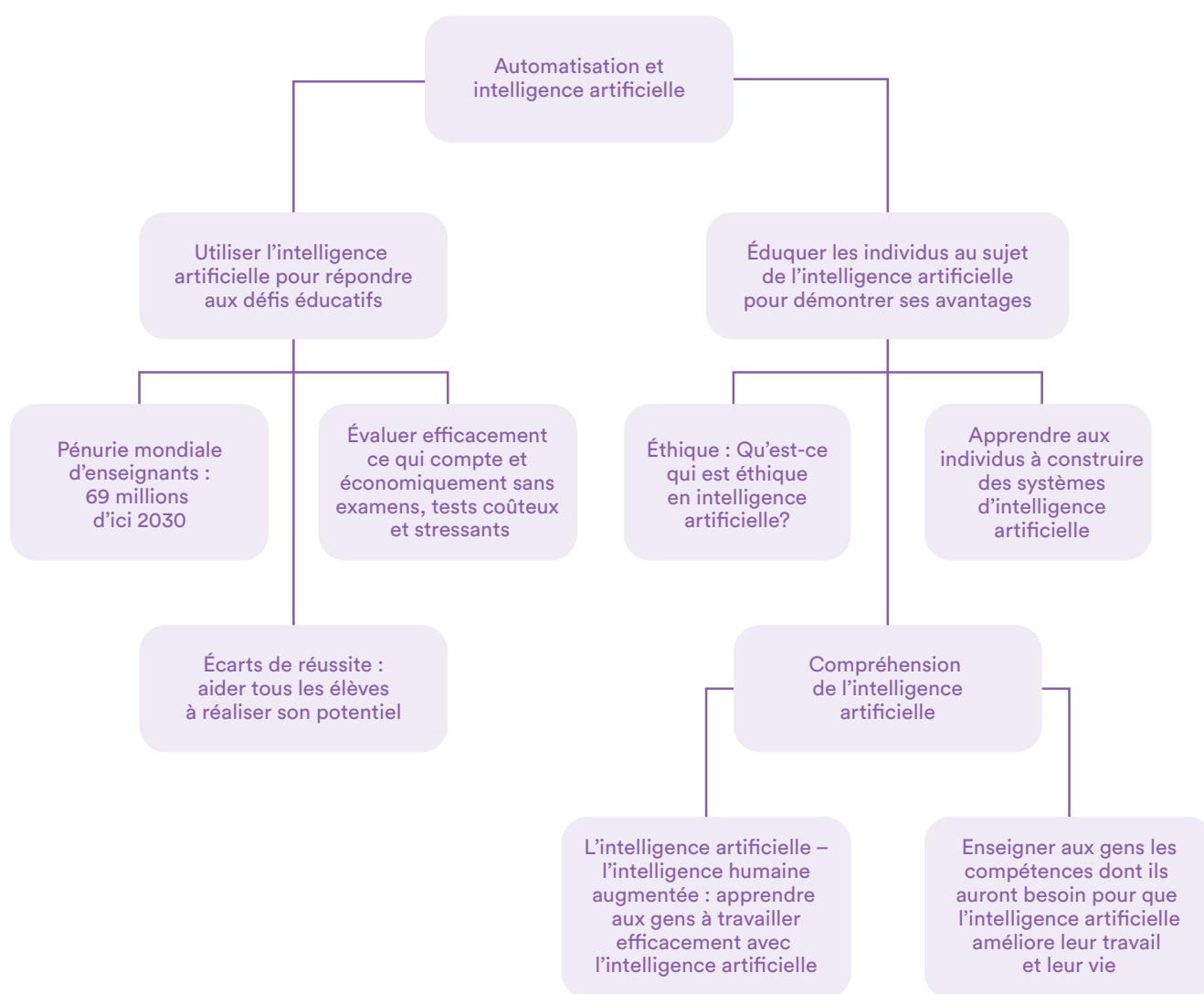
- Des compétences spécialisées à la programmation et au développement de l'IA;
- Des compétences générales permettant de tirer profit de l'IA;

Un slogan anonyme circule sur Internet à propos des réseaux sociaux : « Si c'est gratuit, c'est que vous êtes le produit. » Cela signifie que « votre utilisation du service n'est pas sans contrepartie : vous acceptez l'utilisation de vos données personnelles, [...] vous acceptez d'être pistés, tracés, traqués pour que le client final (généralement une régie publicitaire) sache tout de vous pour mieux vous cibler » (Chemla, 2016).

- Des compétences complémentaires permettant la pensée critique, la créativité, l'innovation et l'entrepreneuriat ainsi que le développement de compétences dites humaines comme l'empathie (*soft skills*). » (OCDE, cité dans MEES, 2018, p. 8.)

Il est intéressant de souligner que l'on parle de plus en plus dans les écrits de *power skills* (Ibrahim, 2017) ou de *durables skills* (Fisher, 2019) pour désigner les compétences complémentaires en question, développées via les sciences humaines et les arts.

Comme l'illustre l'arborescence suivante, l'utilisation de l'intelligence artificielle pour **répondre à des défis éducatifs** se trouve au même niveau que **l'éducation des individus** au sujet de l'intelligence artificielle (qui inclut la question de l'éthique). Les deux aspects sont donc aussi importants l'un que l'autre : **il faut éduquer à l'IA tout autant qu'avec l'IA**.



Source : Luckin, cité dans MEES, 2018, p. 7.

