



Revue de littérature :

Les technologies éducatives en milieu scolaire et universitaire

Rapport produit par l'Obvia dans le cadre du projet *Guides et ressources sur les meilleures pratiques pour les éducateurs et les développeurs de technologies éducatives* piloté par l'Association Edteq



Crédits

Ce rapport a été rédigé par **Siham Alaoui**, candidate au doctorat sur mesure en archivistique et en communication publique à l'Université Laval, sous la supervision de **Nadia Naffi**, Professeure à la Faculté des sciences de l'éducation de l'Université Laval et de **Simon Collin**, Professeure à la Faculté des sciences de l'éducation de l'UQAM.

Produit par l'Obvia - Observatoire international sur les impacts sociétaux de l'IA et du numérique - dans le cadre du projet Guides et ressources sur les meilleures pratiques pour les éducateurs et les développeurs de technologies éducatives piloté par l'Association Edteq, ce rapport a bénéficié du soutien financier de l'Obvia, des Fonds de recherche du Québec, de l'Association Edteq et du ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie via le programme NovaScience.

Rermerciements

L'équipe de recherche remercie **Julie Pigeon**, directrice générale de l'Association Edteq et **Vincent O'Donnell**, chargé de projets numériques à l'Association Edteq pour les orientations et commentaires tout au long du projet qui ont permis d'enrichir le rapport.



obvia

Pavillon Charles-De Koninck, local 2489
1030, avenue des Sciences-Humaines
Université Laval
Québec (Québec) G1V 0A6

ISBN : 978-2-925138-30-3

Dépôt légal — *Bibliothèque et Archives nationales du Québec*, 2023.

Table des matières

Introduction	4
---------------------	----------

1. Cybersécurité et protection de la vie privée : cadres légaux et réglementaires au Québec, au Canada, aux États-Unis et en France	5
--	----------

2. Les technologies éducatives : caractéristiques et dernières avancées	11
2.1. L'intelligence artificielle en éducation et en enseignement supérieur	12
2.2. La réalité augmentée et virtuelle	13
2.3. Les ressources éducatives libres	17

3. Les stratégies de gamification	20
--	-----------

4. Les modèles de conception des technologies éducatives	23
---	-----------

5. Enjeux liés à la conception des technologies éducatives	29
---	-----------

6. Recommandations pour les concepteurs des technologies éducatives	31
--	-----------

7. Les standards et les lignes directrices pour encadrer l'usage de l'IA en éducation et enseignement supérieur	33
7.1. Le standard Safer Technologies for Schools (ST4S) de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande	34
7.2. Les principes établis par Nguyen et ses collaborateurs (2023)	34
7.3. Le consensus de Beijing sur l'IA et l'éducation	36
7.4. Lignes directrices de la Commission européenne	38

Conclusion	39
-------------------	-----------

Sources citées	40
-----------------------	-----------

Introduction

Les secteurs de l'éducation et de l'enseignement supérieur sont caractérisés par l'intégration continue des technologies dans un objectif de soutenir les relations entre les enseignants et les apprenants. Plus précisément, l'usage du numérique en éducation s'inscrit dans une préoccupation d'amélioration continue des dispositifs de communication, et ce, à tant à des fins académiques qu'administratives (Altiparmak et Cebecioglu, 2022; Dolenc, Sorgo et Ploj-Virtic, 2022; Montenegro-Rueda et al., 2021; OCDE, 2022; Parida et al., 2023; UNESCO, 2021). Que ce soit dans le contexte administratif ou pédagogique, les technologies peuvent favoriser le dialogue entre les deux parties en les réunissant sur des espaces numériques communs (Aina et Ogegbo, 2021). À cela s'ajoutent les bénéfiques potentiels de l'intelligence artificielle (IA), un sujet qui a fait couler beaucoup d'encre au cours des derniers mois. L'usage des dispositifs de l'IA générative, tels que *ChatGPT*, peut soutenir l'enseignement et aider les enseignants à automatiser une partie de leurs tâches (ex. correction, conception des évaluations, évaluation des travaux des apprenants, etc.), auquel cas leur permet de se consacrer pleinement à des activités plus complexes (Cooper, 2023; Kasneci et al., 2023). Cela laisse entendre que, d'une manière générale, le numérique est susceptible d'apporter un nouveau souffle aux pratiques pédagogiques en les orientant davantage sur les apprenants et leurs besoins (Altun et al., 2021; Cooper, 2023; Munir, 2022; Rapanta et al., 2021).

Cependant, malgré leur potentiel communicationnel, l'usage de ces dispositifs n'est pas sans problème, puisque plusieurs chercheurs ont souligné les enjeux soulevés dans ce contexte, que ce soit pour les enseignants ou pour les apprenants. Le recours massif aux dispositifs numériques à des fins de formation en ligne et de travail à distance engendre une série de défis. En effet, les enseignants et les apprenants ne possèdent pas un niveau égal de compétences numériques permettant un usage approprié de ces dispositifs, chose qui induit un usage limité qui entrave la pleine mise à profit des fonctionnalités communicationnelles offertes par ces dispositifs (Ankomah, 2022; Babelyuk et al., 2022). À cela s'ajoute une série de considérations d'ordre financier ou matériel, se manifestant dans la disponibilité des équipements et infrastructures nécessaires au bon fonctionnement de ces outils chez les enseignants (Babelyuk et al., 2022; Chen, Chen et Chang, 2021). Cela reflète la nécessité d'un accompagnement des enseignants et des apprenants en matière de développement de leur littératie numérique, notamment en mettant à leur disposition des guides et des ressources favorisant une meilleure appropriation de ces dispositifs technologiques (Carjuzaa et Williams, 2021). Aussi, alors que plusieurs chercheurs soulignent l'apport de ces ressources comme dispositif de soutien aux activités (Andrews et Green, 2021; Aguilera Hermida, Avci et Poyrazli, 2021; Alves dos Reis, Simoes et Flores-Tena, 2021; Minichiello, 2022), ils posent que leur usage soulève également des enjeux éthiques, notamment en regard de la protection de la vie privée. En effet, les écoles et les universités ont d'ores et déjà exprimé leur réserve face aux enjeux de l'usage de ces ressources éducatives sur le plan éthique (Zhang et al., 2022). Il convient dès lors de faire un rappel des lois et des règlements qui régissent un usage éthique des dispositifs numériques dans ce contexte. Cela répond à un objectif de mieux guider les concepteurs de ces ressources dans la prise en considération de ces obligations pour protéger la vie privée des enseignants et des apprenants. Pour ce faire, une recherche documentaire dans des bases de données juridiques du Québec, du Canada, des États-Unis et de la France était nécessaire afin de repérer les textes de lois et les règlements qui s'appliquent dans ces contextes en vue de régir la cybersécurité et encourager un usage responsable et éthique des technologies.

1. Cybersécurité et protection de la vie privée : cadres légaux et réglementaires au Québec, au Canada, aux États-Unis et en France

L'accès à l'information et la protection des renseignements personnels font l'objet de plusieurs législations et réglementations dans des pays à travers le monde. Le Québec s'est doté de sa première loi sur l'accès à l'information et sur la protection des données personnelles en 1982. La *Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels* (R.L.R.Q., A-2.1) établit les limites de l'exercice du droit d'accès équitable aux documents administratifs publics (ex. information stratégique, financière, sur le secret de l'État, et des informations nominatives devant être supprimés du document demandé avant sa communication aux requérants) (Légis Québec, 1982). Elle liste en outre les situations où un consentement n'est pas requis pour l'échange des données personnelles entre les ministères et les organismes publics (Légis Québec, 1982). Il est à noter que cette loi a fait l'objet d'une révision en fin de l'année 2021 et est devenue la *Loi modernisant des dispositions législatives en matière de protection des renseignements personnels* (L.R.Q., c-25) pour mieux correspondre aux exigences du numérique en matière de cybersécurité. Plus précisément, tel cadre légal régit l'échange sécuritaire des renseignements personnels et détermine les mécanismes de leur gouvernance (ex. utilisation d'une politique de confidentialité) en mettant l'accent sur la notion du consentement de la personne au sujet de la collecte, la gestion et l'accessibilité de ses renseignements personnels échangés (Légis Québec, 2021). En plus, cette loi souligne la nécessaire catégorisation de l'information nominative en fonction de son degré de criticité et responsabilise un officier ou une officière de gouvernance pour tenir à jour un registre des incidents de confidentialité, c'est-à-dire l'ensemble des situations où une fuite des données personnelles ou un usage illégal de ce celles-ci est constaté (Légis Québec, 2021).

Dans le secteur privé, le Québec s'est doté d'une loi encadrant la protection des données personnelles partagées par les clients dans le cadre de ses transactions avec les entreprises. La *Loi sur la protection des renseignements personnels dans le secteur privé* (R.L.R.Q., p. 39-1), entrée en vigueur en 1993, définit les modalités de la collecte des renseignements personnels auprès des clients (Légis Québec, 1993). Elle nomme en outre une personne responsable de la protection des données nominatives, de la gestion des incidents de confidentialité, de l'établissement des mesures pour la gestion du cycle de vie des renseignements personnels (Légis Québec, 1993). Elle souligne aussi l'importance de la notion du consentement avant la collecte, le traitement et l'échange des données personnelles dans le secteur privé. Il convient de noter que cette loi fait l'objet d'une révision et que sa nouvelle version entrera en vigueur en septembre 2023 (Commission d'accès à l'information, 2023a).

D'autres cadres et règlements régissant l'accès à l'information et la protection de la vie privée sont établis au Québec. Le *Règlement sur la diffusion de l'information et la protection des renseignements personnels* (R.L.R.Q., A-2.1, r.2), entré en vigueur en 2008, responsabilise les acteurs publics en regard de la protection des renseignements personnels (Légis Québec, 2008). Il définit en outre les modalités de gestion du cycle de vie des données personnelles dans des environnements numériques (ex. systèmes de prestation de services numériques, sondages de satisfaction conduits auprès des citoyens québécois) (Légis Québec, 2008).

D'autres lois encadrant l'échange de l'information en contexte numérique sont également établies à l'échelle provinciale, dont la *Loi concernant le cadre juridique des technologies de l'information* (R.L.R.Q., c-1.1), entrée en vigueur en 2001 et qui vise à protéger les renseignements personnels refermés dans des documents numériques devant être détruits (Légis Québec, 2001). À ce cadre s'ajoute la *Loi sur la gouvernance des ressources informationnelles des organismes publics et des entreprises du gouvernement* (R.L.R.Q., G- 1.03). Elle mise sur l'établissement des mesures sécuritaires non seulement pour l'échange de l'information confidentielle et des données à caractère nominatif entre les ministères et organismes publics, mais aussi pour l'authentification sur les plateformes numériques et la protection de l'identité numérique des individus (Légis Québec, 2011).

1. Cybersécurité et protection de la vie privée : cadres légaux et réglementaires au Québec, au Canada, aux États-Unis et en France

Par ailleurs, la Commission d'accès à l'information (CAI) du Québec a déposé, le 7 juin dernier, un mémoire sur le projet de la loi 23, soit la *Loi modifiant la Loi sur l'instruction publique* (Commission d'accès à l'information, s.d.). Cette modification s'inscrit dans un souci de moderniser ce cadre légal pour assurer une meilleure protection des renseignements personnels des élèves et de leurs parents (Commission d'accès à l'information, 2023b). La Commission d'accès à l'information du Québec a mis l'accent sur le caractère dépassé de certaines mesures législatives spécifiées dans la version actuelle de la *Loi sur l'instruction publique* (R.L.R.Q., I-13.3). Elle souligne essentiellement que cette dernière gagnerait à être mise à jour pour y intégrer les dispositions de la *Loi modernisant des dispositions législatives en matière de protection des renseignements personnels*, communément appelée la Loi 25 (Commission d'accès à l'information, 2023b). Il est plus précisément question d'y intégrer des dispositions en lien avec la gouvernance des renseignements personnels, notamment en contexte numérique (Commission d'accès à l'information, 2023b). Parmi ces renseignements personnels, mentionnons les dossiers des élèves et les données reflétant leur parcours scolaire (Commission d'accès à l'information, 2023b). La Commission d'accès à l'information désire aussi aborder la notion du consentement des élèves ou de leurs parents, ainsi que les modalités de communication des données personnelles sans avoir besoin du consentement de la personne en question ou de son tuteur légal (Commission d'accès à l'information, 2023b). Somme toute, le dépôt de ce mémoire s'inscrit dans une préoccupation de définir les conditions de l'équilibre entre l'accessibilité et la confidentialité des données des élèves québécois (Commission d'accès à l'information, 2023b).

À l'échelle fédérale, le Canada s'est doté de sa propre loi sur l'accès à l'information et d'une autre sur la protection des renseignements personnels en 1985. La *Loi sur l'accès à l'information* (L.R.C., ch- A-1) définit les modalités d'exercice de l'accès à l'information et ses limites. Elle identifie les personnes responsables de l'application des dispositions législatives établies à cet effet, soit les officiers qui détiennent la plus haute autorité dans un organisme public (Gouvernement du Canada, 1985). Elle souligne aussi l'importance de la notion de consentement de l'individu pour la communication de ses renseignements personnels à un tiers. Pour sa part, la *Loi sur la protection des renseignements personnels* (L.R.C., ch. P-1) mise sur l'encadrement de la gestion du cycle de vie des renseignements personnels détenus par les institutions fédérales sur les citoyens (Gouvernement du Canada, 1985). Elle établit en outre des mesures spécifiques pour la collecte, la gestion, la conservation et le retrait des renseignements personnels et définit les modalités de communication de ces derniers à une tierce personne (Gouvernement du Canada, 1985). Notons également l'établissement du *Règlement sur la protection des renseignements personnels*, établi en 1983 et découlant de la *Loi sur la protection des renseignements personnels* (L.R.C., ch. P-1), qui apporte des spécifications quant à la durée de conservation des données personnelles détenues sur les citoyens (2 ans) (Gouvernement du Canada, 1983).

Compte tenu des avancées technologiques actuelles et de l'engouement pour l'intelligence artificielle, le Canada a déposé, le 4 novembre 2022, un projet de loi au Tribunal des communes, pour exploiter d'une manière responsable les dispositifs d'intelligence artificielle, tout en respectant la vie privée (Gouvernement du Canada, 2022). Le projet de loi, baptisé la *Loi sur l'intelligence artificielle et des données* (L.R.C., c-27), vise à encadrer l'usage éthique des données personnelles mises à profit pour l'exploitation des procédés technologiques utilisant l'intelligence artificielle (Gouvernement du Canada, 2022). Elle expose clairement les sanctions légales dans le cas de la violation des dispositions législatives établies et nomme un commissaire à l'intelligence artificielle et aux données afin de veiller à la mise en application de la Loi (Gouvernement du Canada, 2022).

Aux États-Unis, le *Privacy Act* a été établi en 1975 définir les pratiques de gouvernance en regard de la collecte, la gestion et la diffusion des données portant sur les citoyens et qui sont détenues par les institutions fédérales américaines (Gouvernement des États-Unis, 1975). Avec les développements technologiques et l'intégration du numérique dans différentes sphères de la société, soit l'économie, l'éducation, le commerce et la culture, le Gouvernement américain s'est doté d'un règlement encadrant la vie privée des enfants et des mineurs (Gouvernement des États-Unis, 1975). Établi en 1998 et nommé *Children's online privacy protection Act*, il définit les modalités de la collecte et de l'usage des données personnelles liées à la navigation des enfants et des mineurs sur les sites web (Gouvernement des États-Unis, 1998). Ce règlement liste aussi les sanctions auxquelles les individus s'exposent dans le cas de la violation des dispositions législatives établies (Gouvernement des États-Unis, 1998).

En mars 2021, le Gouvernement américain a déposé un projet de loi pour encadrer la cybersécurité, soit le *Consolidated appropriations Act* (Gouvernement des États-Unis, 2021). Ce cadre légal vise à développer la conscience collective des instances gouvernementales quant à la protection des données personnelles et de la vie privée en contexte numérique, notamment en incitant les entités assujetties à signaler les incidents de cybersécurité à la *Cybersecurity and Infrastructure Security Agency* (CISA) (Gouvernement des États-Unis, 2021). Celle-ci fait figure d'une instance responsable de la gestion et de l'encadrement de la cybersécurité et du suivi des incidents de confidentialité et de leurs répercussions sur la vie privée des citoyens (Gouvernement des États-Unis, 2021).

Par ailleurs, différents États américains se sont dotés de leur propre législation en matière de cybersécurité. En guise d'exemple, la Californie a établi le *California Consumer Privacy Act* en 2020 en vue d'inciter les entreprises qui traitent les données personnelles de leurs consommateurs (Gouvernement de la Californie, 2020). Ce règlement oblige ces entreprises à faire preuve de transparence, et ce, en informant leurs consommateurs à propos de la manière dont les données personnelles sont collectées, traitées et gérées (Gouvernement de la Californie, 2020). Plus précisément, les entreprises concernées par ce cadre sont celles qui génèrent la moitié de leurs gains à partir de la vente des données personnelles de leurs clients (Gouvernement de la Californie, 2020). La Virginie a aussi suivi la même tradition et opté pour son propre cadre réglementaire en la matière, soit le *Virginia Consumer Data Protection Act*, établi en janvier 2023 et visant à encadrer l'exploitation des données personnelles collectées auprès des clients (Gouvernement de la Virginie, 2023). Dans la même veine, le Colorado a établi le *Colorado Privacy Act* qui entrera en vigueur le premier juillet 2023 en réponse aux mêmes préoccupations éthiques précédemment soulevées en regard de la confidentialité des données personnelles et la protection de la vie privée (Gouvernement du Colorado, 2023).

En France, la *Loi pour une république numérique*, établie en 2016, encadre la gestion et la préservation des données à caractère personnel dans des environnements numériques et identifie les personnes responsables dans la gouvernance des renseignements personnels, ainsi que leurs rôles respectifs dans la protection de la sécurité de ces traces nominatives dans les systèmes d'information (République française, 2016). À ce cadre s'ajoute la *Loi n° 2018-493 du 20 juin 2018 relative à la protection des données personnelles*, laquelle identifie les risques éthiques et légaux entourant la gestion des données personnelles et les mesures à entreprendre pour la garantie de leur confidentialité lors de leur échange entre les organismes relevant des secteurs public et privé (République française, 2018).

Par ailleurs, la Commission européenne a établi en 2018 le *Règlement général sur la protection des données* (RGPD) et auquel la République française est soumise. Ce cadre réglementaire cartographie les données à caractère personnel et définit les limites et les contextes de leur usage. Il liste aussi les modalités de la collecte, du traitement et de l'exploitation des données sensibles (Commission européenne, 2018). Il met de l'avant le droit à l'effacement, ou encore le droit à l'oubli, et son impact sur le traitement des renseignements personnels (Commission européenne, 2018). Il aborde aussi la notion du consentement personnel de l'individu avant la communication de ses renseignements à un tiers (via une politique de confidentialité) (Commission européenne, 2018). Complémentaire avec le RGPD, la *Loi informatique et libertés*, promulguée en 2021 par la Commission informatique et libertés, responsabilise les acteurs publics (dont la Commission nationale de l'informatique et des libertés) impliqués dans la gouvernance des renseignements personnels en France (Commission Informatique et libertés, 2021). Elle fournit des spécifications fonctionnelles quant à l'application des dispositions du RGPD en contexte français (Commission Informatique et libertés, 2021).

