

médiations & médiatisations

Revue internationale sur le numérique en éducation et communication

N° 16, automne 2023



Créativité et innovation avec le numérique

médiations & médiatisations

International Journal of Digital Education and Communication

No 16, Autumn 2023



Creativity and Innovation With Digital Technology

médiations & médiatisations

Revista internacional de educación y comunicación digitales

Núm. 16, Otoño 2023

A photograph of four diverse students in a laboratory setting, focused on assembling a complex electronic device. The device is a transparent, multi-layered structure with various components like wires, capacitors, and integrated circuits. The students are looking intently at the device, with one student in the foreground holding a component. The background shows a modern lab with blue lighting and large windows. An orange geometric graphic consisting of several overlapping lines is overlaid on the image, pointing towards the students and the device.

Creatividad e innovación con la tecnología digital

DIRECTRICE DE LA RÉDACTION

Cathia Papi, Université TÉLUQ, Canada

RÉDACTEUR ASSOCIÉ

Gustavo Adolfo Angulo Mendoza, Université TÉLUQ, Canada

RESPONSABLE DU NUMÉRO THÉMATIQUE

Normand Roy, Université de Montréal, Canada

RESPONSABLES DE RUBRIQUE**Synthèses de connaissances ou revues systématiques de la littérature :**

Valéry Psyché, Université TÉLUQ, Canada

Articles de recherche :

Cathia Papi, Université TÉLUQ, Canada

Synthèses de travaux d'étudiants :

Isabelle Savard, Université TÉLUQ, Canada

Articles de praticiens :

Serge Gérin-Lajoie, Université TÉLUQ, Canada

Discussions et débats :

Patrick Plante, Université TÉLUQ, Canada

Témoignages et entretiens :

Gustavo Adolfo Angulo Mendoza, Université TÉLUQ, Canada

Notes de lecture :

Marilyn Baillargeon, Université TÉLUQ, Canada

Coordonnateurs à l'édition :

Claude Breault, Université TÉLUQ, Canada

Claude Potvin, Université TÉLUQ, Canada

POUR CE NUMÉRO, MÉDIATIONS ET MÉDIATISATIONS REMERCIE LES EXPERTS SUIVANTS POUR LEUR TRAVAIL D'ÉVALUATION DES ARTICLES SOUMIS :

Alexandre Lanoix, Anne-Marie Petitjean, Bastien Sasseville, Christelle Lison, Christine Marquis, Florent Michelot, Florian Meyer, Françoise Cros, Gabriel Dumouchel, Gaëtan Temperman, Georges Ferone, Gustavo Adolfo Angulo Mendoza, Jean-François Boutin, Jean-Louis Jadouille, Julien Bugmann, Kevin Papin, Michel Desmarais, Michelle Deschênes, Najoua Mohib, Neerusha Baurhoo Gokool, Normand Roy, Pascal Grégoire, Patrick Plante, Serge Gérin-Lajoie, Valérie Psyché

DOI: <https://doi.org/10.52358/mm.vi16>

COMITÉ SCIENTIFIQUE

Armando Guillermo Antúnez Sánchez, Université de Granma, Cuba

Jacques Audran, INSA de Strasbourg, France

Mireille Bétrancourt, Université de Genève, Suisse

Pierre Beust, Université de Caen Normandie, France

Hélène Bourdeloie, Université Sorbonne Paris Cité, France

Brenda Cabral Vargas, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexique

Bernadette Chalier, Université de Fribourg, Suisse

Bernard Coulibaly, Université de Haute Alsace, France

Florian Dauphin, Université de Picardie Jules Vernes, France

Nancy Gagné, Université TÉLUQ, Canada

Viviane Glikman, France

Thierry Gobert, Université de Perpignan Via Domitia, France

France Henri, Université TÉLUQ, Canada

Anna Joan Casademont, Université TÉLUQ, Canada

Marcelo Maina, Universitat Oberta de Catalunya, Espagne

Martin Maltais, Université du Québec à Rimouski, Canada

Victoria I. Marin, Universitat de Lleida, Espagne

Florent Michelot, Université de Moncton, Canada

Najoua Mohib, Université de Strasbourg, France

Dominic Newbould, Royaume-Uni

Don Olcott, Jr, consultant mondial en enseignement supérieur, Roumanie

Martha Lucia Orellana Hernandez, Universidad Autonoma de Bucaramanga, Colombie

Béatrice Pudelko, Université TÉLUQ, Canada

Hélène Pulker, Open University, Royaume-Uni

Margarida Romero, Université de Nice Sophia Antipolis, France

Yolanda Soler Pellicer, Université de Granma, Cuba

Alain Stockless, Université du Québec à Montréal, Canada

Gaëtan Temperman, Université de Mons, Belgique

John Traxler, University of Wolverhampton, Royaume-Uni

Béatrice Verquin Savarieau, Université de Rouen, France

CONCEPTION GRAPHIQUE DE LA COUVERTURE

Service des communications et des affaires publiques, Université TÉLUQ, Canada

RÉVISION LINGUISTIQUE EN FRANÇAIS

Manouane Théberge, Université TÉLUQ, Canada

TRADUCTION ET RÉVISION EN ANGLAIS

Nancy Gagné, Université TÉLUQ, Canada

TRADUCTION ET RÉVISION EN ESPAGNOL

Anna Joan Casademont, Université TÉLUQ, Canada

Note : La revue laisse la liberté aux auteurs et autrices d'utiliser la rédaction inclusive ou non.

Éditorial

Créativité et innovation avec le numérique	3
---	---

Normand Roy, Bruno Poellhuber

Synthèses de connaissances ou revues systématiques de la littérature

Une recension des écrits de 1970 à 2022 sur les rôles de l'enseignant et de l'intelligence artificielle dans le domaine de l'IA en éducation	9
---	---

Alexandre Lepage, Normand Roy

A Review of the Literature from 1970 to 2022 on the Roles of Teachers and Artificial Intelligence in the Field of AI in Education	30
--	----

Alexandre Lepage, Normand Roy

Articles de recherche

Des conditions de l'innovation dans la formation des étudiants-professeurs	51
---	----

Olivier Perlot

Enjeux systémiques du co-développement d'outils numériques en soutien à la formation : une confrontation entre dispositions et obstacles	76
---	----

Myriam Bérubé, Aurélie Tondoux, Céline Chatigny, Marie Laberge

Innovation frugale en éducation : Un système innovant, responsable et inclusif	95
---	----

Rachid El Ganbour, Samira Elouelji, Morad El Ganbour, Kawtar Tahmoun

Articles de praticiens

Des espaces créatifs pour soutenir la compétence numérique : défis du cours universitaire « Technologies créatives et apprentissage en réseau en éducation »	113
---	-----

Séverine Parent

Nouveaux espaces du numérique, de l'intelligence artificielle au métavers : Expérimenter en classe, pour comprendre, apprendre et appliquer	123
--	-----

Natalie Sarrasin, Monica Zumstein, Antoine Widmer

Le potentiel didactique et pédagogique des technologies immersives en classe de Monde contemporain : Opportunités et défis	138
<i>Normand Roy, Bruno Poellhuber, Marie-Claude Larouche</i>	

Discussions et débats

La piste de l'éducation à, par et pour la prudence numérique : un outil pour professionnaliser les enseignants	153
<i>Laurent Heiser, Didier Mouren</i>	

Créativité et innovation avec le numérique

Creativity and Innovation With Digital Technology

Creatividad e innovación con tecnología digital

<https://doi.org/10.52358/mmm.vi16.396>

Normand Roy, professeur
Université de Montréal, Canada
Normand.Roy@umontreal.ca

Bruno Poellhuber, professeur
Université de Montréal, Canada
Bruno.Poellhuber@umontreal.ca

RÉSUMÉ

Chaque année, les Nations Unies soulignent la créativité et l'innovation par une Journée mondiale le 21 avril, et ce, dans toutes les sphères de la vie. En éducation, cela prend une place toute particulière, alors qu'elles peuvent s'exprimer autant pour l'apprentissage que pour l'enseignement. Ce numéro propose d'examiner comment la créativité et l'innovation s'actualisent en présence du numérique. Les implications sont multiples, puisque l'on peut autant réfléchir aux enjeux en termes d'objets, d'espaces, de pratiques enseignantes, de moyens d'apprentissage, etc. La mise en place de processus ou d'activités mobilisant la créativité et l'innovation sont des vecteurs de changement en éducation. Les huit articles présentés dans ce numéro mettent en exergue l'hétérogénéité des possibilités lorsqu'il vient le temps d'examiner les apports de la créativité et l'innovation en éducation.