3.3 Des enjeux qui concernent l'éducation

« Les programmes prédictifs sont seulement aussi bons que les données sur lesquelles ils sont formés, et ces données ont un historique complexe. » (Dyens, 2018.)

Développée et utilisée par des humains susceptibles de prendre de mauvaises décisions, l'intelligence artificielle risque de provoquer des problèmes que Sijing et Lan (2018) regroupent selon trois possibilités : la conception des algorithmes, des données incomplètes ou des intrants inexacts. Si le potentiel de l'intelligence artificielle en éducation est prometteur, une utilisation mal avisée pourrait avoir des conséquences sur le parcours des personnes. Des dérives sont donc à prévenir.

3.3.1 Enjeux liés aux algorithmes

Il existe des problèmes si complexes que la recherche d'une solution exacte et optimale à l'aide d'algorithmes de complexité factorielle ou exponentielle est impensable. « Pour ces problèmes difficiles, puisqu'il est impossible d'obtenir une solution exacte en temps raisonnable, on va donc souvent accepter d'utiliser des algorithmes [dont les algorithmes **heuristiques**] qui produiront des solutions "pas trop mauvaises", donc pas nécessairement optimales, mais qui pourront toutefois le faire en temps raisonnable. » (Chauve, 2004, p. 1.) Cette situation suscite des inquiétudes quant à la fiabilité des solutions proposées par des machines qui pourraient paraître plus intelligentes qu'elles ne le sont : « Verifiable algorithms are preferable to heuristics. Devices that use heuristics to create the illusion of intelligence present a risk we should not accept³ » (Parnas, 2017, p. 5.) Un humain doit donc ultimement exercer un regard sur les décisions prises par la machine, en particulier lorsque ces décisions risquent d'avoir des conséquences sur le parcours de la personne, par exemple lorsqu'il s'agit d'orientation scolaire ou professionnelle.

« Our interviewees assumed they were constantly interacting with AI. Many expressed they couldn't imagine an AI-free life, as technology seems so pervasive. Despite this, they reported feeling deeply uninformed about how and when they were using AI.⁴ » (Omnia AI, 2019, p. 10.)

3.3.2 Enjeux liés aux données massives

« Le *big data* est en quelque sorte un écosystème numérique qui permet de recueillir, de transférer, d'archiver et de manipuler des données à profusion. Le lien avec l'intelligence artificielle est important. Les écosystèmes qui recueillent un grand nombre de données permettent aux systèmes qui ont recours à l'IA de les exploiter. »

- 3 « Les algorithmes vérifiables sont préférables aux algorithmes heuristiques. Les appareils qui utilisent l'heuristique pour créer l'illusion de l'intelligence présentent un risque que nous ne devrions pas accepter » (notre traduction).
- 4 « Les personnes que nous avons interviewées présumaient qu'elles étaient constamment en interaction avec l'IA. Plusieurs d'entre elles ont exprimé ne pouvoir imaginer une vie sans IA tant la technologie semble répandue. Malgré tout, elles rapportent se sentir profondément mal informées sur comment et quand elles utilisent l'IA. » (notre traduction).

« Les algorithmes sont au cœur de l'intelligence artificielle. Il s'agit d'une suite d'instructions visant à définir le comportement d'un système [...] pour permettre d'obtenir un résultat à partir de données fournies en entrée. » (Karsenti, 2018, p. 114.)

(Karsenti, 2018, p. 113.) En éducation comme dans tous les domaines, les personnes doivent être informées sur la façon dont leurs données seront gérées et avoir un droit de refus. Le personnel qui les utilise doit être formé à la protection des données et à la compréhension des algorithmes que ces données alimenteront. Ainsi, on ne peut protéger l'identité de l'élève si les traces de ses apprentissages sont destinées à lui fournir une aide personnalisée. Dans ce contexte, comment éviter qu'il soit stigmatisé? Qui est en mesure de donner un consentement éclairé? Combien de temps ces traces seront-elles gardées? Qui possède les droits de conservation?

L'utilisation des données personnelles comporte

des enjeux qui dépassent la confidentialité et l'intrusion dans l'intimité. Le profilage et le catalogage des personnes peuvent conduire à une surdétermination des profils d'apprentissage et à une uniformisation des parcours. Enfin, l'utilisation des données personnelles entraîne des risques de biais ou de renforcement des discriminations et peut conduire à l'accroissement des inégalités – dont l'accès à l'éducation – et à la concentration du pouvoir.

« Le développement et l'utilisation de l'IA dans l'éducation ne doivent pas aggraver la fracture numérique, ni être entachés de préjugés à l'encontre des minorités ou des groupes vulnérables. » (UNESCO, 2019b, p. 21.) Par exemple, il y a un risque que les données d'apprentissage conduisent au catalogage de certaines personnes. Comment prévenir cette dérive et y réagir, le cas échéant? Les tuteurs intelligents ne risquent-ils pas d'affecter l'autonomie (de diminuer le pouvoir d'agir) des personnes en formation? Le type de données générées dans une classe intelligente pourrait être utile, mais les caméras et autres capteurs pourraient également être utilisés à mauvais escient ou de façon erronée pour juger les émotions ou l'état d'esprit d'un élève (Hao, 2019).