1. Cybersécurité et protection de la vie privée : cadres légaux et réglementaires au Québec, au Canada, aux États-Unis et en France

Forte d'une conscience des enjeux éthiques engendrés par l'IA, la Commission européenne a proposé son premier cadre légal, intitulé la *Loi sur l'intelligence artificielle en Europe*, pour régir l'usage des dispositifs de l'IA en 2021 (Actualité Parlement européen, 2023). Les membres du Parlement européen se sont mis d'accord, le 14 juin dernier, sur la possibilité de négociation de ce cadre. Celui-ci porte sur l'encadrement des risques éthiques et techniques engendrés par la conception et l'usage des dispositifs de l'IA par les pays européens (Actualité Parlement européen, 2023). Plus spécifiquement, il est question de classer les outils de l'IA en fonction du degré d'intensité des risques qu'ils posent pour les usagers. À chaque niveau de risque correspondra une réglementation plus spécifique. Ces niveaux de risques sont comme suit : (1) inacceptable, (2) élevé et (3) limité (Actualité Parlement européen, 2023). Le risque *inacceptable* traduit le risque selon lequel des personnes vulnérables peuvent être manipulées par l'IA, par exemple des jouets activés par la voix et qui peuvent représenter un danger pour les enfants; les systèmes de reconnaissance faciale utilisés à des fins de recueil des données biométriques, ainsi que les dispositifs qui visent à classer des personnes suivant leurs caractéristiques socioéconomiques et leurs comportements dans un but d'obtenir un score (Actualité Parlement européen, 2023). Pour les risques élevés, mentionnons les systèmes de l'IA qui ont des répercussions négatives sur la sécurité ou les droits fondamentaux, comme les systèmes qui sont exploités dans des produits de la législation de l'Union européenne sur la sécurité des produits, tels que les jouets, les avions, les voitures, les ascenseurs et les instruments médicaux (Actualité Parlement européen, 2023). À cela s'ajoutent les systèmes entrant dans l'un des huit domaines suivants : (1) l'identification biométrique et la catégorisation des individus, (2) la gestion et l'exploitation des infrastructures critiques, (3) l'éducation et la formation professionnelle, (4) l'emploi, la gestion des travailleurs et l'accès au travail indépendant, (5) l'accès et la jouissance des services privés essentiels et des services et des avantages publics, (6) les forces de l'ordre, (7) la gestion de la migration, de l'asile et du contrôle des frontières ainsi que (8) l'aide à l'interprétation juridique et à l'application des lois (Actualité Parlement européen, 2023). Pour l'IA générative telle que *ChatGPT*, son usage obéit à des impératifs de transparence, puisque l'utilisateur doit mentionner que le contenu a été généré par l'IA (Actualité Parlement européen, 2023). Il faut aussi empêcher la génération du contenu illégal et de publier des résumés des données protégées par le droit d'auteur, et ce, dans un objectif d'éviter le plagiat (Actualité Parlement européen, 2023). Enfin, s'agissant du risque *limité*, il impose des exigences de transparence qui offrent aux usagers la possibilité d'utiliser ou non les outils de l'IA, et ce, d'une manière éclairée. Les deepfakes sont quelques exemples des systèmes de l'IA qui sont concernés par ces risques limités (Actualité Parlement européen, 2023).

Toutes ces spécifications légales et réglementaires montrent à quel point les gouvernements à travers le monde sont de plus en plus conscients de l'importance de la protection de la vie privée des citoyens en contexte numérique. En faisant preuve de plus de transparence en regard des procédés par lesquels les données personnelles sont recueillies auprès des citoyens, ces derniers sont plus aptes à apprendre davantage comment leurs données sont traitées et à quelles fins. La notion du consentement occupe une place importante dans la législation et la réglementation précédemment évoquée, ce qui laisse entendre que le citoyen est de plus en plus en contrôle de ses renseignements personnels.

Dans l'univers de l'éducation et de l'enseignement supérieur, les questions de la cybersécurité occupent une place considérable au sein des communautés des chercheurs et des praticiens. Minichiello (2022) souligne que dans un contexte postpandémique et avec le déploiement massif des technologies soutenant les activités pédagogiques, la protection des données personnelles devient de plus en plus un enjeu phare. Elle met de l'avant l'importance de se doter des dispositifs de régulation adaptés à la tradition de chaque pays, et ce, en vue d'encourager un usage responsable des données personnelles et de protéger l'identité numérique des enseignants et des apprenants (Minichiello, 2022). Dans le même ordre d'idées, le rapport récemment publié par Deloitte sur la cybersécurité dans le contexte de l'enseignement supérieur (2023) comprend un ensemble de mesures à adopter par les technopédagogues et les enseignants en vue d'intégrer une culture de cybersécurité dans leur quotidien. Plus précisément, il est question de développer des formes de dialogue continu avec les administrateurs, les enseignants et les apprenants en vue de les consulter pour cerner leurs préoccupations en regard de la sécurité et de la protection de la vie privée (Deloitte, 2023). En outre, la surveillance et l'inspection continue des actifs informationnels ainsi que l'évaluation de leur sécurité se veut une mesure à entreprendre en vue de s'assurer que les obligations légales et réglementaires en vigueur sont prises en considération (Deloitte, 2023). Autrement dit, au Québec, les acteurs en jeu se doivent d'appliquer les dispositions législatives en regard de la protection des renseignements personnels, dont la *Loi modernisant des dispositions législatives en matière de protection des renseignements personnels* (R.L.R.Q., c-A-25) qui oblige la tenue et la mise à jour d'un registre d'incidents de confidentialité (ex. pertes ou fuites des données) rendant compte des problèmes survenus en regard de la sécurité des renseignements personnels dans les environnements numériques. À cela s'ajoute la *Loi sur la gouvernance et la gestion des ressources informationnelles des organismes publics et des entreprises du gouvernement* (R.L.R.Q., G-1.03) qui met de l'avant la nécessaire évaluation de la qualité des infrastructures technologiques en regard de la sécurité. Ainsi, les technopédagogues doivent prendre en considération ces mesures en vue de concevoir des technologies éducatives avec des mesures respectant les obligations légales et réglementaires en vue de protéger l'identité numérique des apprenants et des enseignants, ainsi que leur vie privée, notamment en regard de la collecte des données personnelles (ex. données de navigation sur les plateformes). Dans un objectif de mieux comprendre les enjeux éthiques et numériques entourant la conception et l'usage des technologies éducatives, il est nécessaire de se pencher sur les particularités de celles-ci, en se basant sur les constats faits par les chercheurs en sciences de l'éducation.

2. Technologies éducatives : caractéristiques et dernières avancées

Au cours des dernières années, on assiste à l'usage massif des technologies émergentes dans le domaine éducatif dans un objectif de soutenir les approches pédagogiques mises à profit par les enseignants et les apprenants. Il est question de celles utilisant des fonctionnalités d'intelligence artificielle (IA), de la réalité virtuelle (RV) et augmentée (RA). Ces technologies, communément appelées « émergentes », ouvrent de nouvelles opportunités aux modes d'enseignement pour soutenir à l'engagement des apprenants, leur apprentissage et l'acquisition des connaissances, la communication et l'interactivité en classe, l'inclusion de tous les apprenants et, plus largement, la réussite académique et scolaire (Alamäki et al., 2021; Bodzin et al., 2021; Cooper, 2023; Ling, Zhu et Yu, 2021). En vue de formuler des recommandations aux concepteurs de ces ressources, il importe d'examiner des corpus scientifiques pour dégager le propre de chaque technologie émergente, comment elle soutient l'enseignement et quelles en sont les forces et les faiblesses. Il s'agit aussi de s'attacher aux enjeux liés à sa conception et son usage, tels qu'ils se manifestent dans la littérature scientifique examinée.

2.1 L'intelligence artificielle en éducation et en enseignement supérieur

L'intelligence artificielle (IA) réfère à l'ensemble des techniques, des programmes informatiques et des algorithmes d'apprentissage puissants, capables de traiter le langage naturel et de formuler des réponses dans ce même langage, les dispositifs d'IA sont capables d'assister l'humain dans plusieurs situations. Qu'il s'agisse de la prédiction des comportements grâce au croisement des données, ou encore de génération du contenu (les IA génératives), l'IA soutient les individus dans plusieurs contextes, notamment celui de la recherche de l'information (Cooper, 2023; Gentile et al. 2023; Kooli, 2023).

Dans l'univers de l'éducation, les dispositifs d'intelligence artificielle peuvent être mis à profit comme outils pour soutenir les activités pédagogiques, que cela soit du côté des enseignants que celui des apprenants (Nagro, 2021; Stokes et al., 2022). Ils peuvent aussi être utilisés à des fins de recherche d'information d'ordre factuel sur les services administratifs, aidant ainsi les étudiants et les enseignants à mieux bénéficier de l'offre des services de leur établissement (Cooper, 2023). D'un point de vue pédagogique, l'usage des robots conversationnels, dont *ChatGPT* de l'Open AI¹ peut être bénéfique pour les deux parties à plusieurs niveaux. Pour les professeurs et les enseignants, *ChatGPT* peut être utilisé pour générer des examens et des évaluations, aidant ainsi à mieux personnaliser les évaluations en fonction des besoins des étudiants (Cooper, 2023; Kasneci et al., 2023). Il en va de même pour la prédiction du niveau de difficulté requis pour évaluer les compétences des étudiants (Cooper, 2023). Obtenir des traductions des évaluations et des ressources éducatives est aussi un apport important de cette IA générative. À cela s'ajoute la recherche des ressources éducatives, dont les livres, les présentations, les articles et les jeux vidéo adaptés, voire des programmes informatiques pour des applications développées sur une base personnalisée, adaptée aux cours enseignés et aux profils des étudiants et des élèves (langue, niveau de compétence requis, discipline, etc.) (Dwivedi et al., 2023; Kasneci et al., 2023). Du côté des apprenants, il est possible de mettre à profit ce dispositif d'IA pour générer des réponses à des questions d'ordre factuel, expliquer des notions et des contenus difficilement appropriés en classe, chercher des références et des informations pour des travaux de recherche, ou encore guider vers des contenus thématiques (Cooper, 2023; Dwivedi et al., 2023; Kasneci et al., 2023).

Alors que les chercheurs en sciences de l'éducation mettent de l'avant les bénéfices de l'IA dans l'enseignement, ils soulignent toutefois que les robots conversationnels doivent être utilisés comme des outils et ne substituent en aucun cas à l'intelligence humaine (Dwivedi et al., 2023; Kasneci et al., 2023). En effet, plusieurs auteurs soulignent les limites de ces dispositifs, tant sur le plan informationnel qu'éthique. En termes informationnels, les chercheurs soulignent que l'information générée par *ChatGPT* n'est pas toujours fiable et peut soulever plusieurs limites en regard de son exactitude (Das et al., 2023; Kasneci et al., 2023). Les réponses générées par ce dispositif se font sur la base d'un traitement probabiliste des données disponibles sur la Toile, dont l'agencement ou le croisement peut créer de l'information qui n'est pas véridique. Il convient donc de procéder à la vérification de la fiabilité de l'information avant sa consommation, que ce soit pour les professeurs que pour les étudiants (Das et al., 2023). Cela met ainsi de l'avant la nécessité d'une bonne formation en littératie numérique et intellectuelle, misant sur la lutte contre la propagation des fausses informations, laquelle inhérente à la mission même des établissements scolaires et d'enseignement universitaire, dont le rôle est d'instruire les étudiants et de lutter contre la désinformation (Das et al., 2023).

1 <https://openai.com/blog/chatgpt>

2. Technologies éducatives : caractéristiques et dernières avancées

Une autre limite est sur le plan éthique, puisque la littérature scientifique rend compte des enjeux que présente l'usage de *ChatGPT* en regard de la violation du droit d'auteur (Cotton, Cotton et Shipway, 2023; Crawford, Cowling et Allen, 2023; Karim, 2023; Farrokhnia et al., s.d.; Kasneci et al., 2023; Perkins, 2023; Sallam, 2023; Tlili et al., 2023). Le plagiat et l'atteinte à l'intégrité académique sont tous des enjeux phares soulevés par les auteurs en regard de l'usage de *ChatGPT* en enseignement (Cotton, Cotton et Shipway, 2023; Crawford, Cowling et Allen, 2023; Farrokhnia et al., s.d.; Karim, 2023). Plus précisément, les chercheurs soulignent l'encouragement de la passivité chez les étudiants, ce qui les incite à compter sur les dispositifs de l'IA pour générer des contenus qu'ils peuvent intégrer directement dans leurs travaux. Cela limite en outre la mise à profit des capacités cognitives et de réflexion critique, (Cotton, Cotton et Shipway, 2023). Plus encore, les contenus générés par l'IA risquent de violer, eux aussi, le droit d'auteur, puisque les robots conversationnels reconnaissent rarement la paternité de l'information transmise à l'utilisateur (Cotton, Cotton et Shipway, 2023). Les chercheurs recommandent, sur la base de ces limites sur les pratiques d'enseignement en contexte numérique, de revisiter le cadre institutionnel des écoles et des universités en vue d'y intégrer des règlements encadrant l'usage responsable de l'IA (Cotton, Cotton et Shipway, 2023). Aussi, il n'est pas recommandé de bannir l'usage de ces dispositifs (Cotton, Cotton et Shipway, 2023), mais plutôt de les utiliser comme des outils, des assistants de recherche de l'information, et non pas comme des substituts à l'effort intellectuel requis par les professeurs, les enseignants, les élèves et les étudiants (Cotton, Cotton et Shipway, 2023).

L'IA est lourde en potentiels tant pour les professeurs que pour les étudiants. Elle peut soutenir l'apprentissage et favoriser un gain du temps pour les enseignants. La gestion stratégique du temps pourrait être bénéfique pour intégrer davantage des technologies éducatives dans le cadre des pratiques pédagogiques novatrices favorisant un environnement créatif, stimulant l'engagement des étudiants et des élèves dans les activités d'apprentissage. Parmi les autres technologies émergentes, on retient la réalité augmentée (RA) ou la réalité virtuelle (RV), qui peut faciliter l'appropriation des contenus par les apprenants.

2.2 La réalité augmentée et virtuelle

La réalité virtuelle (RV) et augmentée (RA) réfèrent à des technologies innovantes qui sont de plus en plus intégrées dans les pratiques d'enseignement (Abdinejad et al., 2021). Elles désignent l'usage des éléments correspondant à la réalité et leur combinaison avec des éléments numériques pour aider les apprenants à mieux s'approprier des concepts et des thèmes (Abdinejad et al., 2021). Grâce à des interfaces numériques représentant des éléments réels, il est possible d'y apposer des objets numériques expliquant des notions afin de les contextualiser, justifier leur pertinence et permettre aux apprenants de s'approprier des notions relativement complexes (Abdinejad et al., 2021). Plusieurs dispositifs peuvent être utilisés dans le cadre de l'exploitation de la réalité virtuelle ou augmentée, dont des plateformes numériques, des applications, des cellulaires et des appareils appropriés (ex. lunettes vidéo pour visualisation des objets physiques et numériques en temps réel, etc.) (Abdinejad et al., 2021; Alamäki et al., 2021). Ciekanski et Yibokou (2022) posent que la RV ou la RA intègrent les notions d'immersion, de téléprésence et de réalisme, puisque les apprenants plongent dans des environnements numériques intégrant des objets réels pour améliorer leur expérience d'apprentissage.

La littérature rend compte des applications possibles de la RA et de la RV en contexte d'enseignement dans des environnements numériques. Abdinejad et ses collaborateurs (2021) étudient l'application de la RA dans un cursus d'apprentissage en chimie pour des étudiants au premier cycle d'une université. Ils posent que grâce à la visualisation des composantes des molécules en chimie en 3D, il est possible de mieux illustrer les relations entre les structures des molécules et les logiques des interactions chimiques. Ainsi, ils ont développé un outil baptisé *ARchemy* pour mieux aider les étudiants à comprendre les interactions chimiques. Les auteurs posent que l'usage des techniques d'animation en 3D favorise l'engagement des étudiants et permet leur immersion dans des environnements numériques contextualisant des objets réels et numériques pour mieux en comprendre les propriétés (Abdinejad et al., 2021). À l'issue de cette simulation, les auteurs voulaient sonder les étudiants impliqués en vue de cerner leurs besoins et connaître leur rétroaction sur l'usage de cette technologie émergente en pédagogie numérique, et identifier, le cas échéant, les points à améliorer dans le futur. Les données empiriques collectées laissent entendre que cette technologie éducative avancée a aidé les étudiants à visualiser des concepts difficiles et complexes grâce à la technique de visualisation en 3D. Aussi, l'outil développé par les auteurs, soit *ARchemy*, soutient l'inclusion en favorisant l'accessibilité du matériel pédagogique numérique sur des dispositifs mobiles détenus par les étudiants (Abdinejad et al., 2021).

Les suggestions faites par les répondants consistent à développer une application compatible avec les environnements technologiques des produits *Apple*, puisque l'outil développé l'était uniquement avec les produits *Android*. Aussi, les étudiants voulaient des images avec moins de marqueurs, ainsi qu'une plateforme numérique ayant le potentiel de convertir les images téléchargées par les étudiants en techniques de visualisation en 3D ou en RA. Comme pistes de recherche futures, les auteurs posent qu'il serait pertinent d'explorer l'impact de cette technologie émergente sur le rendement des étudiants dans un contexte d'évaluation (ex. quiz) (Abdinejad et al., 2021).

Holly et ses collaborateurs (2021) cartographient les besoins des élèves en regard de l'usage de la RV à des fins pédagogiques en contexte scolaire. Leurs résultats révèlent que les apprenants ont besoin de locaux spécifiques, munis de l'équipement matériel et technologique requis, pour l'usage de ces technologies, que cela soit durant le cours ou après le cours pour mieux pratiquer les acquis et, au besoin, développer les compétences nécessaires pour éprouver une meilleure aisance en regard de l'usage des dispositifs de la RV. La collaboration et le travail en groupe favorisent aussi, selon les auteurs, l'appropriation de ces dispositifs (Holly et al., 2021). Ils rapportent aussi une série de défis qui s'imposent lors de la conception et l'usage de ces dispositifs en vue de leur intégration aux pratiques pédagogiques en contexte numérique. Parmi ces défis on retient l'immersion, ainsi que le processus d'acquisition des connaissances. Pour le premier défi, il importe de concevoir des plateformes *user-friendly*, utilisables avec des propriétés ergonomiques attirantes pour offrir aux apprenants une expérience usager appropriée. Plus précisément, il est question d'une logique de conception qui offre aux apprenants la possibilité d'interagir avec le contenu pédagogique, tout en y intégrant des simulations qui leur permettent d'explorer le phénomène d'une manière ludique. Il est aussi question, encore une fois, de l'intégration des approches d'apprentissage personnalisées, basées sur les besoins des élèves et leurs compétences numériques. Il est aussi question de l'usage de ces dispositifs en coordination avec d'autres classes, ce qui favorise le développement d'une atmosphère favorisant l'apprentissage collectif. À cela s'ajoute la nécessaire préparation d'une liste des tâches avec des instructions claires pour mieux motiver les élèves et les aider dans les séances de simulation.