Mots-clés : créativité, innovation, technologies, numérique



ABSTRACT

Every year, the United Nations celebrates creativity and innovation with a World Day on April 21 across all spheres of life. This takes on a special significance in education, as they can be expressed in both learning and teaching. This issue examines how creativity and innovation are actualized in digital technology. The implications are manifold since we can reflect on the issues at stake in terms of objects, spaces, teaching practices, learning methods and so on. Implementing processes or activities that mobilize creativity and innovation are vectors of change in education. The eight articles presented in this issue highlight the heterogeneity of possibilities when examining the contributions of creativity and innovation in education.

Keywords: creativity, innovation, technology, digital

RESUMEN

Cada año, las Naciones Unidas celebran el 21 de abril el Día Mundial de la creatividad y la innovación en todas las esferas de la vida. En educación, esto es especialmente importante, ya que la creatividad y la innovación pueden expresarse tanto en el aprendizaje como en la enseñanza. Este número examina cómo se actualizan la creatividad y la innovación en presencia de la tecnología digital. Las implicaciones son múltiples, ya que las cuestiones en juego pueden plantearse en términos de objetos, espacios, prácticas pedagógicas, métodos de aprendizaje, etc. La introducción de procesos o actividades que movilicen la creatividad y la innovación es un vector de cambio en la educación. Los 8 artículos de este número ponen de manifiesto la heterogeneidad de posibilidades a la hora de examinar las aportaciones de la creatividad y la innovación en educación.

Palabras clave: creatividad, innovación, tecnología, digital

Introduction

Le domaine de l'éducation est en constante évolution, façonné, même transformé par les avancées technologiques et la manière dont nous interagissons avec elles. À l'ère du numérique, l'innovation et la créativité occupent une place centrale dans la transformation de l'apprentissage. Le numérique, souvent relégué dans les outils ou accessoires, est désormais un vecteur de transformation de l'enseignement et de l'apprentissage. Innovation et créativité, associées de près, s'actualisent d'ailleurs dans la composante 12 du Cadre de référence de la compétence numérique (Ministère de l'Éducation, 2019) : « Innover et faire preuve de créativité avec le numérique ». Cette dimension propose d'amener apprenant et enseignant à « développer sa capacité à innover en utilisant le numérique », « à exploiter ou concevoir des démarches d'innovation » ou encore « à saisir les possibilités technologiques pour développer et exprimer sa propre créativité » (p. 24). Mais que représentent l'innovation et la créativité en éducation ?

Bien que, pour de nombreux auteurs, elles soient indissociables, l'innovation et la créativité sont deux concepts proches, mais distincts. L'innovation est vue comme l'opérationnalisation de la créativité (Capron Puozzo, 2016; Fréry, 2014). Issue des domaines des sciences économiques et entrepreneuriales,



l'innovation s'inscrit dorénavant dans le vocabulaire de l'éducation (Capron Puozzo, 2016) comme un moyen de résoudre des problèmes, de faire les choses différemment ou encore de solutionner des enjeux de société importants.

La créativité n'est pas un processus vague et abstrait, puisqu'au contraire, elle nécessite une réelle appropriation du contexte et l'identification d'une solution (Romero et Lille, 2017). Pour Romero *et al.* (2017), l'aboutissement du processus créatif en éducation serait la cocreation participative des connaissances. Ainsi, la créativité en éducation va au-delà de la simple génération d'idées originales. Elle englobe également la collaboration et le partage de ces idées dans l'objectif de construire collectivement de nouvelles solutions. Cette approche mise sur un apprentissage collaboratif et interdisciplinaire, où les différentes perspectives convergent pour créer une compréhension plus approfondie et enrichissante.

Il est important de noter que la créativité ne se limite pas au domaine des arts. Elle peut être appliquée dans tous les domaines disciplinaires, de la science à la littérature en passant par les mathématiques et l'histoire. En encourageant la créativité dans l'apprentissage, l'éducation prépare les élèves à devenir des penseurs flexibles et innovants, capables d'aborder des problèmes complexes sous des angles variés, ce qui est essentiel pour réussir dans un monde en perpétuelle évolution. Pour les enseignants, cela peut se traduire par l'intégration de nouvelles méthodes pédagogiques ou de procédés technopédagogiques pouvant favoriser le développement des compétences.

Les contextes numériques faisant appel à l'innovation et la créativité sont multiples en éducation : création et fabrication numérique (Romero et Lille, 2017), jeux vidéo (Green et Kaufman, 2015), intelligence artificielle (Romero et Heiser, 2023) ou encore réalité virtuelle (Angulo Mendoza *et al.*, 2023), en permettant de développer de nombreuses pratiques innovantes au service de l'enseignement et de l'apprentissage. Et c'est à partir de ces situations d'apprentissage innovantes et créatives que les personnes apprenantes peuvent développer leur propre créativité, ainsi que diverses autres compétences (Shortt *et al.*, 2020).

Ainsi, les questions suivantes ont orienté l'appel du présent numéro spécial : 1) Que sait-on de la créativité et de l'innovation dans le contexte du numérique éducatif?; 2) Quels sont les contextes pédagogiques numériques pouvant favoriser la créativité ou l'innovation?; 3) Comment le personnel enseignant actualise-t-il la créativité ou l'innovation dans ses pratiques?; 4) Comment les innovations technologiques (intelligence artificielle, réalité virtuelle, etc.) peuvent-elles transformer l'enseignement et l'apprentissage?

Par une série d'articles soigneusement sélectionnés, nous explorerons les multiples facettes de cette révolution numérique qui ne cesse de transformer le monde éducatif, dans une perspective de créativité et d'innovation. Nous analyserons comment les technologies émergentes telles que l'intelligence artificielle, la réalité virtuelle et bien d'autres, façonnent le paysage éducatif et sollicitent la créativité et l'innovation. Ce numéro thématique se penche sur le rôle essentiel que joue le numérique en éducation en focalisant sur la créativité et l'innovation qu'il permet, favorise ou nécessite. L'ère numérique ouvre de nouvelles avenues pour les enseignants, les élèves et les chercheurs, et offre des opportunités inédites pour repenser l'apprentissage, stimuler la créativité et favoriser l'innovation. Nous aspirons à être une source de questionnements et d'inspiration pour ceux et celles qui souhaitent exploiter pleinement le potentiel du numérique pour stimuler la créativité, promouvoir l'innovation et offrir des opportunités d'apprentissage enrichissantes auprès non seulement des personnes apprenantes, mais des personnes enseignantes et des autres acteurs éducatifs.



Contenu du numéro

Le présent numéro réunit donc une variété de textes qui témoignent de l'éventail des possibles lorsque vient le temps de réfléchir à la création ou à l'innovation en éducation. Il rassemble ainsi huit textes, dont une synthèse des connaissances, trois articles de recherche, trois comptes-rendus de pratiques sur la façon dont l'innovation et la créativité s'incarnent dans des cours, pour se terminer avec un article de discussion et de débats.