En Chine, où la compétition pour l'accès aux études supérieures est particulièrement féroce, certains centres d'apprentissage privés offrant des services périscolaires ont massivement investi dans des tuteurs intelligents. Malgré une amélioration des apprentissages, certains spécialistes craignent que ces pratiques conduisent à une standardisation des apprentissages et de l'évaluation, ce qui pourrait laisser les prochaines générations démunies devant un monde en constant changement. En effet, la salle de classe du 21^e siècle devrait faire ressortir les forces et s'appuyer sur les champs d'intérêt de chaque personne – ce que l'IA facilite également – plutôt que de transmettre un ensemble de connaissances canoniques plus adaptées à l'ère industrielle, comme le font actuellement certains centres d'apprentissage (Hao, 2019). Autrement dit, mieux vaut investir dans des tuteurs intelligents qui permettent une **éducation personnalisée** et inclusive que dans un modèle qui se contente d'une **éducation adaptée** mais standardisée.

L'**Institut de gouvernance numérique** vient de déposer un **livre blanc** sur les registres distribués (mode de stockage et de sécurisation d'informations) qui touche à la multiplication des données en circulation. « Les registres distribués pourraient résoudre des problèmes de vulnérabilité, de sécurité et de confidentialité dans l'archivage des dossiers pédagogiques. Les applications basées sur les registres distribués pourraient aussi améliorer l'accréditation numérique des apprentissages personnels et scolaires. » (Institut de gouvernance numérique, 2019, p. 17.) L'un des enjeux liés à ces technologies est qu'elles sont énergivores.

Dans un contexte où l'information disponible ne cesse de croître, l'accès à cette information est notamment filtré par des algorithmes en fonction des préférences manifestées par notre comportement sur Internet. C'est la théorie des **bulles de filtres** (Wikipédia, 2020d), proposée par Eli Pariser (Leloup, 2018). Pour d'autres, ce sont plutôt nos choix personnels qui, à la base, déterminent les contenus qui nous sont proposés, y compris la publicité. Il semble que nous nous retrouvions en quelque sorte devant le paradoxe de l'œuf ou de la poule. Quoi qu'il en soit, nous devons être sensibilisés à la situation suivante : Internet nous propose des contenus qui renforcent nos croyances, nos idéologies et nos **biais cognitifs** (Wikipédia, 2020c).

Bref, chaque personne a des biais qui reposent sur des valeurs, des croyances, des champs d'intérêt, un bagage culturel, etc., et les spécialistes n'y échappent pas totalement. Dans le contexte actuel, les élèves auraient donc besoin d'être plongés dans des démarches collectives de recherche de définitions, ce qui les amènerait à réfléchir et à se faire leur propre représentation en prenant en considération plusieurs points de vue différents. Il ne s'agit donc pas de dire aux élèves quoi penser, mais de leur proposer des avenues qui leur permettent de réfléchir et de développer leur esprit critique ainsi que des outils qui peuvent les aider à évaluer la fiabilité des informations dont ils disposent. De plus, comme la cybersécurité dépend des comportements, il est nécessaire que chaque individu apprenne à protéger ses données et celles des personnes dont il a la responsabilité.

« Il est essentiel, dans un monde où les algorithmes vont prendre un nombre croissant de décisions dans nos vies, d'instaurer une régulation compréhensible, transparente et démocratiquement validée sur la propriété et l'usage de nos données personnelles. Nous devons pouvoir piloter nous-mêmes nos recherches de corrélations entre notre sommeil, notre alimentation, notre éducation, notre santé, nos déplacements, et mille autres choses encore. » (Taddei, 2018, p. 302.)