Ciekanski et Yibokou (2022) ont étudié l'usage de la RV à des fins d'enseignement de la langue anglaise au niveau maîtrise à l'université de Lorraine. Ils ont utilisé des vidéos immersives de 360° auprès des étudiants pour les soutenir dans leur démarche d'apprentissage. Ils ont conduit un sondage auprès de ces étudiants en vue de collecter leurs perceptions à l'égard de l'usage de cette approche d'enseignement. Les résultats de leur enquête révèlent que l'usage de cette approche d'enseignement a favorisé une certaine autonomie chez les apprenants dans l'acquisition du contenu transmis. La RV a aussi stimulé l'envie d'apprendre chez ces étudiants et leurs aptitudes cognitives à des fins d'apprentissage des langues étrangères, grâce au caractère immersif des vidéos. Ils posent en outre que l'intégration de la RV dans des activités pédagogiques a un effet émotionnel positif sur les apprenants qui se manifeste essentiellement à travers leur motivation à apprendre et à s'impliquer davantage dans les processus d'apprentissage numériques.

Elmeziane et Lecorre (2021) ont conduit une étude sur l'impact de l'utilisation de la RV sur la performance et les attitudes des apprenants dans le cadre d'un cours en techniques boursières. Plus précisément, l'expérience consistait à utiliser des ressources pédagogiques de type multimédia, dont le livre augmenté, en utilisant le logiciel *HP Reveal* de la RA. En utilisant un téléphone intelligent, il est possible de fournir plus d'informations pertinentes en vue de faciliter la compréhension du contenu du livre (Elmeziane et Lecorre, 2021). En utilisant la caméra du téléphone intelligent muni du logiciel *HP Reveal*, l'usage de l'écran de la RA par les élèves leur a permis de voir des modèles virtuels en 3D entre les pages du livre (Elmeziane et Lecorre, 2021). Cela offre ainsi la possibilité de superposition des objets virtuels et réels d'une manière simultanée, ce qui permet aux apprenants d'obtenir des données plus riches sur la matière enseignée (Elmeziane et Lecorre, 2021). Les auteurs ont ensuite conduit un questionnaire auprès des apprenants en vue de cerner les perceptions de ces derniers à l'égard de leur expérience avec cette approche d'enseignement. Les résultats de leur sondage ont montré que la RV améliore la performance scolaire des apprenants et joue un rôle incitatif auprès de ces derniers dans l'usage des technologies dans le cadre de leurs cours (Elmeziane et Lecorre, 2021).

2. Technologies éducatives : caractéristiques et dernières avancées

Certains chercheurs mettent de l'avant les bénéfices de ces dispositifs, tant sur l'apprentissage personnalisé que sur la communication entre les enseignants et les apprenants (Abdinejad et al., 2021; Alamäki et al., 2021; Ciekanski et Yibokou, 2022; Holly et al., 2021; Ling, Zhu et Yu, 2021; Rojas-Sánchez, Palos-Sánchez et Folgado-Fernández, 2023). Plus spécifiquement, la RA et la RV aident les apprenants à s'approprier les contenus pédagogiques d'une manière plus évolutive, puisque la juxtaposition des objets physiques et numériques d'une manière simultanée stimule l'intégration des concepts clés (Agbo et al., 2023; Castro et al., 2023). Cependant, les chercheurs soulignent aussi les limites de l'usage de ces technologies (Abdinejad et al., 2021; Agbo et al., 2023; Alamäki et al., 2021; Castro et al., 2023; Ling, Zhu et Yu, 2021; Rojas-Sánchez, Palos-Sánchez et Folgado-Fernández, 2023). Il est question, entre autres, des coûts technologiques engendrés par l'acquisition de ces dispositifs et tout l'équipement informatique nécessaire à leur bon fonctionnement (Abdinejad et al., 2021; Alamäki et al., 2021; Ling, Zhu et Yu, 2021). À cela s'ajoute la question de la culture numérique, puisque les apprenants n'ont pas tous les compétences nécessaires pour exploiter, d'une manière autonome, ces dispositifs en contexte pédagogique (Alamäki et al., 2021). Mentionnons également la question de l'engagement nécessaire de la part des apprenants pour mieux interagir avec les autres étudiants et favoriser l'apprentissage collectif (Alamäki et al., 2021). À ce sujet, les chercheurs recommandent l'intégration du point de vue usager dans la conception de ces technologies pour en favoriser une meilleure facilité d'utilisation, et par conséquent, stimuler leur engagement à des fins d'apprentissage (Alamäki et al., 2021; Ling, Zhu et Yu, 2021).

Lewis, Plante et Lemire (2021) abordent la question de la pertinence et de l'efficacité de la RV et de la RA en contexte scolaire. Ils posent que la première favorise une immersion dans un environnement comprenant des objets irréels, tandis que la seconde permet, en utilisant des lunettes ou un appareil mobile, d'ajouter des éléments numériques à des environnements réels par superposition (Lewis, Plante et Lemire, 2021). Ils se sont penchés sur les principes à prendre en considération pour la conception d'artefacts éducatifs en RA et en RV, soit la motivation, l'immersion, la collaboration et la conception. Ils posent que la motivation se veut importante dans l'optique de la conception et l'usage de ces approches d'enseignement, puisqu'il est question d'une fonction cognitive importante dans le processus d'appropriation des connaissances. Ils considèrent que la RA et la RV stimulent la motivation et améliorent l'attention et le désir d'apprendre chez les élèves, puisqu'elles les aident à se concentrer sur les concepts enseignés, puisque ces derniers sont présentés selon des techniques de visualisation stimulant l'apprentissage. Sur le plan de l'immersion, la RV et la RA créent chez les apprenants l'impression d'avoir quitté le monde réel pour se plonger dans un autre environnement virtuel et favorisent l'explication des concepts relativement abstraits, grâce à leur contextualisation dans un environnement virtuel approprié. Pour ce qui est de la collaboration, la RA et la RV offrent la possibilité aux apprenants de travailler en équipe et développent les opportunités du dialogue entre eux. Elles stimulent aussi l'engagement des apprenants ainsi que leur interaction avec les enseignants, voire avec des experts à distance, notamment lorsqu'il est question d'expliquer des instructions relativement complexes à des apprenants. Enfin, en termes de conception, les auteurs posent que la conception des technologies intégrant la RA et la RV doit prendre en considération les caractéristiques qui influencent l'apprentissage en soutenant la collaboration et l'engagement des apprenants. Aussi, le contenu est crucial dans cette optique, puisque l'intérêt d'intégrer la RA et la RV est de faciliter l'apprentissage des notions complexes. Enfin, les auteurs avancent que les technologies utilisant la RA et la RV sont à offrir une expérience qui apporte un sentiment de satisfaction chez les apprenants, notamment en y intégrant des fonctionnalités qui stimulent l'engagement émotionnel des élèves.

Alamäki et ses collaborateurs (2021) ont étudié la perception estudiantine quant à l'usage des dispositifs de moindre coût de la RA impliquant les vidéos en 360 degrés et la technique de visualisation 2D via une expérimentation en temps réel auprès des étudiants en contexte universitaire. Ils se sont plus particulièrement penchés sur l'effet affectif de ces technologies, et plus particulièrement des casques, sur le comportement des apprenants. Leurs résultats montrent que l'usage des dispositifs de moindre coût a un impact négatif sur les affects des étudiants et prouvent que le visionnement des vidéos sans casques est meilleur en termes de qualité et d'influence psychologique sur les participants. Qui plus est, ils constatent que le visionnement des vidéos en 360 degrés est plus bénéfique que celles en technique 2D. Comme pistes de recherches futures, Alamäki et ses collaborateurs (2021) posent que les établissements éducatifs disposant de ressources budgétaires limitées doivent planifier et gérer les cours qui stimulent la motivation à adopter les technologies de RA avec des casques économiques. Cependant, il est nécessaire d'initier les usagers à l'appropriation de ces dispositifs de moindre coût pour réduire le risque de développement des attitudes négatives chez les étudiants en regard de l'usage de ces dispositifs technologiques. Cheng, Tang et Tsai (2022) vont au-delà de ces postulats pour avancer, en s'appuyant sur les conclusions d'une revue de littérature, que la conception et le déploiement des dispositifs de RA et de la RV en contexte scolaire doivent intégrer davantage le point de vue des jeunes usagers pour que leur utilisabilité soit améliorée et qu'ils soient mieux intégrés dans plus d'activités d'apprentissage en contexte scolaire. Aussi, ils soulignent que l'usage des casques peut engendrer des problèmes d'audition sur le long terme chez les jeunes élèves, ce qui impose des études pour explorer la manière dont ces dispositifs peuvent être utilisés d'une manière responsable, en établissant le juste équilibre entre les exigences d'apprentissage et la santé des étudiants, ainsi que la responsabilité des enseignants en regard de la supervision des élèves dans ce contexte (Cheng, Tang et Tsai, 2022).

Par ailleurs, certains chercheurs mettent de l'avant la nécessaire personnalisation des interactions entre les enseignants et les apprenants dans l'optique de l'usage de la RA en éducation. Sur la base d'une recherche utilisant un devis quasi expérimental, Ling, Zhu et Yu (2021) soulignent l'importance des différences individuelles des apprenants et leur influence sur le processus d'appropriation de ces technologies et de leur engagement dans les activités d'apprentissage dans un cours de chimie utilisant la RV ou la RA. Parmi ces différences individuelles figurent les connaissances antérieures des élèves sur la matière enseignée, les valeurs subjectives intériorisées en regard de la technologie, ainsi que l'attitude envers l'usage de la RA ou la RV. En termes technologiques, les auteurs voient que la formation des étudiants à l'usage des technologies utilisant des fonctionnalités de RA ou de RV favorise un meilleur apprentissage, notamment en responsabilisant les enseignants à cet effet. Il est plus précisément question du rôle des enseignants dans la personnalisation des plans de formation en fonction des compétences individuelles des apprenants (Ling, Zhu et Yu, 2021).

Une tendance plus récente est celle du *Métavers*, le résultat de la convergence des technologies telles que la réalité virtuelle et la réalité augmentée (Mystakidis, 2022). Il est question du fruit d'une interconnexion entre des environnements numériques et sociaux via des plateformes appropriées, donnant ainsi naissance d'un univers de virtualisation où un usager peut interagir avec des avatars virtuels (Suh et Ahns, 2022). Le *Métavers* intègre des fonctionnalités de la réalité virtuelle et augmentée, lesquelles sont compatibles avec les jeux vidéos en ligne et un ensemble d'espaces collaboratifs, offrant à l'utilisateur la possibilité d'immersion dans un monde virtuel (Mystakidis, 2022). Plusieurs auteurs soulignent les bénéfices d'utiliser cette technologie à des fins éducatives et pédagogiques (Inceoglu et Ciloglulil, 2022; Suh et Ahn, 2022; Zhong et Zheng, 2022). Ces chercheurs soulignent le fort potentiel de l'intégration de cette technologie dans les activités d'apprentissage, notamment sur le plan de la stimulation de la motivation des apprenants et leur engagement durant les cours dispensés (Inceoglu et Ciloglulil, 2022; Suh et Ahn, 2022; Zhong et Zheng, 2022). Ils postulent aussi que le *Métavers* possède certaines limites, notamment sur le plan de l'architecture de l'information qui n'a pas encore atteint une maturité suffisante et qui gagnerait à être améliorée (Inceoglu et Ciloglulil, 2022; Suh et Ahn, 2022; Zhong et Zheng, 2022). Aussi, Zhong et Zheng (2022) avancent qu'en vue de favoriser une meilleure intégration de cette technologie de virtualisation dans le contexte éducatif, il importe de prendre en considération l'opinion des apprenants et des enseignants quant à la conception et la priorisation des fonctionnalités à utiliser dans le cadre des activités de formation. À cela s'ajoutent les considérations technologiques et sécuritaires, notamment la cybersécurité pour protéger l'identité numérique des usagers dans cet univers virtuel.

En clair, l'usage des technologies émergentes, couplées à des stratégies d'enseignement adéquates, est susceptible d'améliorer l'expérience d'enseignement et stimule le désir d'apprentissage chez les apprenants. Or, les manifestations de l'usage du numérique à des fins éducatives ne se limitent pas à l'exploitation de ces technologies émergentes, mais les dépassent pour intégrer davantage l'utilisation des ressources éducatives libres. Il est question de ressources numériques à accessibilité plus large, ce qui favorise la promotion de la littératie et de l'accès équitable au savoir.

2.3 Les ressources éducatives libres

Les ressources éducatives libres (REL) sont des matériaux pédagogiques mis en ligne par les enseignants et destinés à plusieurs usages, que ce soit pour l'enseignement ou la recherche (Adedoyin et Altinay, 2023; Baas et al., 2022; Madhu et Kumar, 2022; Stracke, Bozkurt et Burgos, 2023). Ces matériaux sont réutilisables et réadaptables selon une licence d'utilisation flexible, notamment du type *Creative Commons* (CC) (Madhu et Kumar, 2022). La diffusion des REL n'est pas une tendance nouvelle dans le domaine de l'éducation, puisque leur apparition remonte aux années 2002 par l'UNESCO, avant la tenue du congrès de Paris à propos de l'importance des REL dans la démocratisation de l'accès au savoir (Adedoyin et Altinay, 2023). L'engouement pour la diffusion des REL est dû à la pandémie qui a accéléré la transformation numérique des universités et des écoles, notamment en incitant les enseignants à diffuser une partie de leur matériel pédagogique sous une forme libre et réutilisable par un tiers (Stracke, Bozkurt et Burgos, 2023).

Les REL peuvent être de différents types, dont les livres, les présentations, les notes de cours et les exercices (Madhu et Kumar, 2022; Stracke, Bozkurt et Burgos, 2023). Il peut aussi être question des applications et des logiciels libres, ainsi que des langages informatiques et de programmation destinés à un public plus large (Madhu et Kumar, 2022). Leur diffusion s'inscrit dans une préoccupation de promouvoir un accès plus équitable à l'information pour les apprenants, notamment avec le lancement du plan d'action de l'UNESCO pour un accès plus équitable au savoir pour promouvoir une meilleure éducation (Adedoyin et Altinay, 2023).

Dans la littérature scientifique examinée, plusieurs chercheurs soulignent l'apport des REL dans la promotion d'une culture d'inclusion dans les milieux scolaire et universitaire (Adedoyin et Altinay, 2023; Madhu et Kumar, 2022; Stracke, Bozkurt et Burgos, 2023). Madhu et Kumar (2022) posent que la diffusion des REL constitue une occasion incontournable pour les apprenants en vue d'accéder à une grande variété des contenus pédagogiques et scientifiques en ligne, lesquels pourront être mis à profit dans le cadre de leurs activités (Madhu et Kumar, 2022). Les enseignants peuvent aussi en tirer profit pour améliorer leurs propres activités pédagogiques et scientifiques (Madhu et Kumar, 2022). Elle favorise en outre la diminution des coûts associés à l'acquisition des ressources éducatives, notamment par les institutions d'enseignement ayant des ressources financières limitées (Adedoyin et Altinay, 2023). Les avis des auteurs convergent vers un point commun, soit celui du soutien de l'ouverture des établissements d'enseignement au partage du savoir, en encourageant ainsi la libre circulation de l'information pédagogique et en favorisant le développement d'une culture d'inclusion (Adedoyin et Altinay, 2023; Madhu et Kumar, 2022; Stracke, Bozkurt et Burgos, 2023).

Cependant, malgré les avantages de la diffusion en ligne des REL, plusieurs auteurs soulignent que celle-ci fait naître une série d'enjeux sur le plan numérique et culturel. Certains chercheurs soulignent la question de la qualité des REL et son influence sur l'usage de celles-ci (Baas et al., 2022). Ils postulent que la conception et le déploiement des REL doivent tenir compte d'un ensemble de considérations, dont le contenu, la conception, l'utilisabilité, l'engagement et la lisibilité (Baas et al., 2022). Plus précisément, les auteurs considèrent que le contenu doit être suffisamment pertinent par rapport aux objectifs des cours. Autrement dit, la portée des ressources diffusées sous une forme libre doit s'aligner avec les exigences des programmes d'études et des cours des enseignants d'une part, et les exigences des professions futures, d'autre part. Aussi, la logique de la conception des REL doit se baser sur des techniques variées, à savoir une combinaison des vidéos, des documents audios, des images et des documents textuels. Cette variation permet de répondre aux besoins de plusieurs usagers, ce qui en améliore l'utilisabilité. Aussi, il faut que ces REL répondent à des impératifs d'actualité et de mise à jour régulière pour qu'elles correspondent à la logique d'évolution des programmes d'enseignement. En termes d'utilisabilité, il importe que ces ressources diffusées soient faciles à utiliser. Autrement dit, elles doivent être conçues sur la base des impératifs d'accessibilité technique, d'ergonomie et de facilité de navigation.

Sur le plan de l'engagement, les REL doivent stimuler l'intérêt des étudiants. Les REL comprenant des exercices et des vidéos sont les plus engageantes d'un point de vue étudiant, puisqu'elles renferment un potentiel d'interactivité et de rétroaction, ce qui stimule l'apprentissage chez les apprenants. S'agissant de l'aspect de la lisibilité, les auteurs voient que la langue des REL peut influencer leur usage par les étudiants. Plus spécifiquement, le niveau de difficulté de la langue utilisée, le style de rédaction ainsi que la longueur du texte doivent s'aligner avec les compétences langagières des étudiants. Ainsi, pourvu qu'elles soient utilisées par un plus large segment d'utilisateurs, les REL doivent contenir des textes relativement courts et faciles à lire. En clair, l'intégration du point de vue utilisateur dans la conception des REL est vitale pour que ces ressources soient appropriables par un plus grand nombre d'utilisateurs pour ainsi soutenir la démocratisation de l'accès au savoir.