Article de synthèse de connaissance

Le premier texte s'intéresse à l'intelligence artificielle en éducation (IAED), une innovation particulièrement importante en ce moment. Dans ce texte, Lepage et Roy brossent le portrait scientifique d'un champ qui remonte au début des années 70. À partir d'une revue de littérature structurée portant sur 47 textes, l'article explicite les rôles et attentes à l'égard de l'IAED, et propose en guise de synthèse une intégration de l'intelligence artificielle au modèle de Houssaye (1998). Ce texte permet ainsi de mieux comprendre que bien qu'elle revienne au tout premier plan de l'actualité, l'IAED correspond à un champ bien établi depuis plusieurs décennies.

Articles de recherche

Perlot aborde le sujet de l'innovation technopédagogique à partir de l'analyse de différents artefacts provenant d'un microsystème de formation destiné aux personnes étudiantes se destinant à l'enseignement, soit des communications institutionnelles et des productions. Ses analyses permettent de caractériser différentes activités en fonction de cinq critères de l'*innovamètre*, ce qui permet de déterminer les contraintes et leviers de l'innovation en contexte scolaire, en concluant sur les besoins importants de formation du personnel enseignant.

Dans le cadre d'une recherche-action, Bérubé et ses collaboratrices ont réalisé le codéveloppement d'une innovation visant les élèves en adaptation scolaire. Ils décrivent ce processus et mettent en exergue trois obstacles liés à la mise en place de l'innovation : la compétence numérique du personnel enseignant, la charge de travail et le soutien organisationnel. Les auteurs réaffirment l'importance que l'école ne soit pas en marge des innovations en société, soulignent son caractère systémique et identifient des conditions nécessaires à l'innovation numérique en éducation.

Ganbour et ses collaborateurs abordent le concept de l'innovation « frugale » (réalisées avec des ressources limitées en recherchant un maximum d'impacts locaux) en réalisant une étude de cas portant sur les pratiques innovantes de 139 enseignants marocains. Par « innovations frugales », les auteurs présentent des innovations qui sont réalisées avec des ressources limitées pour atteindre des objectifs locaux. Le texte permet de voir comment l'innovation frugale s'actualise dans une diversité de contextes, et dans quelle mesure la créativité peut jouer un rôle dans cette innovation. Pour conclure, ils proposent des moyens que l'université peut mettre en place pour accompagner plus efficacement le personnel enseignant.



Articles de praticiens

Parent présente une initiative de cours universitaire qui s'intéresse particulièrement au développement de la créativité et de l'innovation par les futurs membres du personnel enseignant, cours qui porte notamment sur les laboratoires créatifs dans un contexte scolaire. L'auteure met en lumière qu'il peut être parfois difficile de réconcilier les structures d'enseignement traditionnelles avec les prémisses derrière la créativité et l'innovation. Ainsi, la prise de risque, l'essai-erreur et la place de l'erreur qui peuvent être vus comme partie intégrante des laboratoires créatifs sont perçus comme difficilement réconciliables avec les attentes universitaires.

Sarrasin *et al.* abordent l'innovation en l'introduisant elle aussi à un cours universitaire de marketing, par le biais d'une méthode de *design thinking*. Ce cours aborde le métavers, la réalité virtuelle, la réalité augmentée, l'intelligence artificielle, le *gaming* ou les jetons non fongibles (NFT). Leur texte permet de rendre compte du dispositif d'enseignement et d'apprentissage et des retombées de celui-ci. Par ce texte, il est ainsi possible de mieux comprendre comment aborder l'innovation technologique, en appliquant des méthodes pédagogiques associées à la créativité, dans un cours universitaire.

Roy et ses collaborateurs examinent la mise en place d'activités pédagogiques exploitant les avantages de la réalité virtuelle en univers social au secondaire : immersion, présence et empathie. À partir de deux scénarios distincts, ils soulignent les avantages et opportunités liés à l'utilisation de casques de réalité virtuelle immersive pour favoriser l'apprentissage. Cependant, ils décrivent aussi des enjeux logistiques et de gestion de classe importants dans ce contexte. En conclusion, ils proposent différentes pistes concrètes pour pouvoir intégrer la technologie immersive, en insistant sur l'importance d'une bonne scénarisation pédagogique.

Articles de débats et discussions

En guise de conclusion à ce numéro spécial, Heiser et Mouren examinent la formation des enseignants à l'égard de l'éducation critique au numérique, ce qui représente selon eux une difficulté majeure. Nous envisageons cette piste, l'éducation à, par et pour la prudence numérique, en montrant que cette dernière pourrait être mise en œuvre dès la formation des entrants dans le métier. Ils soulignent l'importance de former les enseignants au numérique de manière critique, tout en recourant au concept de « prudence numérique ». Ils mettent ainsi en exergue l'interdépendance entre les usages du numérique et différents enjeux de société, et l'importance de préparer la prochaine génération à ces enjeux, à partir d'une formation adéquate aux innovations technologiques.

Liste de références

- Angulo Mendoza, G. A., Plante, P., et Brassard, C. (2023). Regards sur les technologies immersives en éducation et en formation. *Médiations et médiatisations*, (15), 3-10.
- Capron Puozzo, I. (2016). *La créativité en éducation et en formation. Perspectives théoriques et pratiques*. Louvain-La-Neuve, Belgique : De Boeck.
- Fréry, F. (2014). *L'innovation, ce n'est pas la créativité*. Harvard Business Review France.
<https://www.hbrfrance.fr/chroniques-experts/2014/10/4182-linnovation-ce-nest-pas-la-creativite/>
- Green, G., et Kaufman, J. C. (2015). *Video games and creativity*. Academic Press.



- Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur. (2019). *Cadre de référence de la compétence numérique*. Gouvernement du Québec. <https://tinyurl.com/wsnkyzkj>
- Romero, M. et Heiser, L. (2023). Enseigner et apprendre à l'ère de l'intelligence artificielle. Canopé, Livre blanc. <https://hal.science/hal-04013223v2>
- Romero, M., et Lille, B. (2017). Intergenerational techno-creative activities in a library fablab. Dans *Human Aspects of IT for the Aged Population. Applications, Services and Contexts*. Third International Conference, ITAP 2017, Held as Part of HCI International 2017, Vancouver, BC, Canada, July 9-14, 2017, Proceedings, Part II 3 (p. 526-536). Springer International Publishing.
- Romero, M., Lille, B., et Patiño, A. (2017). *Usages créatifs du numérique pour l'apprentissage au XXI^e siècle*. Presses de l'Université du Québec (PUQ).
- Shortt, D., Robson, B. et Saba, M. (2020). *Comblent le déficit de compétences numériques*. Rapport en ligne. ISBN : 978-1-988886-83-1. <https://tinyurl.com/y28atd5x>



Une recension des écrits de 1970 à 2022 sur les rôles de l'enseignant et de l'intelligence artificielle dans le domaine de l'IA en éducation

A Review of the Literature from 1970 to 2022 on the Roles of Teachers and Artificial Intelligence in the Field of AI in Education

Una revisión de los escritos de 1970 a 2022 sobre los papeles del profesor y la inteligencia artificial en el campo de la IA en educación

<https://doi.org/10.52358/mm.vi16.304>

Alexandre Lepage, doctorant en sciences de l'éducation
Université de Montréal, Canada
alexandre.lepage.2@umontreal.ca