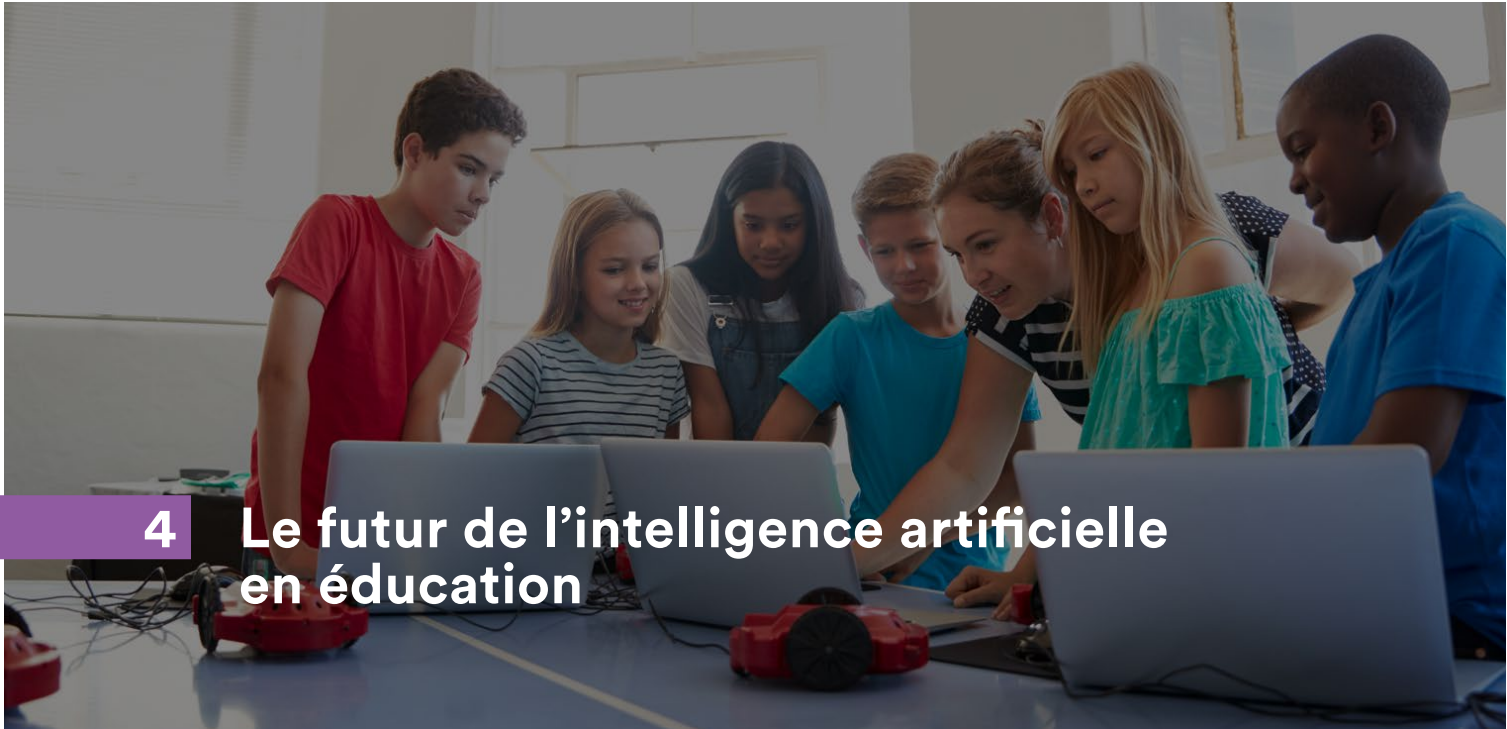
3.3.3 Vers une écologie de l'attention

La **captologie**, ou science des technologies persuasives (Pouly, 2017), repose sur des techniques de persuasion. Comme les GAFAM tirent leurs revenus de la publicité et du commerce des données, leur principale ressource est l'attention des personnes qui les utilisent. Les industries auraient à leur disposition tous les outils nécessaires pour développer des plateformes plus éthiques, c'est-à-dire plus neutres et plus respectueuses de la vie privée. Mais elles n'ont pas intérêt à le faire, du moins à court terme.

Bien entendu, il ne s'agit pas de rejeter en bloc les outils numériques et les médias sociaux ni de prétendre que l'on pourrait revenir en arrière et s'en passer. Mais « [l]es utilisateurs commencent à se rendre compte des différentes dérives des outils numériques : surveillance de leur vie privée, addictions, insatisfaction, perte de temps sur les réseaux sociaux » (Busson, 2019; Pouly, 2017). Si elle était mieux connue, la manipulation de l'attention à des fins commerciales serait-elle socialement acceptée?

La Fondation Internet nouvelle génération (**FING**) a lancé un groupe de travail sur la façon dont les plateformes, les interfaces et les applications captent l'attention des utilisatrices et des utilisateurs. Ses premières conclusions préconisent de ne pas culpabiliser ou surprotéger les personnes, mais plutôt de concevoir des outils qui leur permettent de se responsabiliser dans la gestion de leur attention (Busson, 2019). « Les espaces d'enseignement et de formation, qu'ils soient présentiels, hybrides ou à distance, constituent des terrains fertiles pour penser collectivement, et développer des capacités à résister et à développer sa lucidité. » (Busson, 2019, p. 102.)

Au cœur du Cadre de référence de la compétence numérique, la dimension « Agir en citoyen éthique à l'ère du numérique » comporte quatre éléments, dont « être conscient de l'impact de son utilisation du numérique sur son bien-être physique et psychologique » et « comprendre les enjeux liés à la marchandisation des renseignements personnels, à l'influence de la publicité numérique et à la perception de la crédibilité des sites Web » (MEES, 2019, p.10). Comment seront développés ces éléments de la compétence qui ne sont pas associés d'emblée à une discipline? Sous la responsabilité de qui? On voit donc que l'ajout au Programme de formation de l'école québécoise d'une discipline particulièrement liée à l'informatique ou à la programmation permettrait d'aborder le fonctionnement des algorithmes, mais que cela ne réglerait pas tous les aspects de cette importante dimension de la compétence numérique.



4 Le futur de l'intelligence artificielle en éducation

« Tout ce que la technologie rend possible tend à se transformer en une obligation dans nos vies, puisque ces possibles sculptent le monde selon leurs caractéristiques propres. La puissance technologique impose son rythme, sa logique et sa dynamique. » (Goulet, 2018, p. 231.)

Il y a plus de 10 ans, on prévoyait déjà que, par l'intégration d'agents pédagogiques, l'exploitation de données et l'introduction de techniques d'apprentissage automatique, l'intelligence artificielle en éducation fournirait des diagnostics cognitifs sur les apprenantes et les apprenants en vue de les situer dans leur processus d'apprentissage et de leur offrir un soutien personnalisé (Sanchez et Lama, 2008). Aujourd'hui, on s'inquiète surtout des dérives possibles et des capacités qu'il faut développer pour préserver notre pouvoir d'agir.

L'éducation prépare-t-elle les jeunes aux technologies émergentes qui les entourent? Les applications de l'IA forte sont essentiellement utilisées à des fins commerciales; elles agissent autour de nous quotidiennement, et ce, de façon exponentielle. Sommes-nous en mesure de faire des choix qui tiennent compte des effets de cette nouvelle réalité?