Par ailleurs, d'autres auteurs se sont plus particulièrement penchés sur la question de l'acceptabilité de ces REL et de leur utilisabilité. En mobilisant plus précisément les modèles de l'acceptation des technologies, les chercheurs ont étudié les facteurs qui influencent l'adoption de ces ressources par les apprenants et les enseignants (Adedoyin et Altinay, 2023; Smirani et Boulahia, 2022). Adedoyin et Altinay (2023) concluent dans leur recherche que la facilité de l'usage des REL influe sur leur acceptabilité par les apprenants. La gratuité et l'accessibilité technique de ces ressources conditionnent aussi l'intention des étudiants d'utiliser celles-ci, puisque le prix zéro (*zero price*) est perçu comme étant bénéfique pour les étudiants, ce qui les incite à utiliser ces REL comme substituts au matériel pédagogique payant. La qualité des REL influence aussi leur adoption par les apprenants, puisqu'elles doivent être pertinentes en regard de la portée des cours suivis pour qu'elles soient utilisables.

Du côté des enseignants, Smirani et Boulahia (2022) posent que la performance et l'effort attendus influencent l'intention des enseignants de diffuser et d'utiliser les REL, puisque la mise en ligne de ces ressources et leur appropriation exigent des compétences numériques de la part des enseignants. Aussi, les auteurs voient que, compte tenu des bénéfices perçus par les enseignants en regard de l'usage des REL à des fins d'enseignement et de recherche, les facultés doivent fournir le soutien nécessaire aux enseignants en vue de la mise en ligne des REL de qualité. Il importe également de promouvoir une culture de collaboration entre les départements pour encourager l'adoption des REL. Smirani et Boulahia (2022) postulent toutefois que l'aspect éthique entourant la mise en ligne et l'usage des REL demeure méconnu chez certains enseignants, ce qui exige une plus grande sensibilisation de ces acteurs à propos des caractéristiques des licences du type *Creative Commons*, lesquelles conditionnent l'usage de ces ressources libres. Les postulats de ces deux chercheurs s'alignent avec ceux de Sunar, Yukselturk et Duru (2022) qui voient qu'une plus grande promotion de l'importance des REL et des logiques de leur diffusion et usage en éducation est nécessaire pour que les enseignants soient plus conscients de l'importance de l'accessibilité de ces ressources comme moyen de soutien aux activités d'enseignement et de recherche.

En sus des écrits précédemment recensés sur la création et la diffusion des REL, force est de constater qu'il existe des discours avancés au cours des dernières années par des personnes physiques et morales dans les contextes canadien et québécois en faveur de l'accès équitable à ces ressources. Par exemple, dans le *Cadre national de revendication pour les ressources éducatives libres au Canada*, McNally et Ludbrook (2023) ont mis l'accent sur les bénéfices économiques d'opter pour la conception et le déploiement des REL en contexte scolaire et universitaire. Plus précisément, l'aspect de l'abordabilité et le rapport coût-efficacité sont à prendre en considération pour favoriser un accès plus équitable aux ressources éducatives numériques à toute personne, peu importe ses caractéristiques socio-démographiques et sa localisation géographique (McNally, et Ludbrook, 2023). Ainsi, les auteurs ont souligné la question des coûts qui empêche certains étudiants d'acquérir le matériel pédagogique nécessaire à la poursuite de leurs cours, notamment les manuels scolaires dont le prix a augmenté d'une manière flagrante au cours des dernières années. Ils posent par surcroît que l'accès équitable aux REL favorise une meilleure abordabilité des études pour ces étudiants issus des familles à revenu relativement faible. Ils postulent aussi que le coût élevé des manuels a un impact sur le rendement scolaire de ces étudiants, ce qui justifie le fait que la création et la diffusion des REL favoriseront une meilleure abordabilité des études pour les Canadiens (McNally, et Ludbrook, 2023). Enfin, les auteurs concluent que la diffusion des REL s'inscrit dans l'un des objectifs fixés par l'UNESCO pour favoriser une éducation ouverte, basée sur les valeurs démocratiques encourageant l'accès équitable à l'éducation partout dans le monde pour ainsi réduire le taux de l'analphabétisme. Parmi les pistes de recherche futures qui ont été mentionnées par les auteurs, on retrouve la question du financement de ces REL au niveau fédéral et provincial, ainsi que le rôle du Gouvernement du Canada dans cette optique.

2. Technologies éducatives : caractéristiques et dernières avancées

Dans le contexte québécois, Éric Duhaime (2022) emprunte la même posture que celle des auteurs précédemment cités pour ce qui est de l'importance de la création et de la diffusion des REL en enseignement supérieur. Il pose que l'accès équitable à ces ressources libres favorise une meilleure réussite scolaire et, par conséquent, multipliera les chances pour les étudiants d'accéder aux études supérieures. En citant les exemples des articles, des manuels et des modules de cours en libre accès, l'auteur cite l'expérience de l'Ontario, qui est plus avancé que le Québec en matière de création et de diffusion des REL et son importance dans la promotion des valeurs de l'éducation ouverte (Duhaime, 2022). Enfin, il postule que le déploiement des REL commande une coordination entre les acteurs de l'écosystème de l'éducation, dont le Gouvernement qui a un rôle vital à jouer non seulement dans le financement de ces REL, mais aussi dans le contrôle et le suivi des démarches et plans d'actions à mettre en place pour assurer un suivi régulier de la diffusion de ces ressources pour soutenir l'enseignement supérieur (Duhaime, 2022).

En sus du déploiement de ces technologies dans l'optique de réinventer les pratiques de l'enseignement, il existe des stratégies que les enseignants utilisent pour motiver les apprenants et stimuler leur engagement dans le cadre des activités pédagogiques. Il est question de la gamification, ou encore de la ludification, laquelle traduit l'intégration des jeux sérieux à des fins éducatives, offrant ainsi aux apprenants des conditions stimulant l'apprentissage.

3. Stratégies de gamification

La gamification désigne l'usage des techniques ludiques dans des activités d'enseignement pour stimuler les compétences cognitives des étudiants et des élèves (Bodzin et al., 2021), leur favorisant ainsi des conditions plus propices à l'apprentissage et à l'acquisition des nouvelles connaissances. Elle consiste à associer des propriétés des jeux, dont l'animation, pour les relier à des applications ou des activités pédagogiques qui ne sont pas des jeux à l'origine (Bodzin et al., 2021). En utilisant des récompenses, des points à collecter ou des cadeaux à gagner, elles visent à stimuler l'engagement des étudiants pour rendre les activités pédagogiques plus engageantes et motivantes pour les apprenants. Elles fidélisent les apprenants, stimulent leur engagement et captent leur attention en classe (Bodzin et al., 2021).

Bodzin et ses collaborateurs (2021) se sont penchés sur les facteurs de succès de l'adoption de ces technologies émergentes en contexte scolaire. Ils posent que la conception des outils de gamification dans une perspective de stimulation de l'engagement des élèves doit prendre en considération plusieurs formes d'engagement d'ordre (1) comportemental, (2) cognitif et (3) affectif (Bodzin et al., 2021). Le premier consiste à évaluer le degré d'implication de l'apprenant dans le processus d'apprentissage des tâches qui lui sont attribuées. Le second, revêtant une dimension plutôt cognitive, met l'emphase sur le degré de mobilisation des facultés intellectuelles de l'apprenant et la manière dont ces propriétés sont intégrées dans la réalisation des activités d'apprentissage, ainsi que la manière dont le contenu est approprié par cette personne. Le dernier type d'engagement, lié à l'affection, traduit les émotions exprimées par la personne durant son processus d'apprentissage.

Candel, Agustin et De Ory (2021) s'attachent à l'usage de la gamification en éducation secondaire en Espagne, et ce, en vue d'accroître la motivation des apprenants et leur engagement envers le cours enseigné. En utilisant un livre comprenant des fichiers numériques, du matériel audiovisuel et multimédia, les auteurs voulaient y ajouter une stratégie de gamification en vue de stimuler l'engagement des étudiants envers le cours enseigné. Les deux matériels pédagogiques numériques intégrant la gamification ont été baptisés, respectivement, *Cuadernia* et *Quizziz*. Si le premier comprend des fichiers numériques, des vidéos, d'audios et des stratégies de gamification, le second est un questionnaire basé sur la matière enseignée avec des stratégies de gamification réparties selon des niveaux en fonction de leur degré de difficulté (Candel, Agustin et De Ory, 2021). Les auteurs postulent que l'intégration d'une touche expérimentielle aux approches pédagogiques favorise l'apprentissage et une meilleure compréhension des concepts relativement complexes. Cela stimule aussi l'esprit critique, la créativité, l'esprit de résolution des problèmes, ainsi que la collaboration dans l'expérience d'apprentissage. Or, les chercheurs mettent aussi l'accent sur la question des compétences des enseignants qui éprouvent de la difficulté à utiliser les stratégies de gamification pour offrir aux étudiants un environnement d'apprentissage plus innovant.

Lelardeux et ses collaborateurs (2022) étudient l'intégration des stratégies de gamification en contexte universitaire français en vue de sensibiliser les étudiants aux enjeux de leur réussite. Pour ce faire, ils étudient la question de l'appropriation du contenu par le biais de l'intégration des jeux sérieux. Le jeu consiste à jumeler un étudiant réel à un étudiant virtuel durant son premier semestre, notamment en lui suggérant des programmes et des activités en fonction de ses contraintes temporelles, personnelles et familiales de l'étudiant virtuel et du contexte de son activité. Le but du jeu, nommé « *Réussite* », est d'initier les étudiants à l'importance d'une bonne gestion du temps en incitant les apprenants à coordonner les activités d'un étudiant virtuel. Les auteurs s'attachent aussi à la conception de ce jeu sérieux, notamment en se basant sur la création d'une bibliothèque de scénarios.

Pozo, Cabellos et Sanchez (2022) s'interrogent sur la question de l'efficacité des stratégies de la gamification dans l'amélioration des expériences d'apprentissage. Leur recherche révèle que l'intégration de la gamification dans des activités pédagogiques est efficace si leur usage par les apprenants est supervisé par les enseignants et que leurs finalités d'usage sont purement axées sur la portée de la matière enseignée. Aussi, les auteurs voient que la gamification offre la possibilité de l'apprentissage par voie verbale. Ils posent qu'il est important de cerner le point de vue des enseignants dans l'intégration des jeux sérieux dans les pratiques d'enseignement, puisque les attitudes exprimées par ces enseignants jouent un rôle clé dans l'intégration effective de la gamification et son usage rationnel pour aider davantage les apprenants à en tirer profit. Dans le même ordre d'idées, Bressler, Shane Tutwiler et Bodzin (2021) soulignent la pertinence de la gamification dans les activités d'enseignement. Ils posent que les jeux sérieux stimulent la curiosité des apprenants et leur engagement envers les cours enseignés sur la science en contexte scolaire. Il est aussi question de la création d'un output psychologique misant sur le développement d'un intérêt envers l'apprentissage. Plus précisément, les trois auteurs posent que la gamification favorise le développement des expériences engageantes chez les apprenants, grâce à la rétroaction ciblée que les enseignants font pour les élèves. Aussi, en raison de son caractère innovant, l'usage des stratégies de gamification stimule l'intérêt manifesté chez les apprenants envers la matière enseignée, soit celle qui intègre cette technique de jeux sérieux. La gamification crée aussi, selon ces chercheurs, des impressions de défis chez les apprenants, et ce, dans une logique de ludification, ce qui peut stimuler leur engagement et leur désir de s'impliquer davantage dans telles activités. Rincon-Flores et Santos-Guevara (2021) testent deux cours intégrant des stratégies de gamification, avec un système de récompenses. Leur recherche montre que l'intégration des jeux sérieux a aidé les étudiants à se motiver pour participer d'une manière plus active au cours. Elle les a aussi aidés à améliorer leur performance académique. Les auteurs concluent que la gamification rend favorable la relation entre l'attention, la participation et la performance, tout en promouvant l'humanisation des environnements numériques utilisés à des finalités pédagogiques.

Janković, Maričić et Cvjetićanin (2023) posent que l'usage des stratégies de gamification via des systèmes tels que *Quizizz* et *Kahoot* a gagné une popularité considérable au sein des communautés des praticiens et des enseignants adeptes des technologies éducatives. Ils cherchent à vérifier si ces stratégies de jeux sérieux aident à améliorer le rendement académique et favorisent une meilleure compréhension des concepts enseignés chez les élèves en école primaire. Les résultats de leur recherche révèlent que *Kahoot* est mieux que *Quizizz* sur le plan de la compréhension des concepts, de l'assimilation du contenu pédagogique et le développement du niveau du raisonnement chez les apprenants. Ils concluent que pour des cours en sciences appliquées, *Kahoot* demeure la solution technologique la plus bénéfique dans l'optique de l'intégration de la gamification à l'enseignement.

Kabilan, Annamalai et Chuah (2023) se penchent sur les attitudes des enseignants à l'égard de l'intégration de la gamification à des activités de formation. Ils posent que telle technique stimule l'engagement des étudiants, améliore leur capacité à résoudre les problèmes et leur esprit critique, et améliore l'attention et l'engagement des apprenants en contexte pédagogique. Ils posent que l'enjeu principal de l'usage de la gamification réside dans la capacité à comprendre sa pertinence en regard des cours enseignés. Les auteurs voient que les enseignants se doivent d'adapter ces stratégies à la nature des formations qu'ils offrent aux apprenants.

En résumé, les usages du numérique à des fins éducatives sont nombreux et se manifestent différemment selon la nature de la technologie et le contexte de son appropriation. Dans un objectif d'orienter la conception de ces technologies éducatives et l'axer sur les besoins des usagers, il convient de passer en revue les modèles les plus populaires dans la littérature scientifique en la matière. La cartographie de ces derniers offrira aux technopédagogues des assises conceptuelles sur lesquelles ils peuvent se baser pour concevoir des technologies conviviales et utilisables.

4. Modèles de conception des technologies éducatives

La littérature scientifique rend compte des approches et des modèles mis à profit par les technopédagogues pour la conception des technologies soutenant les activités d'enseignement en milieu scolaire et universitaire. Basque et Bondarenko (2022) passent en revue les approches et les modèles les plus connus au sein de la communauté des chercheurs en technologies éducatives en vue d'en faire ressortir les caractéristiques. Tout d'abord, ils abordent l'approche systémique, laquelle est mobilisée dans le modèle ADDIE, par exemple. Il est question d'un modèle général de conception des ressources éducatives et d'ingénierie pédagogique fondée sur l'approche *systémique*. Les auteurs rappellent que selon ce modèle linéaire (ou en cascade), le produit développé à l'issue de chaque étape du processus de conception constitue l'input de l'étape subséquente. Le modèle ADDIE regroupe les étapes suivantes : (1) l'analyse, (2) le design, (3) le développement, (4) l'implantation et (5) l'évaluation. L'étape de l'analyse consiste à étudier les besoins de formation ainsi que les caractéristiques des apprenants et les attentes de l'organisme de formation, et ce, en vue de dégager les besoins du projet d'ingénierie pédagogique et de ses contraintes. Cette étape constitue en quelque sorte une analyse des besoins et une étude de faisabilité du projet. S'ensuit l'étape du design qui traduit les besoins en des outputs de conception du système d'apprentissage. Il est question de définir les objectifs d'apprentissage, les compétences ciblées, la portée du programme de formation, les stratégies pédagogiques d'évaluation des acquis, les technologies retenues, ainsi que les médias à mettre à profit à des fins d'apprentissage. Cette étape inclut également la conception des prototypes de la technologie éducative. Vient ensuite l'étape du développement qui se veut plus technologique, puisqu'elle consiste à concrétiser les éléments spécifiés dans l'étape précédente. La phase de l'implantation traduit le déploiement de la technologie éducative auprès des usagers cibles, notamment en mettant à profit des infrastructures organisationnelle et technologique appropriées. Enfin, l'étape de l'évaluation intègre des mesures d'évaluation et d'amélioration continue de la technologie éducative déployée, tout en identifiant les lacunes et de suggérer des solutions pour les pallier. Ce modèle a été étudié par plusieurs chercheurs, dont Spatioti, Kazandis et Pange (2022) et Crompton et ses collaborateurs (2023) qui ont souligné ses avantages dans le cadre de la conception des dispositifs de formation à distance.

Basque et Bondarenko (2022) voient qu'en vue d'accélérer la mise en application du modèle ADDIE, l'approche *du prototypage rapide* est adoptée par les ingénieurs en technopédagogie pour la conception des technologies éducatives. Cette approche, laquelle se veut couramment adoptée pour la conception des logiciels en général (Basque et Bondarenko, 2022), met de l'avant le rôle clé de l'équipe de la conception de ces technologies dans le projet, notamment pour ce qui est de l'élaboration des prototypes et leur soumission aux représentants des clients, et ce, après l'étape de l'analyse des besoins. L'équipe recueille les avis des usagers et les intègre dans la conception de la technologie pour que les fonctionnalités de cette dernière s'alignent avec leurs besoins. L'approche du prototypage rapide favorise ainsi, selon les deux auteurs, la communication et la collaboration entre les parties prenantes, lesquelles partagent la responsabilité du contrôle du projet avec l'équipe des concepteurs des technologies éducatives. Basque et Bondarenko (2022) font mention de la méthode du prototypage rapide collaboratif pour décrire la démarche de la conception des technologies éducatives en s'inspirant de cette approche. Les usagers des technologies éducatives à concevoir sont activement impliqués dans le design pédagogique de celles-ci et le contrôle du projet (Basque et Bondarenko, 2022). L'approche du prototypage rapide se veut en partie similaire aux approches agiles, largement adoptées par les experts en génie logiciel pour développer des ressources informationnelles répondant aux attentes des clients (Basque et Bondarenko, 2022). Appliquées à la conception des technologies éducatives, les *approches agiles* favorisent une meilleure communication avec les clients ainsi que l'intégration continue du changement aux technologies, et ce, grâce au découpage du projet en sous-étapes ou sous-processus contrôlables. Cela favorise une plus grande flexibilité quant à l'intégration des changements suite aux demandes formulées par les usagers. Par exemple, en prenant les étapes du design-développement, il est question de les découper en sous-étapes et d'opter pour une démarche itérative consistant à apporter les ajustements nécessaires aux fonctionnalités conçues, jusqu'à ce qu'elles correspondent aux attentes des usagers (Basque et Bondarenko, 2022). Une des méthodes agiles est celle de la LLAMA (*Loft Like Agile Management Approach*), conçue par Megan Torrance pour pallier les lacunes du modèle ADDIE (Torrance, 2019). Plus précisément, il est question d'un modèle axé sur plus de flexibilité et l'ouverture au changement, contrairement au modèle ADDIE qui est marqué par la rigidité et la réalisation des processus en mode linéaire, en cascade (Torrance, 2019). L'auteure pose que le modèle LLAMA est basé sur le principe de l'itération des activités, et ce, jusqu'à l'atteinte du résultat désiré. Les étapes sont découpées en sous-étapes pour en favoriser le suivi, le contrôle et l'évaluation continus (Torrance, 2019). Les livrables sont ainsi soumis, au besoin, à des révisions périodiques en vue de les ajuster en fonction des besoins des usagers (Torrance, 2019).