Normand Roy, professeur
Université de Montréal, Canada
normand.roy@umontreal.ca

RÉSUMÉ

Cet article présente une recension des écrits sur la façon dont les rôles de l'enseignant et de l'intelligence artificielle (IA) sont abordés dans le domaine de l'intelligence artificielle en éducation (IAED) depuis 1970. Quarante-sept documents, théoriques pour la plupart, ont été analysés à partir des passages relatifs aux tâches confiées à une IA en lien avec les apprenants, les enseignants, les savoirs ou la classe (p. ex. le soutien à la motivation ou la rétroaction personnalisée). Les passages qui discutent du rôle de l'enseignant en lien avec ces différentes composantes ont aussi été analysés (p. ex. le pilotage des interactions en classe ou l'évaluation des apprenants). Les principaux résultats montrent que les développements dans le domaine de l'IAED couvrent un large spectre des attributions de



l'enseignant et que, même si inatteignable sur un horizon prévisible, l'ambition scientifique du domaine semble être d'automatiser de plus en plus de tâches de l'enseignant. Il en ressort que le rôle de l'enseignant est très peu discuté dans le domaine, et encore moins les interactions attendues entre enseignants et IA. La discussion propose de réemployer le tétraèdre des TIC en éducation de Faerber (2003), lui-même appuyé sur le triangle didactique de Houssaye (1988), pour conceptualiser le rôle de l'IA en éducation en interaction avec ceux de l'enseignant et de l'apprenant.

Mots-clés : intelligence artificielle, éducation, enseignant, intelligence artificielle en éducation, TIC

ABSTRACT

This article reviews the literature on the role of artificial intelligence (AI) and what teachers have envisioned in the field of artificial intelligence in education (AIED) since 1970. Forty-eight documents, most of them theoretical, were analyzed to identify what roles are given to AI in relation to learners, teachers, knowledge and the classroom as a whole (i.e. supporting motivation or providing personalized feedback). Quotes discussing teachers' role toward these components of learning situations were also analyzed (i.e. orchestrating interactions or evaluating learners). The results show considerable overlap between teachers' role and what AI is being developed to achieve in the field of AIED. Even if impossible in a predictable future, the ambition of research in the field seems to be to automate a growing number of teachers' tasks. In the meantime, the role of teachers appears to be a dead angle in the field of AIED. The discussion proposes to reuse Faerber's ICT pyramid (2003), based on Houssaye's didactic triangle (1988/2015), to better study the role of AI in education in relation to those of teachers and learners.

Keywords: artificial intelligence, education, teacher, artificial intelligence in education, ICT

RESUMEN

Este estudio presenta una revisión de la literatura sobre cómo se han abordado los papeles del docente y de la inteligencia artificial (IA) en el campo de la inteligencia artificial en educación (AIED) desde 1970. Se han analizado cuarenta y ocho artículos, en su mayoría teóricos, a partir de los pasajes relacionados con las tareas encomendadas a una IA en relación con los alumnos, los profesores, el conocimiento o la clase (por ejemplo, apoyo a la motivación o retroalimentación personalizada). También se han analizado los pasajes que discuten el papel del profesor en relación con estos diferentes componentes (por ejemplo, la gestión de las interacciones en el aula o la evaluación de los alumnos). Los principales resultados muestran que los desarrollos en el campo de la IAED cubren un amplio espectro de atribuciones docentes y que, aunque inalcanzable en un horizonte previsible, la ambición científica en el ámbito parece ser automatizar cada vez más las funciones docentes. Parece que el papel del docente es muy poco discutido en el campo, y menos todavía las interacciones esperadas entre los docentes y la IA. La discusión propone reutilizar el tetraedro de las TIC en la educación de Faerber (2003), basado en el triángulo didáctico de Houssaye (1988/2015), para conceptualizar el papel de la IA en educación en interacción con el del docente y el del alumno.

Palabras clave: inteligencia artificial, educación, docente, inteligencia artificial en educación, TIC



Introduction

L'intelligence artificielle en éducation (IAED) est un domaine de recherche dont les débuts se situent dans la décennie 1971-1980 (Self, 2016). Depuis, de nombreuses recherches ont été menées et ont conduit au développement d'une variété d'outils numériques parmi lesquels les systèmes tutoriels intelligents, les agents conversationnels ou bien, plus récemment, les tableaux de bord de la réussite éducative. Le domaine s'inscrit en continuité avec celui du *Computer-aided instruction* puis du *Intelligent Computer-aided instruction* (Robertson, 1976), dont l'objectif était de permettre l'apprentissage de connaissances à l'ordinateur avec des exercices fournissant des rétroactions automatiques. Selon Wenger (1986), contrairement à ces deux domaines, le domaine de l'IAED visait alors à développer des systèmes capables de prendre eux-mêmes des décisions pédagogiques plutôt que d'appliquer des décisions programmées par avance. En 1987, Romiszowski balisait le domaine de l'IAED disant que ses applications pouvaient servir soit l'enseignant ou l'élève, sur l'un ou l'autre de ces trois axes : en tant que tuteur (apprentissage assisté par ordinateur), en tant qu'outil (utilisation de systèmes experts) ou en tant qu'objet d'apprentissage (apprendre à programmer un système). Plus récemment, Lameris et Arnab (2021) ont réalisé une recension des écrits pour la période 2008-2020 et ont identifié que le domaine de l'IAED pouvait se décliner en cinq sous-domaines, soit 1) la préparation et la transmission de contenu, 2) l'aide aux étudiants dans l'application des connaissances, 3) l'engagement des étudiants dans les tâches, 4) l'évaluation et la rétroaction et 5) l'aide à l'autorégulation par les apprenants.

Les changements dans le domaine de l'IAED ont été nombreux depuis ses débuts, à commencer par la multiplication des sources de données disponibles pour personnaliser les apprentissages selon les individus (Bull et Kay, 2016). Cette personnalisation, objectif central des recherches dans le domaine (Dede *et al.*, 1985), s'appuie désormais sur une plus grande quantité de paramètres déterminés par des traces numériques de plus en plus complexes, et par des modèles prédictifs établis par des données massives provenant d'une multitude d'apprenants ou de cas d'utilisation. La frontière de plus en plus poreuse entre les espaces numériques et les espaces physiques (Dillenbourg, 2016) amène aussi à envisager le domaine de l'IAED comme de moins en moins hermétique, les usages de l'IA en éducation pouvant s'étudier via des situations d'enseignement-apprentissage complexes dans le contexte de la classe, en présence ou virtuelle, ou bien via d'autres disciplines comme l'évaluation ou le design pédagogique. De plus, les techniques employées pour le fonctionnement des systèmes d'IAED ont évolué. Romiszowski (1987) associait étroitement l'IAED aux systèmes experts, qu'il définissait ainsi : « An expert system should help a novice, or partly experienced, problem-solver to match acknowledged experts in the particular domain of problem solving that the system is designed to assist » (p. 96). Aujourd'hui, le domaine de l'IAED est marqué par le recours croissant à une IA dite connexionniste (voir Minsky, 1991), via l'apprentissage automatique, donnant lieu à de nouveaux usages comme la prédiction de la réussite scolaire ou le déploiement d'agents conversationnels hautement performants.