Les dérives anticipées ne tiennent pas tant à la technologie elle-même, mais aux créateurs de cette technologie et à l'usage, par des humains, qui en est fait (Sijing et Lan, 2018), d'où quelques recommandations à l'intention des différentes parties prenantes :

- Dans tout développement de système fondé sur l'intelligence artificielle, **les programmeuses et les programmeurs** doivent d'abord penser à la personne en s'assurant que toute décision prise par le système respectera les droits humains.
- Les **apprenantes et les apprenants** doivent avoir l'occasion de développer leur littératie numérique afin de bien saisir les divers enjeux de l'intelligence artificielle, notamment les enjeux éthiques.
- Deux responsabilités incombent au **personnel enseignant**. Il doit d'abord agir comme un guide afin que chaque situation-problème soit abordée selon des angles multiples (déontologie, utilité, valeurs) et portée par une réflexion éthique (Burton, Goldsmith, Koenig et autres, 2017). Le personnel enseignant doit également enrichir continuellement sa propre compréhension des développements éthiques concernant l'intelligence artificielle.

Pour trouver l'équilibre entre les aspects traditionnels de l'enseignement et les nouvelles possibilités offertes par l'intelligence artificielle, « il ne faut pas se limiter à la seule vision utilitaire de l'IA, mais bien cerner les transformations éducatives qu'elle pourrait alimenter. L'intelligence artificielle ce n'est ainsi pas uniquement pour participer à la réussite scolaire des apprenants, c'est aussi pour mieux tous nous comprendre et nous respecter, entre humains » (Karsenti, 2018, p. 119). Il est donc nécessaire de réunir les conditions requises pour que l'intégration de l'intelligence artificielle permette une éducation plus équitable et plus inclusive – et non l'inverse –, ce qui touche notamment les programmes de formation et les méthodes pédagogiques.

« La prise en compte des compétences transversales, l'apprentissage de la créativité, les formes nouvelles de pédagogie, tout cela manque encore souvent cruellement dans les cursus de formation. Nous sommes à l'orée d'une transformation majeure de l'enseignement et de la formation sans laquelle nous ne pourrions aborder le développement et la diffusion de l'intelligence artificielle. » (Villani, 2018, p. 106.)

Selon Pascale Blanc, coordonnatrice de la **VTE**, pour ne pas subir ce qui se développera dans l'avenir, mais modeler ce qui existera, les acteurs du milieu de l'enseignement devraient **s'entendre** sur les compétences qui doivent être enseignées par un humain, dont la collaboration, la communication et l'esprit critique. En tant que spécialistes de contenus, les enseignantes et les enseignants devraient également **collaborer** au développement de l'IA pour la transmission des connaissances et l'enseignement de certaines compétences. Il y aurait lieu de saisir l'IA comme une occasion de mettre en place une pédagogie inclusive centrée sur les personnes, de revoir le design des cours et des programmes, d'analyser et d'adapter les modes opératoires, de trouver des partenaires et de mettre en place une écologie d'apprentissage basée sur l'interopérabilité et les données ouvertes (Educause, 2020).



Conclusion

L'enseignement ne fait pas partie des professions qui risquent d'être remplacées par l'intelligence artificielle. Le rôle du personnel enseignant est néanmoins appelé à se transformer. Toutefois, les usages réels en classe sont encore très éloignés des possibilités.

Les systèmes d'intelligence artificielle adaptatifs et évolutifs, au service de l'humain, permettent une **intelligence augmentée** (Datafranca, 2020b), et ce, notamment parce que l'on gagne en temps et en précision dans la collecte et le traitement, par la technologie, d'informations qui fondent la prise de décisions par l'humain. Autrement dit, en s'appuyant sur le potentiel de traitement et d'analyse décuplé que permet l'IA, l'humain peut prendre plus rapidement de meilleures décisions.

Enseigner avec l'intelligence artificielle suppose d'abord de réfléchir aux objectifs pédagogiques, de se demander quels sont les problèmes à résoudre et de déterminer ensuite si l'IA peut y contribuer et comment elle peut le faire. En effet, l'IA est insurpassable pour certaines opérations (traiter rapidement une quantité énorme de données). En revanche, elle est limitée pour certaines tâches. Par exemple, l'IA ne peut interpréter de façon juste ce qui apparaît hors contexte, résoudre des problèmes complexes ou donner en toutes circonstances la rétroaction appropriée. Ses suggestions doivent alors être validées par l'humain. **C'est la compréhension de ce que l'IA fait mieux que lui qui permet à l'humain de devenir plus efficace avec elle.**

Éduquer à l'intelligence artificielle permettrait que nous soyons collectivement plus aptes à nous protéger des dérives possibles. Pour éviter l'enfermement dans les bulles de filtres, la population doit comprendre le fonctionnement des algorithmes. Elle doit également être en mesure d'exercer une certaine vigilance pour que le développement de l'IA se fasse dans le respect de la diversité des personnes. **C'est la compréhension de l'IA qui permet qu'elle ne demeure pas une boîte noire pour la population.**

Bibliographie

Bengio, Yoshua (2019). « Intelligence artificielle, apprentissage profond, logiciel libre et bien commun » dans *Actes du 6^e Colloque libre de l'ADTE* (4 juin 2019, Université Laval, Québec), Montréal, ADTE, réf. de juillet 2020, <https://adte.ca/actes-du-6e-colloque-libre-de-ladte-2019/>.