4. Modèles de conception des technologies éducatives

Qui plus est, l'usage de cette méthode favorise une collaboration plus transversale entre un ensemble de parties prenantes, dont les technopédagogues, les dirigeants et les autres équipes des TI, dans le design de l'expérience d'apprentissage. À cela s'ajoute le modèle SAM (*Successive approximative model*) dont les caractéristiques convergent, avec le modèle LLAMA, vers les points suivants : (1) une distanciation du modèle ADDIE, avec une potentielle réinterprétation de certains de ses éléments managériaux pour les besoins du projet, (2) la collaboration entre les acteurs impliqués dans les projets, y compris les usagers, ainsi que (3) les cycles d'itération (Basque et Bondarenko, 2022). À ce sujet, Venkatraman et ses collaborateurs (2022) ont appliqué une approche agile dans le développement des stratégies d'enseignement gagnantes au profit des apprenants. Les auteurs posent que les modèles se basant sur les méthodes agiles favorisent l'intégration du point de vue des usagers dans l'intégration des paramètres qui semblent les plus adaptés à leurs besoins (Venkatraman et al., 2022). Dans le même esprit, Zhu et Ryzhkov (2021) ont étudié l'application d'un modèle agile dans la conception d'un programme de formation au premier cycle entre deux universités, soit l'université Petro Mohyla et l'institut polytechnique Yancheni. Il est question de découper le projet en plusieurs étapes et sous-étapes en vue d'en faciliter l'exécution, le contrôle, et au besoin, l'ajout des modifications nécessaires si les livrables ne correspondent pas aux besoins des apprenants et des enseignants. Les auteurs postulent que l'application du modèle agile implique davantage l'apprenant comme partie prenante et un usager plus actif. Il s'engage dans l'expression de ses besoins, lesquels sont à prendre en considération en vue de bonifier la qualité du programme de formation. Qui plus est, les chercheurs posent que ce modèle est lourd en bénéfices, notamment en termes de réduction des coûts de gestion, puisqu'il offre une grande souplesse dans l'ajout des changements nécessaires à apporter suite à la demande des étudiants.

Rejoignant les postulats de l'agilité, l'approche participative favorise, elle aussi, la collaboration des usagers dans une démarche de co-design des technologies éducatives. Or, à la différence des approches agiles qui considèrent que les usagers sont des acteurs centraux dans la conception technopédagogique, l'approche participative les dépasse pour inclure davantage de parties prenantes dans cette optique. Il peut être question des formateurs et des formatrices, des administrateurs, des membres de la communauté étudiante, des personnes représentant l'organisme ainsi que des parents (Basque et Bondarenko, 2022). La finalité ultime de ces approches participatives est d'intégrer le point de vue de tout acteur susceptible d'être touché par la technologie éducative à concevoir. Basque et Bondarenko (2022) posent que plusieurs modèles se basent sur cette approche, dont le modèle SER (*seeding, evolutionary growth and reseeding*: ensemencement, croissance évolutive et réensemencement). Celui-ci comprend trois étapes: (1) l'étape de l'ensemencement qui est celle où les enseignants, considérés comme des métaconcepteurs, développent la semence (c.à.d. la composante) dans une perspective collaborative. Cette semence est à déposer dans l'espace d'ensemencement pour inviter les apprenants à contribuer à son évolution. Durant la phase de la croissance évolutive, les apprenants vont utiliser la semence à des fins de résolution des problèmes. À l'étape de réensemencement, les métaconcepteurs et les apprenants déploient des efforts en vue d'organiser, de formaliser et de généraliser les solutions suggérées et ensuite les déposent dans l'espace de réensemencement où les solutions peuvent être repérées et partagées avec les cohortes à venir (Basque et Bondarenko, 2022). En bref, considérant les bénéfices de l'approche participative, Cumbo et Selwyn (2022) soulignent l'importance de la mise à profit de celles-ci dans la conception des technologies éducatives en contexte scolaire. Ils mettent de l'avant leur flexibilité et leur prise en considération des points de vue d'un ensemble d'acteurs, dont les experts en technologies, les enseignants et les apprenants (Cumbo et Selwyn, 2022).

Basque et Bondarenko (2022) identifient également une autre approche pour le design des technologies éducatives, soit celle du *design fondé sur les théories de l'apprentissage*. Basée sur des postulats comportementaux, elle vise à formuler les objectifs d'apprentissage sous forme de comportements observables mobilisant les facultés cognitives des apprenants. En outre, elle consiste à découper le contenu des programmes de formations en des unités. Constituant le fruit des efforts des chercheurs et des praticiens qui critiquent l'objectivité et la rationalité du modèle ADDIE, cette approche comprend plusieurs modèles, tels que le *Recursive Reflective design and development model* (Basque et Bondarenko, 2022). Celui-ci comprend les étapes clé du modèle ADDIE, soit la définition, la conception, le développement et la dissémination. Cependant, la mise en oeuvre des objectifs associés à chaque étape est caractérisée par l'itération. À cela s'ajoute le *Layers of negotiation model*, qui est basé sur une démarche de coconstruction de savoir, fondée sur une réflexion et une analyse de l'information itératives et effectuées dans plusieurs contextes et à multiples fins. Un autre modèle est celui du PD4L (*Proactive design for learning*), encourageant la collaboration entre les enseignants, les apprenants et les technopédagogues. Dans la première phase (construire), les composantes fonctionnelles de l'environnement d'apprentissage sont développées (ex. ressources, stratégies pédagogiques, activités de formation, etc.). Durant la deuxième phase (améliorer), ayant lieu au cours de la diffusion de la formation, une évaluation des acquis est effectuée auprès des apprenants et, au besoin, des améliorations sont apportées à l'environnement d'apprentissage. Dans la troisième phase (maintenance), les composantes de l'environnement d'apprentissage sont révisées, et ce, en prenant en considération la rétroaction des apprenants. S'agissant de la troisième méthode, appelée AiD (*Appreciative instructional design*), elle vise à mettre de l'avant, voire amplifier ce qui va bien dans la performance actuelle des membres du personnel d'une organisation. Par surcroît, l'objectif est de leur offrir une formation qui les incitera à développer leurs compétences à un niveau quasiment similaire à la performance idéale attendue par l'organisation (Basque et Bondarenko, 2022).

Dans le même ordre d'idées, l'approche du *design thinking* ou de conception créative se base sur la technique de résolution des problèmes de nature sociale mal définis, ne pouvant pas être résolus par des démarches systématiques. Ainsi, les concepteurs pédagogiques fondent leur travail sur les valeurs partagées par un groupe social pour définir les principes de la conception de la technologie. Fondée sur l'intuition, Basque et Bondarenko (2022) soulignent qu'une telle approche se veut chaotique et relativement floue, puisque le processus de conception du produit n'est pas clair au départ, mais se définit et s'améliore graduellement au fur et à mesure de l'avancement du projet. Basque et Bondarenko (2022) posent par surcroît que l'approche du *design thinking* se base sur plusieurs principes, dont la considération du design comme processus pour résoudre les problèmes, l'emphase mise sur la solution, la mise à profit de l'intuition à des fins de conception, l'usage des médias non verbaux ou textuels pour produire des modèles ou des graphes, ainsi que la dimension humaniste qui encourage la participation des utilisateurs avec les concepteurs des technologies éducatives dans un climat de socialisation. L'approche du *design thinking* a été abordée par Taimur et Onuki (2022) qui voient que sa mise à profit à des fins de conception pédagogique favorise, dans une logique itérative, le prototypage des technologies éducatives basé sur les attentes exprimées par les apprenants. Ils avancent aussi que l'utilisation de cette approche favorise une meilleure intégration du point de vue des apprenants dans la conception du contenu, compte tenu des données contextuelles (ex. régions, communautés), des outils numériques, des conditions facilitatrices et des processus attendus à des fins d'apprentissage (Taimur et Onuki, 2022). En outre, Baran et Alzoubi (2023) ont étudié, dans leur recherche, comment un module de *design thinking* peut être conçu et déployé dans une université. Celui-ci a porté sur un cours offert aux enseignants en cours de formation. Ces derniers ont été sollicités pour suggérer des pistes de solutions à des défis liés à la conception des technologies éducatives dans cette optique. Les auteurs ont ensuite examiné les perceptions de ces enseignants à l'égard du *design thinking* et des processus réalisés dans ce contexte, notamment en considérant ces acteurs comme des « enseignants-concepteurs ». Ensuite, une analyse qualitative des rapports renfermant les perceptions des étudiants face à la qualité de l'enseignement utilisant cette approche du *design thinking* a révélé qu'il est question d'une approche bénéfique qui a changé la manière dont ils perçoivent leurs relations avec leurs enseignants. Dans la même veine, Guaman-Quintanilla et ses collaborateurs (2023) ont étudié l'impact du *design thinking* sur les capacités des apprenants à résoudre des problèmes en mobilisant des compétences de créativité. Pour ce faire, les chercheurs ont évalué un cours dans lequel le modèle du *design thinking* a été utilisé par les apprenants en vue d'analyser des problèmes réels et y apporter des pistes de solutions pertinentes. Plus précisément, les auteurs voulaient explorer le degré d'influence du *design thinking*, des compétences de créativité et de résolution des problèmes, sur l'efficacité du cours et le rendement des apprenants. Les résultats de cette étude confirment l'effet positif du *design thinking* sur la stimulation de l'engagement des apprenants ainsi que le développement de leur autonomie et capacité à résoudre des problèmes nécessitant des aptitudes cognitives (Guaman-Quintanilla et al., 2023).

4. Modèles de conception des technologies éducatives

Basque et Bondarenko (2022) posent que le modèle ADDIE ne prend pas suffisamment en considération l'architecture de la technologie éducative à concevoir, c'est-à-dire ses différentes composantes fonctionnelles. C'est ainsi que *l'approche architecturale de la conception des technologies éducatives*, intégrant une théorie de design par couches, soit les couches (1) contenu, (2) message, (3) stratégie, (4) contrôle, (5) représentation, (6) gestion des données et (7) médiologique, a été suggérée. La couche *contenu* traduit la structure et le domaine de connaissance visé par l'activité d'apprentissage, tandis que la couche *stratégie* reflète les procédés stratégiques mis à profit pour la gestion des interactions avec les apprenants. La couche *message* oriente les échanges entre les enseignants, les apprenants et les systèmes d'apprentissage. La couche *contrôle* est responsable de la définition de la manière dont les apprenants réagissent aux instructions fournies par le système d'apprentissage. Pour la couche *représentation*, elle assure la signification de l'information fournie aux apprenants, tandis que la couche de la *gestion des données* exécute l'ensemble des opérations de traitement et d'analyse ainsi que du reporting à partir des données renfermées par le système. Enfin, la couche *médiologique* est celle qui est responsable de l'exécution des opérations des couches précédemment mentionnées.

Dans la même logique de la critique du modèle ADDIE, Basque et Bondarenko (2022) posent que celui-ci est rigide et manque de souplesse et que tout projet de conception des technologies éducatives doit prendre en considération un ensemble d'aspects contextuels. C'est dans cet esprit que *l'approche d'adaptation au contexte du projet* se veut pertinente, puisqu'elle offre plus de souplesse et d'adaptabilité au contexte du projet. Trois orientations existent dans cette optique, soit la *démarche de design du projet* selon les conditions et les contraintes de celui-ci. Il est question d'un modèle de design pédagogique qui incite les technopédagogues à développer des activités de conception pédagogique nécessaires à la suggestion des solutions plutôt bonnes qu'optimales, en prenant en considération les moyens disponibles (ex. ressources financières, humaines, matérielles, etc.). S'agissant de la seconde orientation, les technopédagogues incluent une série de recommandations pour assurer une meilleure adaptabilité des livrables au contexte du projet. D'après les auteurs, l'adaptation traduit un processus consistant à sélectionner un ensemble de tâches non seulement en fonction de la nature du projet, mais aussi selon le niveau de détail désiré pour accomplir celles-ci. La dernière orientation reflète le développement des méthodes suivant un aspect spécifique du projet, qu'il s'agisse du milieu (scolaire, universitaire, etc.), des caractéristiques des apprenants (ex. adultes), du champ de connaissances visé, ou encore des modalités de formation (ex. hybride, en ligne, etc.) et des types d'environnements d'apprentissage (Basque et Bondarenko, 2022).

Enfin, Basque et Bondarenko (2022) évoquent *l'approche du design par objets d'apprentissage*. Retrouvant ses fondements dans le paradigme orienté « objet », lequel favorise la création des composantes nommées objets réutilisables dans plusieurs contextes, cette approche considère un environnement d'apprentissage comme un agrégat de ressources ou de matériels de formation (Basque et Bondarenko, 2022). La finalité recherchée est d'élargir la sphère de la réutilisation de ces ressources (ex. textuelles, audiovisuelles, etc.), incluant les REL, dont la granularité est variable, et ce, en vue de favoriser le développement de meilleures conditions d'apprentissage. Ces ressources peuvent être réutilisées par les enseignants, les apprenants et les tuteurs. Parmi les méthodes les plus populaires on cite le *Learning object design model* qui combine les attributs du modèle ADDIE avec la théorie du design pédagogique pour le développement des environnements d'apprentissage dits constructivistes.

En résumé, le tableau suivant synthétise les principaux modèles de conception des technologies éducatives et leurs caractéristiques clés (voir p. 25):

Tableau 1 Les modèles de conception des technologies éducatives et leurs principales caractéristiques

Approche	Modèles	Caractéristiques
Approche systémique	<ul style="list-style-type: none"> Le modèle ADDIE (analyse, design, développement, implantation et évaluation) 	<ul style="list-style-type: none"> Linéaire, en cascade Le produit développé à l'issue de chaque étape du processus constitue l'input de l'étape subséquente
Approche par prototypage rapide	<ul style="list-style-type: none"> Le prototypage rapide collaboratif 	<ul style="list-style-type: none"> Importance du rôle de l'équipe de la conception de ces technologies dans l'élaboration des prototypes et leur soumission aux représentants des clients. L'équipe recueille les avis des usagers et les intègre dans la conception de la technologie
Approche participative	<ul style="list-style-type: none"> Le modèle <i>SER (seeding, evolutionary growth and reseeded: ensemencement, croissance évolutive et réensemencement)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Collaboration des usagers dans une démarche de co-design des technologies éducatives. Inclut davantage de parties prenantes, telles que des formateurs et des formatrices, des administrateurs, des membres de la communauté étudiante, des personnes représentant l'organisme ainsi que des parents.
Approche agile	<ul style="list-style-type: none"> SAM (<i>Successive approximative model</i>) LLAMA (Lot Like Agile Management Approach) 	<ul style="list-style-type: none"> Démarche itérative Découpage du projet en sous-étapes ou sous-processus contrôlables. Flexibilité quant à l'intégration des changements suite aux demandes formulées par les usagers
Approche du design thinking	<ul style="list-style-type: none"> Le cadre itératif inspiration-idéation-implémentation, Le cadre <i>IDEO</i> (désirabilité, viabilité, faisabilité), La méthode en cinq phases (découverte, interprétation, conception, expérimentation et évolution). 	<ul style="list-style-type: none"> Fondement sur la technique de résolution des problèmes de nature sociale mal définis, ne pouvant pas être résolus par des démarches systémiques. Les concepteurs pédagogiques fondent leur travail sur les valeurs partagées par un groupe social pour définir les principes de la conception. Le processus de conception du produit n'est pas clair au début du projet mais se définit et s'améliore graduellement au fur et à mesure de l'avancement du projet
Approche basée sur les théories d'apprentissage	<ul style="list-style-type: none"> Le <i>Recursive Reflective design and development model</i> Le modèle PD4L (<i>Proactive design for learning</i>) Le modèle AiD (<i>Appreciative instructional design</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> Fondée sur des postulats comportementaux Vise à formuler les objectifs d'apprentissage sous forme de comportements observables mobilisant les facultés cognitives des apprenants. Consiste à découper le contenu des programmes de formations en petites unités/modules avec des objectifs spécifiques
Approche architecturale	<ul style="list-style-type: none"> Le modèle intégrant une théorie de design par couches, soit les couches (1) contenu, (2) message, (3) stratégie, (4) contrôle, (5) représentation, (6) gestion des données et (7) médiologique. 	<ul style="list-style-type: none"> Prise en considération de l'architecture de la technologie éducative à concevoir, c'est-à-dire ses différentes composantes fonctionnelles et les contextes de leur usage.
Approche d'adaptation au contexte du projet	<ul style="list-style-type: none"> La démarche de design selon les conditions (ex. besoins) et les contraintes (ex. ressources matérielles, humaines et financières) du projet. 	<ul style="list-style-type: none"> Plus de souplesse Adaptabilité des processus aux contraintes du projet
Approche de design par objets d'apprentissage	<ul style="list-style-type: none"> Le <i>Learning object design model</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Basée sur le paradigme orienté « objet » Une meilleure réutilisabilité des ressources éducatives numériques (ex. textuelles, audiovisuelles, etc.) Élargissement des contextes et des finalités d'usage de ces ressources

5. Enjeux liés à la conception des technologies éducatives

En se basant sur la littérature scientifique en sciences de l'éducation, force est de constater que les chercheurs expriment une prudence due aux enjeux qui se présentent sur le plan de la conception des technologies éducatives pour faire face aux tendances actuelles du marché du travail et de l'évolution des besoins de la clientèle étudiante. Le premier enjeu est celui des compétences numériques requises pour l'exploitation rationnelle des technologies éducatives (Adedoyin et Altinay, 2023; Alamäki et al., 2021; Das et al., 2023; Smirani et Boulahia, 2022) tant pour les apprenants que pour les enseignants. Les chercheurs soulignent la nécessité d'opter pour des approches agiles et participatives (Cumbo et Selwyn, 2022; Venkatraman et al., 2022), intégrant davantage le point de vue usager dans la conception, le déploiement et l'usage des technologies éducatives utilisables et ergonomiques. Plus précisément, l'expérience utilisateur est au cœur de la conception de ces dispositifs technologiques soutenant les activités pédagogiques en contexte scolaire et universitaire. C'est plus particulièrement le cas pour la conception des technologies émergentes, dont les robots conversationnels, ainsi que l'intégration des approches expérientielles aux activités pédagogiques, telles que la gamification, la RA et la RV (Abdinejad et al., 2021; Agbo et al., 2023; Alamäki et al., 2021; Castro et al., 2023). À cela s'ajoutent les plateformes sur lesquelles les REL sont diffusées à l'intention des apprenants et des enseignants. Il est important de se soucier du degré d'aisance des usagers avec ces technologies, de concevoir celles-ci en fonction du niveau de compétences des usagers et du degré d'autonomie requis, faute de quoi elles ne seront pas suffisamment appropriables (Abdinejad et al., 2021; Agbo et al., 2023; Alamäki et al., 2021; Castro et al., 2023). Cela pourrait engendrer des pertes majeures dans des investissements en ressources informationnelles qui ne soutiennent pas suffisamment les activités pédagogiques dans le cadre desquelles elles ont été conçues.