Le rôle de l'enseignant a été peu abordé dans le domaine de l'IAED (du Boulay, 2021), les recherches se concentrant principalement sur les interactions entre apprenants et savoirs par la médiation de systèmes tutoriels intelligents qui peuvent prendre la forme d'assistants pour la résolution de problèmes, de mentors, d'assistants de laboratoire ou de consultants experts (Sleeman et Brown, 1982). Pourtant, les enseignants sont centraux dans le processus d'intégration pédagogique du numérique et tout transfert des nouvelles technologies à l'intérieur de la classe passe d'abord par eux. De plus en plus de systèmes visent à soutenir les interactions entre enseignants et apprenants (Timms, 2016), ce qui appelle à définir le rôle de l'enseignant par rapport à l'utilisation de l'IA. Tout comme d'autres technologies numériques, l'intégration pédagogique de l'IA en éducation n'est possible que s'il y a d'abord adoption par les enseignants. Ensuite, c'est par l'intégration technopédagogique, aujourd'hui étudiée par des cadres spécifiques comme le modèle T-PACK (Koehler et Mishra, 2009), que l'enseignant déterminera ce qui est fait avant, pendant et



après l'utilisation d'une technologie numérique, avec ou sans IA. Il déterminera également les attentes vis-à-vis de l'apprenant à chacune de ces étapes, et pourra combiner plusieurs logiciels pour atteindre un objectif pédagogique de plus grande portée que ce qui a été pensé au moment de la conception de la technologie. Le déploiement de systèmes d'IAED dans le contexte de la classe passe donc nécessairement par les enseignants. Or, qu'attend-on d'eux vis-à-vis des systèmes d'IA? Quel est leur rôle? Ces logiciels empiètent-ils sur des tâches des enseignants? Sont-ils meilleurs ou pires que l'enseignant pour certaines tâches? Quelles nouvelles responsabilités incombent aux enseignants lors de l'utilisation de systèmes d'IA?

Cet article trouve sa pertinence principalement dans la peur, fondée ou non, selon laquelle l'IA pourrait remplacer l'enseignant. Selon Renz et Vladova (2021), cette peur du remplacement de l'enseignant a ralenti la progression de l'IA en éducation par rapport à d'autres domaines. Pour plusieurs, les enseignants sont nécessaires pour gérer des situations particulières non anticipables (Holmes *et al.*, 2021), prendre des décisions pédagogiques dans l'intérêt de l'élève et non du secteur *Edtech* (Saltman, 2020) ou tout simplement pour préserver les interactions humaines (Renz et Vladova, 2021). Pour ceux-là, le rôle de l'IA en éducation doit plutôt être de soutenir l'enseignant dans ses actions (p. ex. Bulger, 2016; Marrhich *et al.*, 2021). Mais la distinction entre remplacement de l'enseignant et soutien à l'enseignant n'est pas si claire dans le cas d'une technologie dont l'ambition est de reproduire une partie de l'intelligence humaine. Comme le soulignent Mubin *et al.* (2013), la division du travail entre les robots éducatifs et les enseignants doit être clarifiée en dépassant la dichotomie stérile portée par l'idée de remplacement. L'objectif de la recherche est d'analyser comment les rôles de l'enseignant et de l'IA ont été décrits dans le domaine de l'IAED de 1970 à 2022. L'atteinte de cet objectif permettra éventuellement d'identifier les zones d'interaction entre enseignants et IA, de même que les espaces vides à combler en matière de rôle auprès des apprenants.

Méthode

La méthode sélectionnée est celle de la recension systématique en s'appuyant sur les étapes suggérées par Rhoades (2011) : l'identification des critères d'inclusion et d'exclusion, le balayage des titres et résumés pour exclure les études non pertinentes, l'ajout de références jugées manquantes, l'analyse détaillée des études pertinentes, l'extraction des données, la synthèse et la conclusion. Une analyse inductive (Corbin et Strauss, 2015) a été réalisée en établissant une grille de codes, stabilisée après les 10 premiers documents, avec le logiciel MaxQDA. Le balayage des titres et résumés a été effectué par un des auteurs, de même que la codification des documents. La grille de codes a été ajustée et validée par les deux auteurs.

Bases de données consultées

Les bases de données suivantes ont été consultées le 1^{er} novembre 2022 : Web of Science (71 résultats), ACM Digital Library (6), Science Direct (8), Erudit (3), Academic Search Premier et Education Source (39), Taylor and Francis (4), ainsi que 11 ajouts manuels, car jugés manquants (p. ex. via les références des documents consultés ou suggérés lors de la révision par les pairs). La recherche n'a donné aucun résultat dans CAIRN et OpenEditions. La recherche brute a donné 142 résultats. Après retrait des doublons (n = 17), application des critères d'exclusion (tableau 1, n = 76), retrait des documents inaccessibles (n = 2), le corpus final comporte 47 documents (Figure 1). Les documents faisant partie du corpus sont marqués d'un astérisque dans la liste des références à la fin.



Critère d'inclusion et d'exclusion des textes

Comme la recension vise spécifiquement à identifier les publications se situant dans le domaine de l'IAED et traitant du rôle des enseignants, l'expression exacte « artificial intelligence in education » et le mot « teacher* » ont été identifiés comme principaux critères d'inclusion.

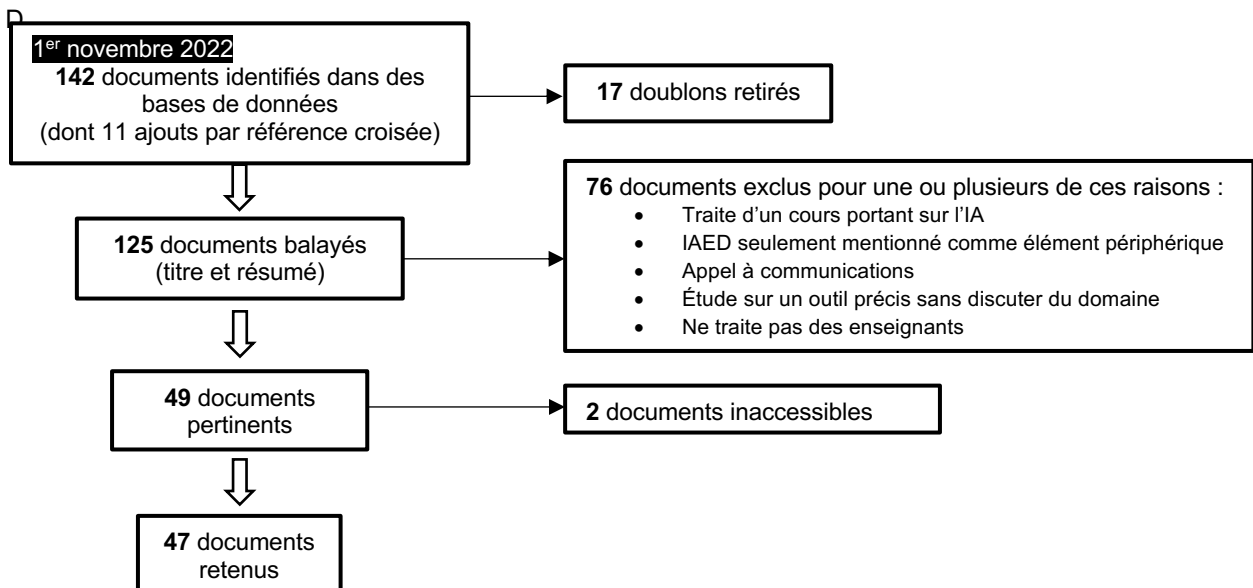
Tableau 1

Critères d'inclusion et d'exclusion de la recension

Critère de recherche	Valeurs
Critères d'inclusion	
Année de publication	1970 ... 2022
Domaine de l'intelligence artificielle en éducation	Titre, résumé ou mots-clés contient : « artificial intelligence in education » OU « AIED » OU « intelligence artificielle en éducation »
Rôle de l'enseignant	Titre et résumé contiennent : teacher* OU enseignant*
Exclure les autres définitions de l'acronyme IAED (<i>autoimmune inner ear disease</i>)	Titre et résumé ne contiennent pas : « disease »
Critères d'exclusion (balayage des titres et résumés)	
Langue de l'article	N'est pas en anglais ou en français
Type d'article	Éditoriaux, politiques de collecte de données ou appels à communication
Sujet	Traite de médecine ou santé, traite d'un outil précis sans discuter du domaine de l'IAED
Enseignants	Ne traite pas du rôle de l'enseignant dans le domaine de l'IAED

Figure 1

Processus de sélection des documents du corpus





Résultats

Cette section vise à présenter les résultats en lien avec l'objectif de recherche, soit de présenter la manière par laquelle les rôles de l'IA et de l'enseignant sont abordés dans le domaine de l'IAED. Une première partie présente une description du corpus, ensuite les rôles de l'IA et de l'enseignant sont abordés tour à tour. Pour chacun, les résultats sont séparés en fonction des interactions (p. ex. rôle de l'IA ou de l'enseignant auprès des enseignants, des apprenants, des savoirs et de la classe). La dernière section présente les résultats spécifiques par rapport à l'idée explicite de remplacement de l'enseignant.