Blanc, Pascale (2017). *Les environnements numériques d'apprentissage (ENA) : état des lieux et prospective : rapport d'analyse et de synthèse*, Montréal, Vitrine technologie éducation, réf. de septembre 2020, https://www.vteducation.org/sites/default/files/file_attach/Pascale%20Blanc/2017/12/les_environnements_numeriques_dapprentissage_ena_etat_des_lieux_et_prospective.pdf.

Brundage, Miles, Shahar Avin, Jack Clark, Helen Toner, Peter Eckersley, Ben Garfinkel, Allan Dafoe, Paul Scharre, Thomas Zeitzoff, Bobby Filar, Hyrum Anderson, Heather Roff, Gregory C. Allen, Jacob Steinhardt, Carrick Flynn, Sean O. hÉigeartaigh, Simon Beard, Haydn Belfield, Sebastian Farquhar, Clare Lyle, Rebecca Crootof, Owain Evans, Michael Page, Joanna Bryson, Roman Yampolskiy et Dario Amodèi (2018). *The Malicious Use of Artificial Intelligence: Forecasting, Prevention, and Mitigation*, 99 p., réf. de septembre 2020, https://img1.wsimg.com/blobby/go/3d82daa4-97fe-4096-9c6b-376b92c619de/downloads/1c6q2kc4v_50335.pdf.

Burton, Emanuelle, Judy Goldsmith, Sven Koenig, Benjamin Kuipers, Nicholas Mattei et Toby Walsh (2017). « Ethical Considerations in Artificial Intelligence Courses », *AI Magazine*, vol. 38, n° 2, Summer, p. 22-34, réf. de septembre 2019, <https://aaai.org/ojs/index.php/aimagazine/article/view/2731>.

Busson, Hélène (2019). « Attention et discernement pour penser le rapport au numérique », *Éducation permanente*, n° 219, p. 94-103.

Caneva, Christiane (2018). « L'intelligence artificielle au service des apprenants : trois avenues en progression », *École branchée*, vol. 21, n° 1.

Chauve, Cédric (2004). *Résolution de problèmes difficiles : algorithmes d'approximation, algorithmes probabilistes, heuristiques et métaheuristiques*, réf. de septembre 2020, <http://www.lacim.uqam.ca/~chauve/Enseignement/INF7440/H05/HEURISTIQUES-PROBA/GUY-ap-proximations-heuristiques.pdf>.

Chemla, Laurent (2016). « Si vous êtes le produit, ce n'est pas gratuit », *La Quadrature du Net*, 17 août 2016, réf. de septembre 2020, <https://www.laquadrature.net/2016/08/17/si-vous-etes-le-produit/>.

Commission nationale de l'informatique et des libertés de France (2019). *Jouets connectés : quels conseils pour les sécuriser?*, réf. de septembre 2020, <https://www.cnil.fr/fr/jouets-connectes-quels-conseils-pour-les-securiser>.

Commission nationale de l'informatique et des libertés de France (2019). « Jouets connectés : quels conseils pour les sécuriser? », *Lettre d'information*, 16 décembre, réf. de septembre 2020, <https://www.cnil.fr/fr/jouets-connectes-quels-conseils-pour-les-securiser>.

Conseil supérieur de l'éducation (2013). *Un engagement collectif pour maintenir et rehausser les compétences en littératie des adultes*, Québec, Le Conseil, 188 p., réf. de septembre 2020, <https://www.cse.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/2013/09/50-0482-AV-litteratie-adultes.pdf>.

Cox, Margaret et Thérèse Laferrière (2019). «The Action Agendas of EDUsummit2019» dans *Learners and Learning Contexts: New Alignments for the Digital Age*, EDUsummit2019 (29 septembre au 2 octobre 2019, Université Laval), Ottawa, Commission canadienne pour l'UNESCO, réf. de septembre 2020, https://edusummit2019.fse.ulaval.ca/sites/iscar17.ulaval.ca/files/edusummit2019_actionagendas.pdf.

Datafranca (2020a). *Apprentissage profond*, réf. d'août 2020, https://datafranca.org/wiki/Apprentissage_profond.

Datafranca (2020b). *Intelligence augmentée*, réf. de septembre 2020, https://datafranca.org/wiki/Intelligence_augment%C3%A9e.

De Marcellis-Warin, Nathalie et Ingrid Peignier (2018). *Perception des risques au Québec: baromètre CIRANO 2018*, Montréal, CIRANO, 46 p., réf. de septembre 2020, <https://cirano.qc.ca/files/publications/2018MO-02.pdf>.

Déclaration de Montréal IA responsable (2018). *La déclaration de Montréal pour le développement responsable de l'intelligence artificielle*, réf. de septembre 2020, <https://www.declarationmontreal-iaresponsable.com/la-declaration>.

Dyens, Ollivier (2019). *La terreur et le sublime: humaniser l'intelligence artificielle pour construire un nouveau monde*, Montréal, Éditions XYZ, 237 p.

Dyens, Ollivier (2018). *Le monde humain / machine: citations*, PowerPoint.