Le point de vue usager ne se limite toutefois pas au volet technologique dans la conception des TI pédagogiques, mais le dépasse pour y intégrer aussi une dimension informationnelle. Cette dernière se rapporte plus particulièrement au contenu renfermé par la technologie, puisque la pertinence de l'information influe sur l'acceptation de cette technologie par les usagers (Baas et al., 2022). Si l'usage de la technologie ne s'aligne pas avec les attentes des usagers et les objectifs d'apprentissage précédemment fixés, il y aurait un fort risque que le dispositif ne soit pas utilisable par les apprenants. C'est le cas, par exemple, de la RV et de la RA, lesquelles renferment un potentiel d'immersion dans des environnements numériques en offrant aux usagers une expérience d'apprentissage évolutive, et ce, grâce à l'enrichissement des concepts complexes, représentés par des objets réels, avec des objets numériques superposés.

Un autre enjeu émanant de la recension des écrits est celui de la régulation de l'usage des dispositifs de l'IA en contexte éducatif. Alors que les chercheurs ont souligné que l'exploitation de l'IA en contexte scolaire et universitaire soulève des enjeux éthiques et légaux sur le plan de la protection de la vie privée et de l'atteinte à l'intégrité académique (Cotton, Cotton et Shipway, 2023; Crawford, Cowling et Allen, 2023; Karim, 2023; Farrokhnia et al., s.d.; Kasneci et al., 2023; Perkins, 2023; Sallam, 2023; Tili et al., 2023), force est de constater qu'il n'y a pas encore de cadre légal et réglementaire qui peut régir l'usage responsable de ces dispositifs par les enseignants et les apprenants. Cette lacune influencerait le processus de développement des technologies éducatives utilisant l'IA, puisque les concepteurs pédagogiques ne connaissent pas les limites de leur intervention en tant que technopédagogues. Ils ignorent leur sphère de légitimité dans le contexte de l'exploitation des données personnelles à des fins de conception des technologies éducatives évolutives à l'intention des apprenants et des enseignants.

Un dernier enjeu est lié aux coûts d'acquisition et de développement des technologies éducatives. Plusieurs chercheurs soulignent l'enjeu financier dans cette optique et rappellent que les établissements d'enseignement n'ont pas tous les ressources nécessaires pour l'acquisition des technologies soutenant les activités pédagogiques (Abdinejad et al., 2021; Adedoyin et Altinay, 2023; Alamäki et al., 2021; Ling, Zhu et Yu, 2021). En guise d'exemple, l'intégration de la RA et de la RV dans les activités d'enseignement commande l'acquisition de l'équipement nécessaire à cette fin (ex. tablettes, lunettes spéciales pour la visualisation, etc.), ce qui s'avère coûteux (Abdinejad et al., 2021).

En résumé, la conception et l'usage des technologies éducatives commandent la prise en considération d'un ensemble de facteurs liés à la technologie elle-même, aux compétences numériques des enseignants et des apprenants, ainsi qu'un ensemble de paramètres organisationnels tels que les ressources financières. À cela s'ajoute la question de la réglementation de l'usage de ces dispositifs technologiques, que ce soit dans l'optique de la protection de la propriété intellectuelle que de la vie privée. Pour ce faire, les chercheurs ont formulé un ensemble de recommandations pour les concepteurs de ces technologies, et ce, en vue de pallier les enjeux précédemment soulevés.

6. Recommandations pour les concepteurs des technologies éducatives

Certains chercheurs ont formulé, sur la base de leurs études empiriques, une série de recommandations aux concepteurs des technologies éducatives. Par exemple, le dialogue continu est important entre les enseignants et les apprenants d'une part, et les concepteurs des technologies éducatives, d'autre part, pour que celles-ci soient conviviales et alignées avec les attentes exprimées par les parties prenantes (Martin et Bolliger, 2023). Certains chercheurs vont mettre l'accent sur la nécessaire formation et l'accompagnement des enseignants et des apprenants pour mieux s'approprier les technologies éducatives (Munir, 2022; Sunar, Yukselturk et Duru, 2022; Taimur et Onuki, 2022). Les approches agiles, participatives et celles basées sur le *design thinking*, semblent constituer de bonnes avenues pour appliquer ces recommandations et mettre l'utilisateur au centre de la conception technopédagogique (Basque et Bondarenko, 2022).

D'autres chercheurs, empruntant plutôt une perspective managériale, mettent l'accent sur l'importance du développement d'une culture d'amélioration continue dans la conception des technologies éducatives (Venkatraman et al., 2022). Cette approche favorise une souplesse et une intégration continues des changements suggérés par les utilisateurs afin d'améliorer la qualité de l'offre de l'industrie de l'Edtech, de telle sorte que les produits développés correspondent aux attentes des communautés desservies (Cumbo et Selwyn, 2022; Taimur et Onuki, 2022).

La question de la priorisation des investissements (Stefaniak, Baaki et Stapleton, 2022) financiers en matière d'acquisition des technologies éducatives et de leur développement est aussi une recommandation faite par les chercheurs qui se sont attachés aux enjeux liés à l'adoption des technologies éducatives dans des milieux éducatifs qui en manquent. .

Par ailleurs, la réglementation de l'usage de l'IA en éducation et en enseignement supérieur constitue l'une des recommandations faites par les chercheurs s'intéressant à l'usage responsable des robots conversationnels à des fins pédagogiques (Cotton, Cotton et Shipway, 2023; Crawford, Cowling et Allen, 2023; Karim, 2023; Kasneci et al., 2023; Perkins, 2023; Sallam, 2023; Tlili et al., 2023). Sans cadre légal ou institutionnel valide, les enseignants et les apprenants, ainsi que les concepteurs pédagogiques, peinent à déterminer le degré de légitimité quant à l'usage de ces dispositifs d'automatisation.

Dans cette même logique de réglementation, la diffusion et l'usage des REL doivent être promus auprès des enseignants et des apprenants. Il est plus précisément question des particularités des licences du type *Creative Commons*, lesquelles demeurent peu connues chez certains usagers (Smirani et Boulahia, 2022; Sunar, Yukselturk et Duru, 2022). Enfin, la question de la priorisation des investissements (Stefaniak, Baaki et Stapleton, 2022) financiers en matière d'acquisition des technologies éducatives et de leur développement est aussi une recommandation faite par les chercheurs qui se sont attachés aux enjeux liés à l'adoption des technologies éducatives dans des établissements d'enseignement qui n'ont pas assez de ressources à exploiter dans cette optique.

Néanmoins, il convient de mentionner que certains pays se sont dotés de leurs propres standards en matière d'encadrement de la cybersécurité et de l'intelligence artificielle en contexte d'éducation et d'enseignement supérieur.

7. Standards et les lignes directrices pour encadrer l'usage de l'IA en éducation et enseignement supérieur

Plusieurs standards et lignes directrices ont été établis à l'échelle locale et internationale en vue d'assurer un meilleur encadrement de l'usage de l'IA en éducation et enseignement supérieur². Il est question du ST4S (*Safer Technologies for Schools*) en Australie et en Nouvelle-Zélande, ainsi qu'un ensemble de lignes directrices éthiques établies par l'UNESCO (2019), Nguyen et ses collaborateurs (2023) et la Commission européenne (2022).

7.1 Le standard *Safer Technologies for Schools* (ST4S) de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande

Ce standard a été développé par le Groupe de travail ST4S dans un objectif d'assurer la sécurité et le respect de la vie privée des apprenants et des enseignants qui font usage des technologies dans le cadre des activités d'apprentissage en contexte scolaire. Il est question d'un outil d'évaluation (sous forme d'un questionnaire) de la conformité des technologies utilisées en milieu éducatif en regard d'un ensemble de critères mis de l'avant dans ce standard. Les aspects évalués portent sur la protection des données sensibles, la sécurité organisationnelle, les pratiques du développement des solutions logicielles, les mesures d'interopérabilité avec les autres systèmes, le contrôle de la vie privée et la gestion des incidents de confidentialité (*Safer Technologies for Schools*, s.d.). Le questionnaire est adressé aux concepteurs et aux fournisseurs des technologies éducatives associés à un ensemble d'écoles. Ils sont tenus de remplir ce dernier en vue de déterminer leur degré de conformité aux bonnes pratiques établies par le Groupe de travail en regard de la protection de l'identité numérique et de la vie privée des usagers (*Safer Technologies for Schools*, s.d.). Les résultats sont ensuite vérifiés par le Groupe de travail avec les fournisseurs des technologies éducatives pour ensuite établir, dans une perspective collaborative, les principaux points à améliorer et, le cas échéant, les pistes de solutions aux problèmes rencontrés (*Safer Technologies for Schools*, s.d.). Les dirigeants de l'information (*Chief Information Officers*) et le Ministère de l'Éducation de la Nouvelle-Zélande sont ensuite informés des résultats de l'évaluation et les transmettent aux écoles concernées (*Safer Technologies for Schools*, s.d.). *Grosso modo*, il est question d'un standard qui pourrait servir d'un substitut aux instruments de régulation légale en regard de l'usage de l'intelligence artificielle en milieu éducatif. Les concepteurs des technologies éducatives pourraient s'en servir au Québec en vue d'évaluer leur degré de conformité aux bonnes pratiques liées à la cybersécurité dans la conception des dispositifs technologies sécuritaires et fiables.

7.2 Les principes établis par Nguyen et ses collaborateurs (2023)

Conscients de l'importance d'encadrer l'usage des dispositifs de l'IA et de leur conception dans une perspective sécuritaire favorisant le respect de la vie privée des apprenants et des enseignants, Nguyen et ses collaborateurs (2023) ont établi un ensemble de principes éthiques dans cette optique. Il est question de (1) la gouvernance et la gestion responsable, (2) la transparence et l'imputabilité, (3) la durabilité et la proportionnalité, (4) la privacité, (5) la sécurité, (6) l'inclusivité et (7) l'approche centrée sur l'humain.

Le principe de la *gouvernance et de la gestion responsable* traduit l'usage des procédés de gestion appropriés et une responsabilisation claire des parties prenantes impliquées dans la conception et l'usage des dispositifs de l'IA. Autrement dit, les politiques à établir en matière d'encadrement de l'IA doivent énoncer clairement les rôles et les responsabilités de chaque acteur impliqué dans ce contexte. Cela fait en sorte que chacun soit informé de ses droits et obligations dans la conception et l'usage de tels dispositifs, tout en développant une certaine conscience à l'égard des impacts sociétaux de l'IA. Pour le principe de *la transparence et de l'imputabilité*, il est question de développer une relation de confiance entre les concepteurs des technologies éducatives, les enseignants et les apprenants en regard des modalités de collecte, de l'usage et de la gestion du cycle de vie des données personnelles (ex. *learning analytics*), ainsi que les personnes impliquées dans leur traitement. Plus précisément, toute personne faisant usage d'une technologie intégrant une fonctionnalité de l'IA doit être informée de l'ensemble des usages qui seront faits de ses données personnelles, question de rassurer cette personne sur les circonstances de la collecte et l'usage des données de navigation en ligne. Aussi, il est important de prendre en considération la notion de consentement de l'utilisateur, et ce, pour que ces données ne soient collectées qu'après l'accord de ce dernier à cette fin. Le *principe de la durabilité et de la proportionnalité* traduit la nécessité de développer des dispositifs de l'IA dans le respect de l'environnement, l'économie, la politique et la culture des sociétés.

2 Cette partie constitue un résumé de ces textes. Toutes les idées rapportées ici appartiennent aux auteurs de ces textes.

7. Standards et les lignes directrices pour encadrer l'usage de l'IA en éducation et enseignement supérieur

Plus précisément, il est question d'optimiser l'efficacité et de minimiser les empreintes écologiques associées à la conception des technologies utilisant l'IA. S'agissant du principe de la *privacit *, celui-ci renvoie au nécessaire respect des exigences éthiques en regard de la protection de la vie privée des individus. Il est question de prendre en considération les perceptions des apprenants et des enseignants à l'égard de la manière dont leurs données personnelles sont mises à profit afin de développer des outils d'IA à intégrer en  ducation. Par exemple, les données accumulées sur la performance des apprenants (ex. rendement académique et scolaire) peuvent être utilisées à des fins de prédiction future, ce qui représente un degré de sensibilité et peut ne pas être accepté par les apprenants. Il est dès lors important de connaître les points de vue des personnes concernées afin d'évaluer leur niveau d'appréciation d'un tel usage pour améliorer les conditions d'apprentissage en utilisant le potentiel des outils de l'IA. Cela mobilise également la notion de consentement précédemment évoquée, laquelle traduit le nécessaire accord de la personne concernée quant à la collecte et l'usage de ses données personnelles. Le principe de la *sécurité* rejoint ces postulats, mais revêt plutôt une portée technique renvoyant à la nécessaire configuration sécuritaire des technologies éducatives utilisant l'IA pour réduire les risques de l'hameçonnage et l'usage des données personnelles des apprenants et des enseignants par des cybercriminels. Il est dès lors vital de procéder à des tests réguliers des technologies intégrant l'IA et d'appliquer les mesures sécuritaires appropriées pour protéger l'identité numérique des usagers d'une part, et la sécurité des données sensibles et personnelles, d'autre part, avant de procéder au déploiement de ces solutions technologiques en contexte scolaire ou universitaire. Le principe de l'*inclusivité* traduit la nécessité de la prise en compte de l'infrastructure, de l'équipement, des compétences et de l'acceptabilité sociale entourant l'intégration de l'IA en  ducation. Cela signifie que la conception, le déploiement et l'usage des dispositifs de l'IA doivent considérer le niveau de maturité de chaque pays en matière de l'intégration du numérique dans ses activités, puisqu'il y a des pays qui se dotent de ressources limitées pour soutenir la transformation numérique du secteur de l' ducation. Telle situation engendre une certaine discrimination, voire une exclusion d'une certaine catégorie des apprenants par rapport aux autres, et ce, faute de ressources suffisantes pour soutenir la digitalisation. Il est dès lors important de prendre en considération le critère des coûts (ex. *affordability*) en développant des technologies à moindre coût, pour que cela favorise une meilleure inclusivité quant à l'usage de l'IA en éducation.   cela s'ajoutent les biais liés à la race, à l'ethnicité et au genre qui peuvent affecter les algorithmes d'apprentissage associés aux technologies éducatives utilisant l'IA. Ainsi, il convient de s'assurer que les données utilisées par ces algorithmes sont neutres et engendrent le minimum du biais possible pour favoriser une meilleure inclusivité. Enfin, le principe de la *centralisation sur l'humain* traduit la conception des technologies éducatives tenant compte des compétences des usagers, de telle sorte que l'usage de celles-ci favorise l'autonomie individuelle. Il est primordial de considérer que les individus qui font usage de ces dispositifs ne possèdent pas tous des compétences numériques et cognitives égales, ce qui risque de limiter leur appropriation de ces derniers. Aussi, les perceptions personnelles à l'égard de l'IA peuvent aussi influencer la motivation des usagers à exploiter les dispositifs technologiques. Cela commande une formation des enseignants en vue d'acquérir les aptitudes nécessaires à l'intégration de l'IA en  ducation. Ils sont aussi à informer les apprenants sur le potentiel de l'IA dans le soutien des activités d'apprentissage. Aussi, le développement d'une telle conscience collective chez les apprenants requiert des compétences transversales non seulement chez les enseignants, mais aussi les développeurs des technologies, les chercheurs et les décideurs, et ce, en vue de développer des systèmes de l'IA qui peuvent être utilisés pour soutenir les activités pédagogiques.

7.3 Le consensus de Beijing sur l'IA et l'éducation

Le consensus de Beijing sur l'IA et l'éducation (2019) a réuni un ensemble de spécialistes en sciences de l'éducation afin d'élaborer un ensemble de lignes directrices et des recommandations à l'égard de l'intégration de l'IA en éducation et en enseignement supérieur. Celles-ci ont porté sur un ensemble de points, notamment (1) la définition des politiques éducatives, (2) l'usage de l'IA à des fins de gestion des activités éducatives, (3) l'usage de l'IA pour soutenir les enseignants et l'enseignement, (4) le développement des valeurs et des compétences en regard de l'usage de l'IA dans des programmes d'éducation tout au long de la vie, (4) la promotion d'une IA équitable et inclusive en éducation, (5) l'IA et l'égalité des sexes, (6) l'IA équitable, transparente et éthique, (7) le contrôle, la recherche et l'évaluation et (8) le financement et la coopération internationale.

Pour la *définition des politiques éducatives*, les recommandations portent essentiellement sur la nécessité de la gouvernance de l'IA en éducation, notamment en concertant les efforts des décideurs et des instances gouvernementales en vue d'élaborer des lignes directrices délimitant les sphères de l'usage de l'IA à des fins pédagogiques. Il est aussi question de développer des stratégies et des plans d'action alignés avec ces politiques éducatives, et ce, avec une perspective axée sur l'apprentissage tout au long de la vie.

L'*IA pour la gestion de l'éducation* traduit la nécessité d'avoir un bon usage des données collectées et utilisées par des dispositifs de l'IA. Il est plus spécifiquement question d'opter pour un usage ciblé de l'IA en éducation, notamment en priorisant les outils qui sont les plus bénéfiques et dont la valeur ajoutée est plus importante pour les activités d'enseignement. Aussi, les institutions éducatives doivent développer des programmes de formation pour veiller à l'amélioration des compétences des enseignants en regard de l'intégration de l'IA dans leurs activités pédagogiques.

L'*usage de l'IA pour soutenir les enseignants et l'enseignement* traduit la nécessité de cerner le point de vue des enseignants en regard de l'intégration de l'IA dans les programmes de formation qu'ils offrent aux apprenants. Rejoignant ce qui a été précédemment évoqué dans le paragraphe antérieur, il est important d'offrir des formations appropriées aux enseignants en vue de favoriser une intégration plus efficace de l'IA en éducation. Il est aussi question de rappeler que l'IA ne substituera jamais aux compétences des enseignants: malgré l'automatisation de certaines tâches, l'encadrement humain se veut toujours essentiel.

Le *développement des valeurs et des compétences en regard de l'usage de l'IA dans des programmes d'éducation tout au long de la vie* signifie qu'il faut mettre à jour et développer des mécanismes et des outils permettant d'anticiper et d'identifier les compétences actuelles et futures recherchées pour développer des dispositifs de l'IA. Cela est important pour faire face au caractère changeant du marché des solutions technologiques et de l'économie. Aussi, il convient de souligner que les compétences liées à l'IA commandent une collaboration homme-machine, sans oublier la considération des compétences essentielles telles que la culture numérique et la littératie. Enfin, il est crucial de définir des plans à moyen ou à long terme pour soutenir les institutions d'enseignement dans leur mission de développement des cours et des programmes de formation en matière d'IA, et ce, pour former des professionnels de l'information et des développeurs capables de faire face aux enjeux engendrés par le caractère changeant des technologies.