Description du corpus

Au total, 65 catégories de codage ont été constituées et sont présentées dans le tableau 2 avec le nombre de passages correspondants ainsi que le nombre de documents pour lesquels cette catégorie a été employée au moins une fois. Le rôle de l'IA en éducation est abordé au moins une fois dans 46 documents et le rôle de l'enseignant dans 29 documents. La majorité des documents sont des articles théoriques publiés dans des revues avec révision par les pairs (n = 25).



Tableau

2

Grille de codage avec le nombre de segments et le nombre de documents par code

Code	Seg	Doc	Code	Seg	Doc
Rôle de l'IA	519	46	Rôle de l'enseignant	132	29
Rôle auprès des enseignants	106	26	Rôle auprès de l'IA	47	18
Fournir de l'information aux enseignants sur les apprenants	45	22	Participer à l'élaboration des systèmes d'IA	22	10
Modéliser le travail des enseignants	23	6	Interpréter les informations données par l'IA	9	5
Aider à la prise de décisions	19	12	Saisir des données	8	7
Fournir aux enseignants de l'information sur leur pratique	15	4	Bonifier ou corriger les représentations de l'IA	5	3
Faciliter la collaboration ou la formation entre enseignants	4	3	Choisir des outils d'IA	3	3
Rôle auprès des apprenants	273	43	Rôle auprès des apprenants	36	17
Fournir de la rétroaction précise	56	27	Soutenir la motivation des apprenants	9	6
Modéliser l'apprenant	55	25	Se représenter et connaître les apprenants	8	7
Personnaliser les apprentissages	40	21	Poser des diagnostics d'apprentissage précis	6	4
Soutenir la métacognition	38	18	Fournir des rétroactions aux apprenants	4	3
Évaluer les apprenants	20	15	Évaluer les apprenants	3	3
Soutenir la motivation	16	11	Orienter vers de bonnes stratégies d'apprentissage	3	2
Détecter les émotions	15	10	Sélectionner des tâches individualisées	2	2
Construire une relation avec l'apprenant	12	3	Soutenir la métacognition des apprenants	1	1
Choisir des stratégies d'enseignement	9	7	Rôle en lien avec les savoirs	21	11
Orienter vers de bonnes stratégies d'apprentissage	7	6	Planifier l'enseignement	11	6
Détecter le plagiat	3	2	Créer des ressources éducatives numériques	4	3
Identifier les élèves à risques	2	2	Déterminer des stratégies d'enseignement élaborées	3	3
Rôle en lien avec les savoirs	105	31	Transmettre des connaissances	3	3
Modéliser un domaine de connaissances	49	19	Rôle auprès de la classe	28	14
Choisir des contenus et activités	20	14	Interpréter une situation éducative unique et inédite	8	3
Transmettre des connaissances	18	14	Entrer en relation avec le groupe	7	4
Produire ou enrichir des ressources éducatives numériques	15	7	Piloter des échanges ou du travail collaboratif	6	5
Proposer des exercices de type « Drill & practice »	3	3	Créer et maintenir un climat de classe sain	3	3
Rôle auprès de la classe	34	11	Réaliser des actions périphériques non orientées vers un but	3	2
Soutenir le travail collaboratif	17	8	Négocier avec les élèves	1	1
Gérer la classe et les comportements	8	1	Remplacement de l'enseignant	143	38
Alimenter la discussion entre enseignants et apprenants	7	4	Transformation du rôle de l'enseignant	47	24
Modéliser les espaces physiques d'apprentissage	2	2	Avantages de l'IA vis-à-vis l'enseignant	40	18
			Triangle enseignants-IA-apprenants	24	9
			Avantages de l'enseignant vis-à-vis de l'IA	22	13
			Différences entre un tuteur intelligent et un enseignant	10	7

Note. Le nombre de segments codés aux 1^{er} et 2^e niveaux est un sous-total. Les passages ont tous été codés au 3^e niveau. Le nombre de documents au 3^e niveau est le total de documents avec au moins un passage codé. Aux 1^{er} et 2^e niveaux, il s'agit du nombre de documents avec au moins un passage codé dans un ou plusieurs des codes de 3^e niveau.



Les figures 2 à 4 présentent la répartition des documents par type, par pays du premier auteur et par année. Les résultats sont présentés dans l'ordre d'importance du nombre de passages codés : rôle de l'IA (n = 539) et rôle de l'enseignant (n = 130).