Educause (2020). *Next Generation Digital Learning Environment (NGDLE)*, réf. de septembre 2020, [https://library.educause.edu/topics/teaching-and-learning/next-generation-digital-learning-environment-ngdle#?page=1&sortBy=relevance&sortOrder=asc&topic_search=Collaborative%20Learning%7CNext%20Generation%20Digital%20Learning%20Environment%20\(NGDLE\)](https://library.educause.edu/topics/teaching-and-learning/next-generation-digital-learning-environment-ngdle#?page=1&sortBy=relevance&sortOrder=asc&topic_search=Collaborative%20Learning%7CNext%20Generation%20Digital%20Learning%20Environment%20(NGDLE)).

Eubanks, Virginia (2018). *Automating Inequality: How High-Tech Tools Profile, Police, and Punish the Poor*, New York (N.Y.), St. Martin's Press, 260 p.

Fisher, Anne (2019). «“Soft” Skills are Hard to Measure and in Demand. Can they Be Taught», *Fortune*, 11 mai, réf. de septembre 2020, <https://fortune.com/2019/05/11/soft-skills-training/training/>.

Gilbert, Martin (2020). *Faire la morale aux robots: une introduction à l'éthique des algorithmes*, Montréal, Atelier 10, 95 p., réf. de septembre 2020, <https://edition.atelier10.ca/documents/faire-la-morale-aux-robots>.

Goulet, Marie-Claude (2018). «L'intelligence artificielle: entre promesses et périls», *Nouveaux cahiers du socialisme*, n°19, hiver, p.230-232, réf. de septembre 2020, <https://www.erudit.org/fr/revues/ncs/2018-n19-ncs03441/87769ac/>.

Hao, Karen (2019). «China Has Started a Grand Experiment in AI Education : it Could Reshape How the World Learns.», *MIT Technology Review*, 2 août, réf. de septembre 2020, <https://www.technologyreview.com/2019/08/02/131198/china-squirrel-has-started-a-grand-experiment-in-ai-education-it-could-reshape-how-the/>.

High-Level Expert Group on Artificial Intelligence (2019). *Ethics Guidelines for Trustworthy AI*, Brussels, European Commission, 39 p.

Ibrahim, Lila (2017). «Let's Call "Soft" Skills What They Really Are: Power Skills», *Coursera Blog*, 19 septembre, réf. de novembre 2020, <https://blog.coursera.org/lets-call-soft-skills-really-power-skills/>.

Institut de gouvernance numérique (2019). *Registres distribués, l'évolution de la chaîne de blocs : impacts, enjeux et potentiels pour le Québec*, Québec, L'Institut, 54 p., https://c8562707-2fc0-4a72-a323-4d6a524fb487.filesusr.com/ugd/99a88d_f01e508335dd473ba3e8ca5dffd5cd8f.pdf

Karsenti, Thierry (2018). «Intelligence artificielle en éducation : l'urgence de préparer les futurs enseignants d'aujourd'hui pour l'école de demain?», *Formation et profession*, vol. 26, n° 3, p. 112-119, réf. de septembre 2020, <http://formationprofession.org/pages/article/26/21/a159>.

L., Bastien (2017). «Test de Turing : un test pour mesurer l'intelligence artificielle», *Artificiel.net*, 24 mars, réf. de septembre 2020, <https://www.artificiel.net/test-de-turing>.

Leloup, Damien (2018). «Eli Pariser : "Il est vital de résoudre les problèmes de l'information en ligne"», *Le Monde*, 12 septembre, réf. de septembre 2020, https://www.lemonde.fr/pixels/article/2018/09/12/eli-pariser-il-est-vital-de-resoudre-les-problemes-de-l-information-en-ligne_5353852_4408996.html#html.

Meilleur, Catherine (2018). «Apprentissage adaptatif intelligent : à chacun sa formation!», *KnowledgeOne*, 14 août, réf. de septembre 2020, <https://knowledgeone.ca/intelligent-adaptive-learning/?lang=fr>.

Miller, Audrey (2019). «L'«évaluation» : fini les notes, maintenant on apprend!», *École branchée*, 30 octobre, réf. de septembre 2020, <https://ecolebranchee.com/evaluation-evolution-evaluation/evaluation/>.

Ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation (2017). *Stratégie numérique du Québec*, Québec, Le Ministère.

Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (2019). *Cadre de référence de la compétence numérique*, Québec, Le Ministère, 33 p., réf. de septembre 2020, <http://www.education.gouv.qc.ca/references/tx-solrtperecherchepublicationtx-solrpublicationnouvaute/resultats-de-la-recherche/detail/article/cadre-de-reference-de-la-competence-numerique/>.

Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (2018). *L'essor de l'intelligence artificielle et ses effets en éducation*, Document inédit, Québec, Le Ministère, Direction de la veille stratégique et organisationnelle, 16 p.

Omnia AI (2019). *Canada's AI Imperative: Overcoming Risks, Building Trust*, Montréal, Deloitte, 37 p., réf. de septembre 2020, <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ca/Documents/deloitte-analytics/ca-overcoming-risks-building-trust-aoda-en.pdf?location=top>.

Organisation de coopération et de développement économiques (2019). *Stratégie 2019 de l'OCDE sur les compétences: des compétences pour construire un avenir meilleur*, Paris, OCDE, 257 p., réf. de septembre 2020, https://www.oecd-ilibrary.org/education/strategie-2019-de-l-ocde-sur-les-competences_9789264313859-fr.

Parnas, David Lorge (2017). « Inside Risks: the Real Risks of Artificial Intelligence », *Communications of the ACM*, vol. 60, n°10, réf. de septembre 2020, <http://www.csl.sri.com/users/neumann/cacm242.pdf>.