S'agissant du *rôle de l'IA dans l'offre des programmes de formation tout au long de la vie*, il est question d'opter pour un usage de l'IA dans une perspective d'inclusion favorisant à la fois l'éducation formelle et informelle à tous les apprenants. Il est plus précisément question de l'exploitation du potentiel de l'IA pour développer des systèmes d'apprentissage flexibles, disponibles à n'importe quel moment, et peu importe la localisation géographique de l'apprenant, et ce, tout en offrant à celui-ci une expérience personnalisée et adaptée à ses besoins. Un moyen de le faire est de faire le bon usage des données du *learning analytics* pour développer des activités personnalisées selon les compétences de chaque apprenant.

7. Standards et les lignes directrices pour encadrer l'usage de l'IA en éducation et enseignement supérieur

Pour ce qui est de *la promotion d'une IA inclusive et équitable en éducation*, il est question de s'assurer que l'usage de l'IA encourage l'intégration des valeurs axées sur l'inclusion et l'équité, de telle sorte que toute personne, quel que soient son âge, son genre, sa situation sociale ou géographique, ou encore sa race, ait accès à des programmes de formation tout au long de sa vie. Aussi, l'intégration de l'IA en éducation ne doit pas intensifier le risque lié à la fracture numérique, mais plutôt être déployée dans une perspective favorisant le développement des compétences, notamment pour les personnes vulnérables et celles nécessitant des accommodements et présentant des besoins particuliers. L'aspect de *l'égalité des sexes* rejoint en partie cette logique d'inclusion et d'équité, puisqu'il importe de réduire le fossé entre les sexes en regard du développement des compétences numériques, notamment dans les sociétés où cet écart est majoritairement perçu chez les femmes. Il est aussi question de veiller à offrir des programmes de formation pour des futures professionnelles en IA pour que la répartition des spécialistes en IA soit plus équitable entre les hommes et les femmes.

L'aspect de *l'usage éthique et transparent des données personnelles et des algorithmes* est important afin de créer un lien de confiance chez les apprenants à l'égard de l'usage des technologies utilisant des fonctionnalités de l'IA. Il faut opter pour démarche transparente renseignant les usagers sur les logiques de développement de ces outils et de la manière dont les algorithmes apprennent en exploitant les données personnelles. Il faut aussi opter pour des principes de responsabilité et de conception des outils basée sur la sécurité et le respect de la vie privée des usagers. Il faut également tester les technologies et les adapter, au besoin, aux attentes et aux perceptions exprimées par les enseignants et les apprenants. Pour ce faire, il importe de se doter de lignes directrices, de lois et de politiques à propos desquelles les usagers seront informés pour être assurés que leurs données sont collectées et traitées à des fins d'amélioration de leur expérience d'apprentissage en ligne.

Sur le plan du *contrôle, de l'évaluation et de la recherche*, les spécialistes recommandent l'avancement de la recherche sur l'intégration de l'IA en éducation, notamment en se penchant sur les nouvelles formes d'apprentissage engendrées par l'IA. Pour ce faire, il est vital d'opter pour des approches interdisciplinaires conjuguant les corpus scientifiques relatifs à l'IA avec ceux de l'éducation. Aussi, il est crucial d'encourager les approches utilisant une lecture comparative sur le plan national, et ce, en vue d'avoir une idée plus claire sur le déploiement de l'IA en contexte éducatif. Enfin, la prise en considération du caractère changeant des mécanismes d'évaluation et du contrôle est importante pour mesurer l'impact de l'IA en éducation, en enseignement et en apprentissage, et ce, en vue d'offrir une base solide pour le développement des politiques appropriées à cet effet.

Enfin, la question du *financement et du développement des relations de partenariat à l'échelle internationale* se veut importante, puisque la répartition des ressources soutenant l'intégration de l'IA en éducation est inéquitable à l'échelle internationale, notamment pour l'Afrique et les pays affectés par des conflits et des désastres. Pour ce faire, il est important de coordonner des actions collectives en vue de promouvoir un usage plus équitable de l'IA en éducation, en conformité avec les droits de l'homme et l'égalité des sexes. La constitution d'une communauté internationale abordant les enjeux communs sur l'IA en éducation se veut aussi une piste prometteuse à explorer dans cette optique. L'alignement de la coopération internationale avec les besoins identifiés à l'échelle nationale quant à l'usage de l'IA en éducation est aussi important pour encourager la collaboration intersectorielle et le partage de l'information pertinente entre l'ensemble des parties prenantes nationales et internationales. Il importe aussi d'offrir des plateformes numériques pour l'échange international sur les cadres de régulation de l'usage de l'IA dans l'enseignement, ainsi que des outils et des approches pertinentes favorisant une meilleure intégration de l'IA en éducation.

7.4 Lignes directrices de la Commission européenne

Consciente des enjeux engendrés par l'IA en éducation, la Commission européenne a élaboré un ensemble de lignes directrices en vue d'encadrer l'usage de l'IA dans les établissements d'enseignement. Ces lignes directrices s'appuient sur un ensemble de considérations, notamment (1) l'action humaine et le contrôle humain, (2) la transparence, (3) la diversité, la non-discrimination et l'équité, (4) le bien-être sociétal et environnemental, (5) le respect de la vie privée et la gouvernance des données, (6) la robustesse technique et la sécurité ainsi que (7) la responsabilisation.

L'action humaine et le contrôle humain signifient que l'usage de l'IA en éducation est supervisé par des enseignants compétents qui comprennent la pertinence de l'intégration de ces technologies à des fins d'apprentissage. Aussi, les apprenants et les enseignants sont en contrôle de la manière dont l'IA utilise leurs données personnelles. Autrement dit, il est possible de retirer le consentement ou de ne pas accepter de faire la collecte de ses données personnelles. Aussi, il est question de la nécessaire formation dispensée par des spécialistes compétents à l'attention des enseignants pour favoriser une intégration plus éthique et conforme de l'IA dans les activités d'apprentissage. La *transparence* traduit la possibilité d'informer les usagers des systèmes de la manière dont les algorithmes fonctionnent et dont les données personnelles sont collectées par les dispositifs de l'IA. La *diversité, la non-discrimination et l'équité* renvoient à la réduction des barrières possibles entravant l'accès à l'usage de l'IA en éducation. Cela signifie que les dispositifs de l'IA sont accessibles à toute personne sans distinction par rapport à son âge, son sexe ou son identité ou encore ses compétences. Une attention particulière doit être accordée aux apprenants ayant des besoins spécifiques, notamment en incluant des fonctionnalités spéciales représentant des mesures d'accommodement pour cette catégorie d'usagers. Le *bien-être sociétal et environnemental* traduit la nécessité de se conformer à des principes de durabilité et de protection de l'environnement, l'incidence sociale, la société et les valeurs démocratiques. Plus précisément, il est question, d'une part, de vérifier si l'usage des outils de l'IA engendre des émotions chez les apprenants, voire une résistance à cet égard. Il est aussi question de déterminer si les parents des élèves sont informés et consentent de l'usage des dispositifs de l'IA par leurs enfants dans un contexte éducatif. Le développement d'une conscience à l'égard des conséquences de l'usage de ces outils sur le plan social s'impose, notamment en vérifiant l'alignement avec les valeurs partagées dans la société. Pour le *respect de la vie privée et la gouvernance des données*, il s'agit de respecter la confidentialité des données et l'application des mesures garantissant leur anonymisation, leur qualité (ex. Intégrité) et la définition des matrices d'accès encadrant leur accessibilité technique. Il est aussi question de l'existence d'un moyen pour signaler des problèmes d'atteinte à la vie privée, notamment en regard du respect du Règlement général de la protection des données (RGPD). Pour ce qui est de la *robustesse technique et de la sécurité*, cela renvoie à la capacité des dispositifs de l'IA à résister aux cyberattaques et à la violation des données, et à être configuré avec des mesures sécuritaires appropriées. Il est aussi question de la fiabilité du système, sa précision et sa reproductibilité, grâce à l'existence de l'information pertinente permettant de rassurer les élèves et leurs parents sur les mesures sécuritaires selon lesquelles le système est configuré. Enfin, la *responsabilisation* renvoie à la capacité d'identifier les personnes responsables de l'encadrement de l'acquisition du système, son déploiement, son usage et sa maintenance. Cela renvoie aussi à l'auditabilité et à la manière dont la performance du système est évaluée, la communication des incidences négatives de l'usage du système auprès des parties prenantes concernées.

Somme toute, les standards et les lignes directrices établis par les communautés de pratique, les chercheurs et les organismes à but non lucratif reflètent une conscience collective à l'égard des enjeux engendrés par l'IA en éducation et en enseignement supérieur. Le Québec pourrait s'en inspirer pour développer ses propres lignes directrices, adaptées à la réalité vécue chez les enseignants et les apprenants québécois.

Conclusion

Que ce soit en milieu scolaire ou universitaire, l'intégration des technologies éducatives dans les activités d'enseignement aide à offrir aux apprenants une expérience conviviale favorisant une meilleure appropriation des connaissances. Qu'il s'agisse des robots conversationnels, de la réalité virtuelle et augmentée, de la gamification ou du déploiement des plateformes de ressources éducatives libres, ces dispositifs stimulent aussi la collaboration entre les enseignants et les apprenants, ce qui favorise une meilleure interactivité entre les deux parties. Cependant, la conception, le déploiement et l'usage de ces technologies font naître une série d'enjeux éthiques, numériques et financiers émergent dans ce contexte. En vue de faire face à des défis et au caractère changeant des besoins et des technologies offertes sur le marché du travail, les technopédagogues se doivent d'opter pour des stratégies de collaboration avec les enseignants et les apprenants, tout en intégrant une culture d'amélioration continue dans leurs pratiques. Aussi, ils doivent effectuer une veille juridique en vue de surveiller l'évolution du cadre légal et réglementaire régissant l'usage de l'intelligence artificielle et la protection de la vie privée en contexte numérique.

Sources citées

- Abdinejad, M., Talaie, B., Qorbani, H. S., & Dalili, S. (2021). Student Perceptions Using Augmented Reality and 3D Visualization Technologies in Chemistry Education. *Journal of Science Education & Technology*, 30(1), 87-96. [aph. https://link.springer.com/article/10.1007/s10956-020-09880-2](https://link.springer.com/article/10.1007/s10956-020-09880-2)
- Adedoyin, O. B., & Altinay, F. (2023). Open educational resources : Evaluation of students' intention to use and motivation to create. *British Journal of Educational Technology*, bjet.13313. <https://doi.org/10.1111/bjet.13313>
- Agbo, F. J., Olaleye, S. A., Bower, M., & Oyelere, S. S. (2023). Examining the relationships between students' perceptions of technology, pedagogy, and cognition : The case of immersive virtual reality mini games to foster computational thinking in higher education. *Smart Learning Environments*, 10(1), 16. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00233-1>
- Aguilera Hermida, A. P., Avci, D., & Poyrazli, S. (2021). The COVID-19 Pandemic, University Students in Turkey, and Emergency Online Learning. *International Journal of Curriculum and Instructional Studies*, 11(2), 219-236. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1329289.pdf>
- Aina, A. Y., & Ogegbo, A. A. (2021). Teaching and Assessment through Online Platforms during the COVID-19 Pandemic : Benefits and Challenges. *Journal of Education and e-Learning Research*, 8(4), 408-415. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1334811.pdf>
- Alamäki, A., Dirin, A., Suomala, J., & Cheul Rhee. (2021). STUDENTS' EXPERIENCES OF 2D AND 360° VIDEOS WITH OR WITHOUT A LOW-COST VR HEADSET: AN EXPERIMENTAL STUDY IN HIGHER EDUCATION. *Journal of Information Technology Education: Research*, 20, 309-329. <http://www.jite.org/documents/Vol20/JITE-Rv20p309-329Alamaki7126.pdf>
- Altıparmak, I. B., & Cebecioglu, G. (2022). Evaluation of the Reflections of Pandemic (COVID-19) on University Education from the Perspective of Faculty. *Participatory Educational Research*, 9(4), 270-288. <https://www.oecd.org/education/the-impact-of-covid-19-on-education-insights-education-at-a-glance-2020.pdf>
- Altun, T., Akyildiz, S., Gülay, A., & Özdemir, C. (2021). Investigating Education Faculty Students' Views about Asynchronous Distance Education Practices during COVID-19 Isolation Period. *Psycho-Educational Research Reviews*, 10(1), 34-45. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1300041>
- Alves dos Reis, C. A., Simões, M., & Flores-Tena, M. (2021). Students' Pre and Post COVID-19 Perception of Higher Education Switch to Online : An Exploratory Study in Portugal. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 16(5), 2368-2377. <https://www.semanticscholar.org/paper/Students%E2%80%99-pre-and-post-COVID-19-perception-of-to-An-Reis-Sim%C3%B5es/1e0ea91bb179b6cab8d4f407f58571e9b0837dec>
- Andrew, L., Wallace, R., & Sambell, R. (2021). A Peer-Observation Initiative to Enhance Student Engagement in the Synchronous Virtual Classroom : A Case Study of a COVID-19 Mandated Move to Online Learning. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 18(4). eric. <https://aces.bibl.ulaval.ca/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=EJ1304519&site=ehost-live>
- Andrews, T., & Green, K. (2021). Pandemic-Inspired Insights : What College Instructors Learned from Teaching When COVID-19 Began. *Journal of College Science Teaching*, 51(1), 42-48. <https://www.jstor.org/stable/27133139>
- Ankomah, W. S. (2022). Conditions Fostering International Graduate Students' Happiness and Engagement during the COVID-19 Pandemic. *World Journal of Education*, 12(1), 1-16. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1342966.pdf>
- Baas, M., Van Der Rijst, R., Huizinga, T., Van Den Berg, E., & Admiraal, W. (2022). Would you use them? A qualitative study on teachers' assessments of open educational resources in higher education. *The Internet and Higher Education*, 54, 100857. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2022.100857>

Babelyuk, O., Koliassa, O., Lopushansky, V., Smaglii, V., & Yukhymets, S. (2021). Psychological Difficulties during the COVID Lockdown : Video in Blended Digital Teaching Language, Literature, and Culture. Arab World English Journal, 172-182. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1311296>

Baran, E. et Alzoubi, D. (2023). Design thinking in teacher education : Morphing preservice teachers' mindsets and conceptualizations. Journal of Research on Technology in Education, 1-19. <https://doi.org/10.1080/15391523.2023.2170932>

Basque, J., & Bondarenko, M. (2022). Les méthodes d'ingénierie pédagogique d'hier à aujourd'hui: évolution ou révolution? Dans Paquette, G., Basque, J. et Henri, F. (dir), Apprendre et enseigner sur le web: quelle ingénierie pédagogique (55-88). Québec: Presses de l'université du Québec.

Bodzin, A., Junior, R. A., Hammond, T., & Anastasio, D. (2021). Investigating Engagement and Flow with a Placed-Based Immersive Virtual Reality Game. Journal of Science Education & Technology, 30(3), 347-360. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10956-020-09870-4>

Bressler, D. M., Shane Tutwiler, M., & Bodzin, A. M. (2021). Promoting student flow and interest in a science learning game : A design-based research study of School Scene Investigators. Educational Technology Research & Development, 69(5), 2789-2811. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1316675#:~:text=Promoting%20Student%20Flow%20and%20Interest%20in%20a%20Science,research%20study%20that%20was%20conducted%20over%20three%20iterations>

Camacho-Sánchez, R., Manzano-León, A., Rodríguez-Ferrer, J. M., Serna, J., & Lavega-Burgués, P. (2023). Game-Based Learning and Gamification in Physical Education : A Systematic Review. Education Sciences, 13(2), 183. <https://doi.org/10.3390/educsci13020183>

Candel, E. C., Agustín, M. P., & De Ory, E. G. (2021). ICT and gamification experiences with CLIL methodology as innovative resources for the development of competencies in compulsory secondary education. Digital Education Review, 39, 238-256. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1316234.pdf>

Carjuzaa, J., & Williams, K. (2021). Navigating through Turbulent Times : U.S. Secondary Teachers Share Their Experiences as Online Learners during the COVID-19 Pandemic and the Implications for Their Teaching Practice. International Journal of Modern Education Studies, 5(2), 245-279. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1327455.pdf>

Castro, P. L., Ginés, R., Ramírez, J. A., Mompeó, B., Domínguez, L., Rodríguez, A., Maynar, M., & Rodríguez-Florida, M. A. (2023). Study on the acceptance of virtual reality as a complement to the study of human anatomy. Educación Médica, 24(4), 100820. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2023.100820>

Cheng, KH., Tang, KY. & Tsai, CC (2022). The mainstream and extension of contemporary virtual reality education research: Insights from a co-citation network analysis (2015-2020). Education Tech Research Dev, 70, 169-184. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11423-021-10070-z>

Ciekanski, M., & Yibokou, K. S. (2022). Les ressources d'éducation en réalité virtuelle : Potentiel et limites pour l'apprentissage d'une L2 en situation informelle. Recherches en didactique des langues et des cultures, 20-1(20-1). <https://doi.org/10.4000/rdlc.11675>

Commission européenne (2022). Lignes directrices éthiques sur l'utilisation de l'intelligence artificielle et des données dans l'enseignement et l'apprentissage à l'intention des éducateurs. <https://op.europa.eu/fr/publication-detail/-/publication/d81a0d54-5348-11ed-92ed-01aa75ed71a1>

Commission d'accès à l'information (2023a). Loi sur la protection des renseignements personnels dans le secteur privé. https://www.cai.gouv.qc.ca/documents/CAI_Loi_prive_version_administrative.pdf

Commission d'accès à l'information (2023b). Projet de loi no 23, Loi modifiant principalement la Loi sur l'instruction publique et édictant la Loi sur l'Institut national d'excellence en éducation. https://www.cai.gouv.qc.ca/documents/CAI_M_projet_loi_23_RP_education.pdf

Commission d'accès à l'information (s.d.). Dépôt du mémoire de la Commission sur le projet de Loi no 23. <https://www.cai.gouv.qc.ca/depot-du-memoire-de-la-commission-sur-le-projet-de-loi-no-23/>

Commission européenne (2018). Règlement général sur la protection des données. Repéré à : <https://www.cnil.fr/fr/reglement-europeen-protection-donnees>

Commission Informatique et libertés (2021). Loi Informatique et libertés. Repéré à : <https://www.cnil.fr/fr/la-loi-informatique-et-libertes>

Cooper, G. (2023). Examining Science Education in ChatGPT: An Exploratory Study of Generative Artificial Intelligence. *JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION AND TECHNOLOGY*, 32(3), 444-452. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10039-y>

Cotton, D., Cotton, P., & Shipway, J. (s. d.). Chatting and cheating : Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT. *INNOVATIONS IN EDUCATION AND TEACHING INTERNATIONAL*. <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2190148>

Crawford, J., Cowling, M., & Allen, K. (2023). Leadership is needed for ethical ChatGPT: Character, assessment, and learning using artificial intelligence (AI). *JOURNAL OF UNIVERSITY TEACHING AND LEARNING PRACTICE*, 20(3). <https://doi.org/10.53761/1.20.3.02>