Figure 2
Nombre de documents par pays du premier auteur

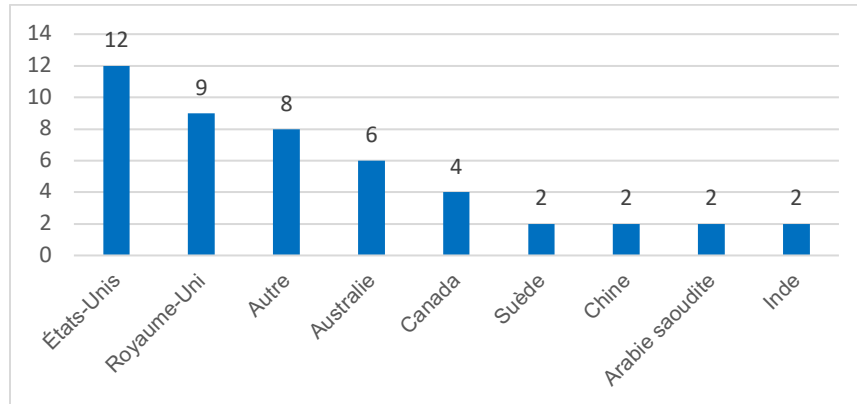


Figure 3
Nombre de documents par type de documents

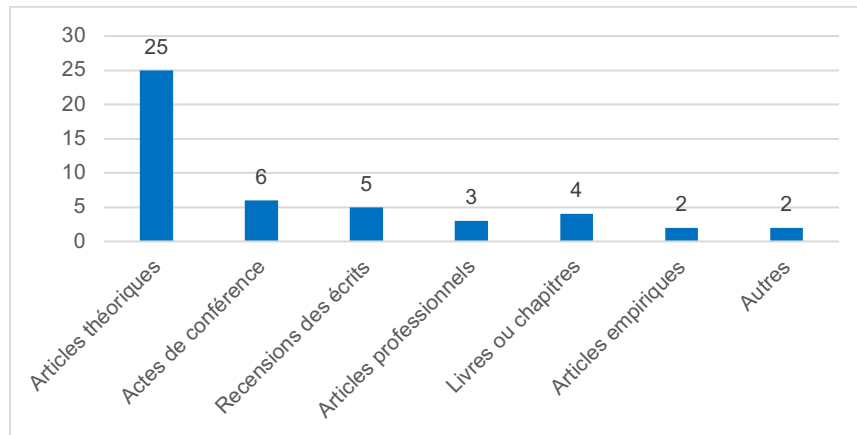
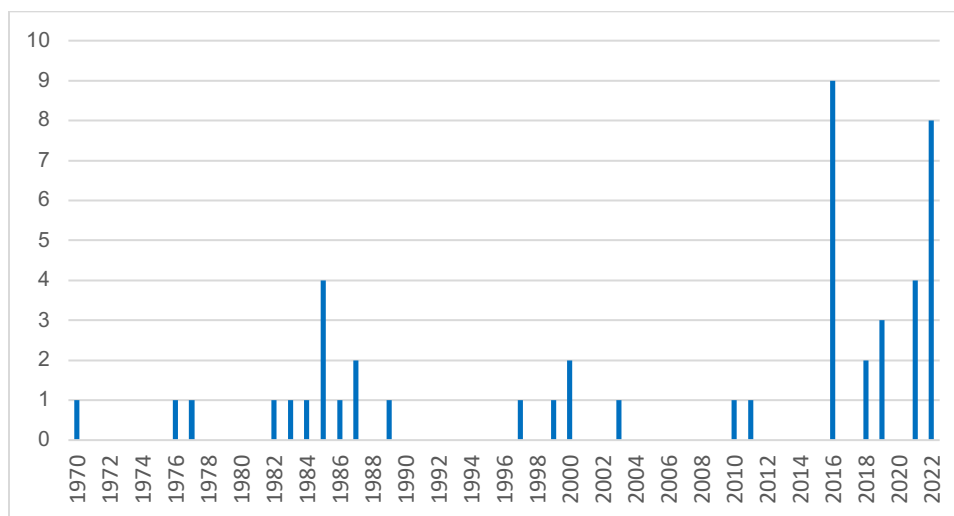




Figure 4
Nombre de documents par année de publication



Rôle de l'IA

RÔLE DE L'IA AUPRÈS DES ENSEIGNANTS

Les principaux résultats relatifs au rôle de l'IA concernent l'aide à la prise de décisions et la modélisation du travail des enseignants.

Premièrement, l'IA peut servir à aider les enseignants à prendre des décisions. Une dizaine de documents abordent l'aide à la prise de décisions, mais la plupart ne donnent pas davantage de détails sur les tâches qui peuvent être l'objet de cette aide. Il peut s'agir d'aide au design pédagogique ou à la sélection de ressources éducatives (Celik *et al.*, 2022), mais aussi d'aide au diagnostic des difficultés d'apprentissage (Colbourn, 1985) ou d'aide dans l'ensemble des tâches quotidiennes. À ce titre, Timms (2016) emploie le concept de « educational cobot » (p. 703) pour décrire un assistant intelligent qui augmenterait les capacités de l'enseignant. Pour alimenter la prise de décisions, les systèmes d'IA peuvent avoir pour fonction d'augmenter l'information disponible aux enseignants. Colbourn (1985) propose que les systèmes d'IA peuvent aider les enseignants à détecter des difficultés d'apprentissage. Plus récemment, plusieurs auteurs abordent l'idée que l'IA permet de colliger des données qu'il aurait été impossible d'obtenir autrement (paradigme du *Big data*, Cox et Brna, 2016). Dans le domaine de l'analytique de l'apprentissage, des tableaux de bord à destination des enseignants permettent de visualiser de l'information cumulée sur les traces d'apprentissages des apprenants individuellement ou en groupe (Lajoie, 2021). Les outils de prédiction de la réussite servent aussi à fournir de l'information supplémentaire aux enseignants pour les appuyer dans leur prise de décisions (Dillenbourg, 2016; Yuskovych-Zhukovska *et al.*, 2022). Selon Humble et Mozelius (2019), un système tutoriel intelligent « needs not to be intelligent but rather designed intelligently to amplify the human tutors already existing intelligence » (p. 5, en s'appuyant sur Baker, 2016).

Deuxièmement, l'IA est aussi employée pour modéliser le travail des enseignants dans le but de reproduire plus fidèlement leurs actions. À ce titre, des articles récents affichent une intention de dépasser la simple modélisation du rôle de tuteur que peut avoir un enseignant et de considérer aussi l'aspect relationnel



avec les apprenants. Par exemple, Celik *et al.* (2022) relatent des études où il a été tenté d'analyser la communication verbale des enseignants ou leurs mouvements à partir d'enregistrements vidéo afin de modéliser leur comportement en classe. Ces usages peuvent servir à mieux comprendre les gestes des enseignants afin de les faire reproduire par un tuteur intelligent, mais pour le moment ils servent surtout à aider les futurs enseignants à développer un recul réflexif sur leur pratique (Porayska-Pomsta, 2016). Dans cette idée de recul réflexif sur la pratique, du Boulay (2021) propose que des systèmes pourraient servir à aider les enseignants à constater les écarts entre leur planification de classe et le pilotage tel qu'il s'est vécu en classe.

RÔLE DE L'IA AUPRÈS DES APPRENANTS

Les principaux rôles de l'IA vis-à-vis des apprenants qui seront présentés sont, dans l'ordre, la modélisation de l'apprenant, la personnalisation des apprentissages, la rétroaction et la construction d'une relation avec l'apprenant.

Premièrement, les systèmes d'IAED sont composés d'un modèle de l'apprenant, d'un modèle du domaine de connaissances et d'un modèle d'enseignement (Crovello, 1985; Dede *et al.*, 1985). Le modèle de l'apprenant sert à stocker une représentation des connaissances de l'apprenant (Halff, 1986) et à la mettre à jour au fur et à mesure qu'il apprend avec le système. Le modèle de l'apprenant est alors juxtaposé au modèle de connaissances ou au modèle d'un expert, et permet d'inférer les connaissances manquantes ou erronées de l'apprenant (Brown, 1977; Burton et Brown, 1982). Si l'apprenant a bien intégré les connaissances, il devrait produire les mêmes réponses que le modèle de connaissances (Carbonell, 1970). Entre le début du domaine de l'IAED dans les années 1980 et aujourd'hui, les possibilités de modélisation de l'apprenant ont été décuplées notamment par le recours aux outils sur le Web qui permettent de connecter des données de plusieurs apprenants pour créer des modèles plus complexes (Bull et Kay, 2016). De plus, la multiplication des capteurs permettant de collecter des données amène à complexifier la modélisation des apprenants en y intégrant une plus grande variété (Dillenbourg, 2016). Les modèles des apprenants tendent désormais à intégrer de plus en plus de données sur l'engagement émotionnel des étudiants et non seulement sur l'état de leurs connaissances (du Boulay, 2021), et également des données longitudinales (Pinkwart, 2016). Ces modèles sont à la base de toute intervention qui vise à personnaliser les apprentissages (Kay *et al.*, 2022). Selon Lameris et Arnab (2021), le modèle de l'apprenant devrait comprendre six composantes : les connaissances par rapport au sujet appris, les motivations à apprendre et les attentes vis-à-vis de la situation d'apprentissage, l'expérience préalable des différentes modalités d'apprentissage, les préférences, les habiletés sociales et la confiance à utiliser un système d'apprentissage adaptatif.

Deuxièmement, en s'appuyant sur le modèle de l'apprenant, les systèmes d'IAED visent à personnaliser l'expérience d'apprentissage. Cette personnalisation peut s'opérer sur différents éléments, par exemple sur la navigation dans un logiciel en retirant ou en ajoutant des options (Brusilovsky et Peylo, 2003). Elle peut aussi s'opérer en adaptant les contenus aux intérêts d'une personne (du Boulay, 2021; Khandelwal, 2021) ou bien en ajustant le niveau de difficulté progressivement. Selon du Boulay et Luckin (2016), l'adaptation peut être macro lorsqu'elle vise un groupe de personnes, ou micro lorsqu'elle cible des individus.