Pouly, Jean (2017). « Captologie et économie de l'attention », *The Conversation*, 15 novembre, réf. de septembre 2020, <https://theconversation.com/captologie-et-economie-de-l-attention-87140>.

Sanchez, Eduardo et Manuel Lama (2008). « Artificial Intelligence and Education », dans Juan Ramon Rabuñal Dopico, Julian Dorado et Alejandro Pazos (dir.), *Encyclopedia of Artificial Intelligence*, Hershey (Pa.), Information Science Reference, p.138-143.

Sedaminou Muratet, Florence (2019). « 8 pistes d'utilisation de l'IA à explorer », *VTÉ*, 16 octobre, réf. de septembre 2020, <https://www.vteducation.org/fr/articles/a-surveiller/8-pistes-dutilisation-de-lia-a-explorer>.

Sijing, Li et Wang Lan (2018). « Artificial Intelligence Education Ethical Problems and Solutions » dans *The 13th International Conference on Computer Science and Education* (8-11 août 2018, Colombo (Sri Lanka)).

Stiebert, Julius (2019). « Notre top 6 des meilleurs livres sur l'intelligence artificielle », *NextPit*, 20 mai, réf. de septembre 2020, <https://www.nextpit.fr/meilleurs-livres-intelligence-artificielle>.

Taddei, François (2018). *Apprendre au XXI^e siècle*, Paris, Calmann-Lévy, 394 p.

TÉLUQ (2020). *Système tutoriel intelligent*, réf. de septembre 2020, https://wiki.telug.ca/wikitedia/index.php/Syst%C3%A8me_tutoriel_intelligent.

Tual, Morgane (2016). « À peine lancée, une intelligence artificielle de Microsoft dérape sur Twitter », *Le Monde*, 24 mars, réf. de septembre 2020, https://www.lemonde.fr/pixels/article/2016/03/24/a-peine-lancee-une-intelligence-artificielle-de-microsoft-derape-sur-twitter_4889661_4408996.html-lancee-html.

UNESCO (2019a). *Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development*, Working Papers on Education Policy, Paris, UNESCO, 46 p.

UNESCO (2019b). « Consensus de Beijing sur l'intelligence artificielle et l'éducation » dans *Conférence internationale sur l'intelligence artificielle et l'éducation « Planifier l'éducation à l'ère de l'IA: un bond en avant »* (16-18 mai, Beijing (République populaire de Chine)), réf. de septembre 2020, <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303>.

UNESCO (2018). « Pour une éthique de la recherche en intelligence artificielle à l'échelle mondiale », *Le Courrier de l'UNESCO*, n° 3, p.3.

Van Ranst, Jérémy (2019). « Les enjeux éthiques de l'IA en éducation », *carrefour éducation*, 26 juin, réf. de septembre 2020, https://carrefour-education.qc.ca/dossiers/lintelligence_artificielle_en_education/les_enjeux_ethiques_de_lia_en_education.

Villani, Cédric (2018). *Donner un sens à l'intelligence artificielle : pour une stratégie nationale et européenne*, [Paris?], [s. e.], 233 p., réf. de septembre 2020, <https://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/184000159.pdf>.

Ward, Valérie (2019). « L'intelligence artificielle au cinéma : 2001 l'Odyssée de l'espace, Terminator, Matrix... », *Le MagduCiné*, 10 septembre, réf. de septembre 2020, <https://www.lemagducine.fr/cinema/dossiers/intelligence-artificielle-au-cinema-2001-lo-dyssee-de-l-espace-terminator-matrix-10017588/>.

Wikipédia (s.d.). GAFAM, réf. d'août 2020, <https://fr.wikipedia.org/wiki/GAFAMhttps://GAFAM>.

Wikipédia (2020a). *Alan Turing*, réf. d'août 2020, https://fr.wikipedia.org/wiki/Alan_Turinghttps://Turing.

Wikipédia (2020b). *Apprentissage adaptatif*, réf. d'octobre 2020, https://fr.wikipedia.org/wiki/Apprentissage_adaptatifhttps://adaptatif.

Wikipédia (2020c). *Biais cognitif*, réf. de septembre 2020, https://fr.wikipedia.org/wiki/Biais_cognitif.

Wikipédia (2020d). *Bulle de filtres*, réf. d'août 2020, https://fr.wikipedia.org/wiki/Bulle_de_filtreshttps://filtres.

Wikipédia (2020e). *Dilemme du prisonnier*, réf. d'août 2020, https://fr.wikipedia.org/wiki/Dilemme_du_prisonnierhttps://prisonnier.

Wikipédia (2020f). *Équilibre de Nash*, réf. d'août 2020, https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89quilibre_de_Nashhttps://Nash.

Wikipédia (2020g). *Système de crédit social*, réf. de septembre 2020, https://fr.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A8me_de_cr%C3%A9dit_social.

World Economic Forum (2019). *Generation AI: Establishing Global Standards for Children and AI*, Geneva (Suisse), The Forum, 17 p., réf. de septembre 2020, http://www3.weforum.org/docs/WEF_Generation_AI_%20May_2019_Workshop_Report.pdf.

Zou, James et Londa Schiebinger (2018). « Design AI so That it's Fair », *Nature*, vol. 559, n° 7714, p. 324-326, réf. de septembre 2020, <https://media.nature.com/original/magazine-assets/d41586-018-05707-8/d41586-018-05707-8.pdf>.