Crompton, H., Jones, M. V., Sendi, Y., Aizaz, M., Nako, K., Randall, R., & Weisel, E. (2023). Examining technology use within the ADDIE framework to develop professional training. *European Journal of Training and Development*. <https://doi.org/10.1108/EJTD-12-2022-0137>

Cumbo, B., & Selwyn, N. (2022). Using participatory design approaches in educational research. *International Journal of Research & Method in Education*, 45(1), 60-72. <https://doi.org/10.1080/1743727X.2021.1902981>

Das, D., Kumar, N., Longjam, L., Sinha, R., Roy, A., Mondal, H., & Gupta, P. (2023). Assessing the Capability of ChatGPT in Answering First- and Second-Order Knowledge Questions on Microbiology as per Competency-Based Medical Education Curriculum. *CUREUS JOURNAL OF MEDICAL SCIENCE*, 15(3). <https://doi.org/10.7759/cureus.36034>

Deloitte (2023). Cybersécurité et protection de la vie privée : répercussions sur l'enseignement supérieur au Canada. https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ca/Documents/public-sector/ca-FR-GPS-Education-POV-Cyber-and-privacy_AODA.pdf#:~:text=Cybersécurité%20et%20protection%20de%20la%20vie%20privée%203A,supérieur%20où%20les%20défis%20sont%20pressants%20et%20complexes

Dolenc, K., Šorgo, A., & Ploj-Virtic, M. (2022). Perspectives on Lessons from the COVID-19 Outbreak for Post-Pandemic Higher Education : Continuance Intention Model of Forced Online Distance Teaching. *European Journal of Educational Research*, 11(1), 163-177. <https://www.eu-jer.com/perspectives-on-lessons-from-the-covid-19-outbreak-for-post-pandemic-higher-education-continuance-intention-model-of-forced-online-distance-teaching>

Dwivedi, Y., Kshetri, N., Hughes, L., Slade, E., Jeyaraj, A., Kar, A., Baabdullah, A., Koohang, A., Raghavan, V., Ahuja, M., Albanna, H., Albashrawi, M., Al-Busaidi, A., Balakrishnan, J., Barlette, Y., Basu, S., Bose, I., Brooks, L., Buhalis, D., ... Wright, R. (2023). ?So what if ChatGPT wrote it? ? Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy. *INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION MANAGEMENT*, 71. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642>

Elmeziane, A., & Lecorre, T. (2021). Micro-étude de l'impact de l'utilisation de la réalité augmentée sur la performance et les attitudes des apprenants dans le cadre d'un cours sur les techniques boursières. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 18(2), 1-98. <https://doi.org/10.18162/ritpu-2021-v18n2-01>

Farrokhnia, M., Banihashem, S., Noroozi, O., & Wals, A. (s. d.). A SWOT analysis of ChatGPT: Implications for educational practice and research. *INNOVATIONS IN EDUCATION AND TEACHING INTERNATIONAL*. <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2195846>

- Gentile, M., Citta, G., Perna, S., & Allegra, M. (2023). Do we still need teachers ? Navigating the paradigm shift of the teacher's role in the AI era. *FRONTIERS IN EDUCATION*, 8. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1161777>
- Gouvernement de la Californie (2020). California Consumer Privacy Act. <https://www.consumerprivacyact.com/california-privacy-act-2020-cpra/>
- Gouvernement de la Virginie (2023). Virginia Consumer Data protection Act. <https://law.lis.virginia.gov/vacodefull/title59.1/chapter53/>
- Gouvernement des États-Unis (1974). The Privacy Act. Repéré à : <https://www.justice.gov/opcl/privacy-act-1974>
- Gouvernement des États-Unis (2000). Children's online privacy protection Act. Repéré à : <http://uscode.house.gov/view.xhtml?req=granuleid%3AUSC-prelim-title15-section6501&edition=prelim>
- Gouvernement des États-Unis (2021). Consolidated appropriations Act. <https://www.congress.gov/116/plaws/publ260/PLAW-116publ260.pdf>
- Gouvernement du Canada (1983). Règlement sur la protection des renseignements personnels. Repéré à : <https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-83-508/TexteCompleet.html>
- Gouvernement du Canada (1985). Loi sur l'accès à l'information. Repéré à : <https://www.laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/A-1/index.html>
- Gouvernement du Canada (2000). Loi sur la protection des renseignements personnels et des documents électroniques. Repéré à : <https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/P-8.6/index.html>
- Gouvernement du Canada (2022). Loi sur l'intelligence artificielle et les données. Repéré à : <https://ised-isde.canada.ca/site/innover-meilleur-canada/fr/loi-lintelligence-artificielle-donnees-liad-document-complementaire>
- Gouvernement du Colorado (2021). Colorado Privacy Act. <https://www.consumerprivacyact.com/colorado-privacy-act-cpa/>
- Guaman-Quintanilla, S., Everaert, P., Chiluzza, K. et Valcke, M. (2023). Impact of design thinking in higher education : A multi-actor perspective on problem solving and creativity. *International Journal of Technology and Design Education*, 33(1), 217-240. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09724-z>
- Holly, M., Pirker, J., Resch, S., Brettschuh, S., & Gütl, C. (2021). Designing VR Experiences—Expectations for Teaching and Learning in VR. *Journal of Educational Technology & Society*, 24(2), 107-119. <https://www.jstor.org/stable/27004935>
- Inceoglu, M. M. et Cilogluligil, B. (2022). Use of Metaverse in Education. In O. Gervasi, B. Murgante, S. Misra, A. M. A. C. Rocha, & C. Garau (Éds.), *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2022 Workshops* (Vol. 13377, p. 171-184). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-10536-4_12
- Janković, A., Maričić, M., & Cvjetičanin, S. (2023). Comparing science success of primary school students in the gamified learning environment via Kahoot and Quizizz. *Journal of Computers in Education*. <https://doi.org/10.1007/s40692-023-00266-y>
- Kabilan, M. K., Annamalai, N., & Chuah, K.-M. (2023). Practices, purposes and challenges in integrating gamification using technology : A mixed-methods study on university academics. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11723-7>
- Kasneji, E., Sessler, K., Kuchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Gunnemann, S., Hullermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., ... Kasneji, G. (2023). ChatGPT for good ? On opportunities and challenges of large language models for education. *LEARNING AND INDIVIDUAL DIFFERENCES*, 103. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- Kooli, C. (2023). Chatbots in Education and Research : A Critical Examination of Ethical Implications and Solutions. *SUSTAINABILITY*, 15(7). <https://doi.org/10.3390/su15075614>

- Légis Québec (1982). Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels. Repéré à : <https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/A-2.1>
- Légis Québec (2001). Loi concernant le cadre juridique des technologies de l'information. Repéré à : <https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/C-1.1>
- Légis Québec (2008). Règlement sur la diffusion de l'information et sur la protection des renseignements personnels. Repéré à : <https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/A-2.1,%20r.%202/>
- Légis Québec (2011). Loi sur la gouvernance et la gestion des ressources informationnelles des organismes publics et des entreprises du gouvernement. Repéré à : <https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/G-1.03>
- Légis Québec (2021). Loi modernisant des dispositions législatives en matière de protection des renseignements personnels. Repéré à : <https://www.canlii.org/fr/qc/legis/loisa/lq-2021-c-25/derniere/lq-2021-c-25.html>
- Lelardeux, C. P., Marengo, N., Belhaj, I., Romano, C., & Plantec, J.-Y. (2022). Méthode pour faciliter l'appropriation d'un serious game dédié à sensibiliser les étudiants de première génération aux enjeux de leur réussite. Colloque International Ticemed13: Hybridation des formations: de la continuité à l'innovation pédagogique? Athènes, Grèce. <https://hal-iogs.archives-ouvertes.fr/IRIT-CISO/hal-03900786v1>
- Lenouvel, E., Chivu, C., Mattson, J., Young, J. Q., Klöppel, S., & Pinilla, S. (2022). Instructional Design Strategies for Teaching the Mental Status Examination and Psychiatric Interview : A Scoping Review. *Academic Psychiatry*, 46(6), 750-758. <https://doi.org/10.1007/s40596-022-01617-0>
- Lewis, F., Plante, P., & Lemire, D. (2021). Pertinence, efficacité et principes pédagogiques de la réalité virtuelle et augmentée en contexte scolaire : Une revue de littérature. *Médiations et médiatisations*, 5, 11-27. <https://r-libre.telug.ca/2186/>
- Ling, Y., Zhu, P., & Yu, J. (2021). Which types of learners are suitable for augmented reality ? A fuzzy set analysis of learning outcomes configurations from the perspective of individual differences. *Educational Technology Research & Development*, 69(6), 2985-3008. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11423-021-10050-3>
- Ling, Y., Zhu, P., & Yu, J. (2021). Which types of learners are suitable for augmented reality ? A fuzzy set analysis of learning outcomes configurations from the perspective of individual differences. *Educational Technology Research & Development*, 69(6), 2985-3008. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11423-021-10050-3>
- Martin, F., & Bolliger, D. U. (2023). Designing Online Learning in Higher Education. In O. Zawacki-Richter & I. Jung (Éds.), *Handbook of Open, Distance and Digital Education* (p. 1217-1236). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2080-6_72
- Midha, M., & Kumar, J. (2021). Users Awareness and Usage of Open Educational Resources in Central Universities of North India. *DESIDOC Journal of Library & Information Technology*, 42(1), 47-56. <https://doi.org/10.14429/djlit.42.1.17304>
- Montenegro-Rueda, M., Luque-de la Rosa, A., Sarasola Sánchez-Serrano, J. L., & Fernández-Cerero, J. (2021). Assessment in Higher Education during the COVID-19 Pandemic: A Systematic Review. *Sustainability*, 13(19), 10509. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/su131910509>
- Munir, H. (2022). Reshaping Sustainable University Education in Post-Pandemic World : Lessons Learned from an Empirical Study. *Education Sciences*, 12(8), 524. <https://doi.org/10.3390/educsci12080524>
- Mystakidis, S. (2022). Metaverse. *Encyclopedia*, 2(1), 486-497. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia2010031>
- Nagro, S. A. (2021). The Role of Artificial Intelligence Techniques in Improving the Behavior and Practices of Faculty Members When Switching to Elearning in Light of the COVID-19 Crisis. *International Journal of Education and Practice*, 9(4), 687-714. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1329070.pdf>

Nishitha, P., Pandey, D. A Study on Student Perception Towards Online Education During Covid-19 Crisis. *Augment Hum Res*, 6(16), 1-7. <https://doi.org/10.1007/s41133-021-00055-1>

OCDE (2022). Comment rendre l'accès des élèves à l'apprentissage numérique plus équitable ?. https://www.oecd-ilibrary.org/fr/education/comment-rendre-l-acces-des-eleves-a-l-apprentissage-numerique-plus-equitable_fdf2470c-fr

Parida, S., Dhakal, S. P., Dayaram, K., Mohammadi, H., Ayentimi, D. T., Amankwaa, A., & D'Cruz, D. (2023). Rhetoric and realities in Australian universities of student engagement in online learning : Implications for a post-pandemic era. *The International Journal of Management Education*, 21(2), 100795. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100795>

Parmaxi, A. (2023). Virtual reality in language learning : A systematic review and implications for research and practice. *Interactive Learning Environments*, 31(1), 172-184. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1765392>

Perkins, M. (2023). Academic Integrity considerations of AI Large Language Models in the post-pandemic era : ChatGPT and beyond. *JOURNAL OF UNIVERSITY TEACHING AND LEARNING PRACTICE*, 20(2). <https://doi.org/10.53761/1.20.02.07>

Pozo, J.-I., Cabellos, B., & Sánchez, D. L. (2022). Do teachers believe that video games can improve learning? *Heliyon*, 8(6), e09798. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09798>

Rapanta, C., Botturi, L., Goodyear, P., Guàrdia, L., & Koole, M. (2021). Balancing Technology, Pedagogy and the New Normal : Post-pandemic Challenges for Higher Education. *Postdigital Science and Education*, 3(3), 715-742. <https://doi.org/10.1007/s42438-021-00249-1>

République française (2016). Loi pour une république numérique. Repéré à : <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000033202746>

Rincon-Flores, E. G., & Santos-Guevara, B. N. (2021). Gamification during COVID-19 : Promoting Active Learning and Motivation in Higher Education. *Australasian Journal of Educational Technology*, 37(5), 43-60. <https://ajet.org.au/index.php/AJET/article/view/7157>

Rojas-Sánchez, M. A., Palos-Sánchez, P. R., & Folgado-Fernández, J. A. (2023). Systematic literature review and bibliometric analysis on virtual reality and education. *Education and Information Technologies*, 28(1), 155-192. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11167-5>

Sallam, M. (2023). ChatGPT Utility in Healthcare Education, Research, and Practice : Systematic Review on the Promising Perspectives and Valid Concerns. *HEALTHCARE*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/healthcare11060887>

Smirani, L., & Boulahia, J. (2022). Using the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology to Investigate the Adoption of Open Educational Resources by Faculty Members. *International Journal of Information Technology*, 14(6), 3201-3211. <https://doi.org/10.1007/s41870-022-00918-9>

Spatioti, A. G., Kazanidis, I., & Pange, J. (2022a). A Comparative Study of the ADDIE Instructional Design Model in Distance Education. *Information*, 13(9), 402. <https://doi.org/10.3390/info13090402>

Spatioti, A. G., Kazanidis, I., & Pange, J. (2022b). A Comparative Study of the ADDIE Instructional Design Model in Distance Education. *Information*, 13(9), 402. <https://doi.org/10.3390/info13090402>

Stefaniak, J., Baaki, J., & Stapleton, L. (2022). An exploration of conjecture strategies used by instructional design students to support design decision-making. *Educational Technology Research and Development*, 70(2), 585-613. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10092-1>

Stefaniak, J., Baaki, J., & Stapleton, L. (2022). An exploration of conjecture strategies used by instructional design students to support design decision-making. *Educational Technology Research and Development*, 70(2), 585-613. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10092-1>

- Stokes, A., Aurini, J., Rizk, J., Gorbet, R., & McLevey, J. (2022). Using Robotics to Support the Acquisition of STEM and 21st-Century Competencies : Promising (and Practical) Directions. *Canadian Journal of Education / Revue Canadienne de l'éducation*, 45(4), 1141-1170. Érudit. <https://doi.org/10.53967/cje-rce.5455>
- Stracke, C. M., Bozkurt, A., & Burgos, D. (2023). Typologies of (Open) Online Courses and Their Dimensions, Characteristics and Relationships with Distributed Learning Ecosystems, Open Educational Resources, and Massive Open Online Courses. In D. Otto, G. Scharnberg, M. Kerres, & O. Zawacki-Richter (Éds.), *Distributed Learning Ecosystems* (p. 71-95). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-38703-7_5
- Suh, W. et Ahn, S. (2022). Utilizing the Metaverse for Learner-Centered Constructivist Education in the Post-Pandemic Era : An Analysis of Elementary School Students. *Journal of Intelligence*, 10(1), 17. <https://doi.org/10.3390/jintelligence10010017>
- Sunar, A. S., Yükseltürk, E., & Duru, İ. (2022). Analysis on Use of Open Educational Resources during Emergency Remote Education due to Covid-19 : A Case Study in Turkey. *SAGE Open*, 12(4), 215824402211302. <https://doi.org/10.1177/21582440221130299>
- Taimur, S., & Onuki, M. (2022). Design thinking as digital transformative pedagogy in higher sustainability education : Cases from Japan and Germany. *International Journal of Educational Research*, 114, 101994. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2022.101994>
- Tili, A., Shehata, B., Adarkwah, M., Bozkurt, A., Hickey, D., Huang, R., & Agyemang, B. (2023). What if the devil is my guardian angel : ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *SMART LEARNING ENVIRONMENTS*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x>
- Torrance, M. (2019). Agile for instructional designers: Iterative project management to achieve results. American Society for Training and Development
- Unesco (2021). Et ensuite? Leçons sur la reprise de l'éducation: résultats d'une enquête auprès des ministères de l'éducation durant la pandémie de la COVID-19. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379117_fre?posInSet=2&queryId=015eeeb7-0ddc-4d7b-8206-b11710bff2ba
- Venkatraman, S., Benli, F., Wei, Y., & Wahr, F. (2022). Smart Classroom Teaching Strategy to Enhance Higher Order Thinking Skills (HOTS)—An Agile Approach for Education 4.0. *Future Internet*, 14(9), 255. <https://doi.org/10.3390/fi14090255>
- Yamani, H. A. (2021). A Conceptual Framework for Integrating Gamification in eLearning Systems Based on Instructional Design Model. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(4), 14-33. <https://online-journals.org/index.php/i-jet/article/view/15693>
- Zhang, M., Ding, H., Naumceska, M., & Zhang, Y. (2022). Virtual Reality Technology as an Educational and Intervention Tool for Children with Autism Spectrum Disorder : Current Perspectives and Future Directions. *Behavioral Sciences* (2076-328X), 12(5), 138. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35621435/>
- Zhong, J. et Zheng, Y. (2022). Empowering Future Education : Learning in the Edu-Metaverse. 2022 International Symposium on Educational Technology (ISET), 292-295. <https://doi.org/10.1109/ISET55194.2022.00068>
- Zhu, T. et Ryzhkov, O. (2021). Application of Agile methodology in planning a joint educational program. 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), 1-5. <https://doi.org/10.1109/SIST50301.2021.9465917>
- Duhaime, É. (2022). L'offre de formation à distance au collégial : état des lieux et enjeux socioéconomiques. https://eduq.info/xmlui/bitstream/handle/11515/38696/offre-formation-a-distance-collegial-IREC_FECQ-2022.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- McNally, M. et Ludbrook, A. (2023). Cadre national de revendication pour les ressources éducatives libres au Canada. <https://www.carl-abrc.ca/wp-content/uploads/2023/05/Cadre-national-de-revendication-pour-les-ressources-educatives-libres-au-Canada.pdf>

Nguyen, A., Ngo, H. N., Hong, Y., Dang, B., & Nguyen, B.-P. T. (2023). Ethical principles for artificial intelligence in education. *Education and Information Technologies*, 28(4), 4221-4241. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11316-w>

Safer Technologies for schools (s.d.). A National Privacy and Security Initiative for Digital Products in K-12 Education. <https://st4s.edu.au/>

UNESCO (2019). Beijing consensus on artificial intelligence and education. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/201908/W020190828311234688933.pdf

République française (2018). Loi n° 2018-493 du 20 juin 2018 relative à la protection des données personnelles. Repéré à : <https://www.lexbase.fr/texte-de-loi/loi-n-2018493-du-20-juin-2018-relative-a-la-protection-des-donnees-personnelles-1/L7645LKD.html>

Actualité Parlement européen (9 juin 2023). Loi sur l'IA de l'UE : première réglementation de l'intelligence artificielle. <https://www.europarl.europa.eu/news/fr/headlines/society/20230601STO93804/loi-sur-l-ia-de-l-ue-premiere-reglementation-de-l-intelligence-artificielle>



obvia

www.obvia.ca