Troisièmement, les systèmes d'IAED visent à donner des rétroactions rapides aux apprenants tels que mentionnés par de nombreux auteurs (p. ex. Dede *et al.*, 1985; Humble et Mozelius, 2019; Kann, 1983; Khan *et al.*, 2022; Stubbs et Pidcock, 1985), parfois en temps réel au moment de réaliser une procédure. Elles peuvent aussi être constituées d'indices personnalisés basés sur les erreurs commises par l'apprenant pour l'aider à ajuster ses actions (Brown, 1977). Ces rétroactions visent à réguler des



connaissances, à soutenir la motivation à apprendre (p. ex. Kim et Baylor, 2016; Walker et Ogan, 2016), à encourager la réflexion métacognitive en interrompant l'apprenant pour lui suggérer des réflexions (Dede *et al.*, 1985). Certains systèmes visent plutôt à ce que l'apprenant pilote lui-même les interactions avec le système en lui posant des questions (Jonassen, 2011). Burton et Brown (1982) distinguent le tuteur du « coach » (p. 79) disant que le tuteur agit plus formellement pour encadrer des apprentissages précis, alors que le *coach* sert plutôt à favoriser l'apprentissage dans un environnement informel où l'élève a plus d'initiative (p. ex. un jeu vidéo).

Finalement, plus récemment, des systèmes accordent de la valeur à la construction d'une relation avec l'apprenant. Walker et Ogan (2016) proposent de modéliser ces relations entre tuteur intelligent et apprenant :

We propose that AIED systems include designed relationships, or particular care taken to construct the socio-motivational relationship between the AIED system and the student. As we note above, a growing body of literature suggests that socially-designed interactions with educational technologies can produce similar outcomes as social interactions amongst teachers and students or peer collaborators. (p. 717)

De plus en plus de systèmes visent à détecter les émotions lors de la réalisation d'une tâche. Différentes expérimentations ont lieu, notamment pour évaluer le niveau d'attention global de la classe à partir d'analyse vidéo en temps réel (Raca *et al.*, 2014, cité dans Dillenbourg, 2016), pour la reconnaissance faciale ou bien le suivi oculaire (Timms, 2016), ou la classification des émotions (Lameras et Arnab, 2021).

En résumé, le rôle de l'IA envers les apprenants dans le domaine de l'IAED a principalement été celui de tuteur intelligent pour la personnalisation des apprentissages et la rétroaction rapide lors de la résolution d'un problème. Le domaine consacre de plus en plus d'intérêt aux aspects relationnels et émotifs et tend à étendre la modélisation des apprenants au-delà des aspects cognitifs, ce qui est notamment rendu possible par la multiplication des sources de données.

RÔLE DE L'IA EN LIEN AVEC LES SAVOIRS

Les principaux rôles de l'IA en lien avec les savoirs sont la modélisation des connaissances et la transmission de connaissances qui passe généralement par la production de ressources didactiques.

Premièrement, la modélisation des connaissances est mentionnée dans 19 des 47 documents du corpus, soit un peu moins que la modélisation des apprenants (25 documents). La modélisation des connaissances peut se faire via la création de réseaux sémantiques (Half, 1986) permettant de relier des concepts entre eux, ou bien en extrapolant ou en inférant des relations à partir d'une base de connaissances (p. ex. Carbonell, 1970). C'est à partir de cette modélisation que les systèmes d'IAED peuvent prendre des décisions pédagogiques sans qu'elles aient été programmées explicitement (Wenger, 1986).

Deuxièmement, cette modélisation des connaissances faite ou supportée par l'IA permet ensuite la transmission des connaissances vers les apprenants. Plus précisément, le rôle de l'IA peut être de choisir les connaissances à transmettre (Brusilovsky et Peylo, 2003) ou de démontrer la façon d'appliquer une technique (Stubbs et Piddock, 1985). Plusieurs documents évoquent la transmission de connaissances indirectement, par exemple Ye *et al.* (2021) en référant à la machine à apprendre de Skinner, ou bien des systèmes capables de répondre à des questions de contenus posées par les apprenants (Jonassen, 2011; Stubbs et Piddock, 1985). Trois articles, tous des années 1980, réfèrent à une approche de type « Drill & practice » (Crovello, 1985; Kann, 1983; Stubbs et Piddock, 1985). Les systèmes d'IA peuvent aussi être



utilisés pour produire ou enrichir des ressources didactiques. Cela peut consister à produire du matériel pour répondre à des caractéristiques particulières d'un élève (du Boulay, 2021; Porayska-Pomsta, 2016), à traduire du matériel, à générer des sous-titres automatiquement (Khandelwal, 2021) ou bien à résumer du contenu (Malik *et al.*, 2019).

RÔLE DE L'IA AUPRÈS DE LA CLASSE

Plusieurs documents récents attribuent à l'IA un rôle en lien avec la gestion de la classe. Ces rôles sont de deux ordres, soit le soutien au travail collaboratif ou bien la modélisation des espaces d'apprentissage.

Premièrement, les systèmes d'IA peuvent servir à soutenir la collaboration entre apprenants en structurant les discussions de façon à maximiser leur potentiel (Lameris et Arnab, 2021) ou bien en calculant des indicateurs d'engagement dans un projet collaboratif. Par exemple, Lajoie (2021) rapporte l'utilisation d'un système de discussions en ligne dans lequel les contributions des apprenants sont analysées et mises en relation avec celles des autres apprenants. Dillenbourg (2016, en s'appuyant sur Bachour *et al.*, 2010) rapporte l'utilisation d'une table avec des voyants lumineux servant d'indicateurs de temps de parole utilisés par les personnes. L'IA peut aussi avoir pour fonction d'alimenter les interactions entre l'enseignant et les apprenants. Les *Open Learner Models* permettent aussi de remplir cette fonction étant donné qu'ils fournissent de l'information sur l'apprentissage et les apprenants (Kay *et al.*, 2022).

Deuxièmement, en lien avec la classe, l'IA pourrait avoir de plus en plus pour fonction de modéliser les espaces physiques d'apprentissage :

[...] while AIED initially aimed at modelling the contents and the learner, a challenge for the future of AIED is to model educational spaces, i.e. the physical space and the diverse actors who inhabit this space, in order to make education more effective. We conceptualised this evolution by defining a third circle of usability (Dillenbourg *et al.*, 2011), where the user is not an individual (first circle) or a team (second circle) but the entire classroom is viewed as a physical and sociological system. (Dillenbourg, 2016, p. 548)

Modéliser la classe revient à dépasser la personnalisation des apprentissages sur une base purement individuelle et à intégrer, comme le souligne Dillenbourg, des connaissances relatives au groupe et à son fonctionnement.

En résumé, le rôle de l'IA auprès de la classe est peu abordé dans le corpus. Néanmoins, il semble que le rôle de l'IA auprès de la classe se développe davantage dans le domaine de l'IAED aujourd'hui qu'à ses débuts (26 des 34 passages codés dans cette catégorie proviennent de documents publiés après 2010), ce qui est cohérent avec l'intérêt grandissant envers les aspects relationnels et affectifs présentés dans la section sur le rôle de l'IA envers les apprenants. Ce rôle peut toucher à la structuration des échanges ou à la modélisation des espaces d'apprentissage autant physiques que numériques (Dillenbourg, 2016).



Rôle de l'enseignant

RÔLE DE L'ENSEIGNANT AUPRÈS DE L'IA

Le rôle de l'enseignant auprès de l'IA est assez peu abordé dans le corpus (47 passages répartis dans 18 documents). Lorsqu'il l'est, c'est essentiellement à deux égards : soit à titre d'utilisateur passif des systèmes, soit à titre d'utilisateur actif invité à paramétrer un système ou à saisir des données.

À titre d'utilisateur passif des systèmes d'IAED, l'enseignant peut être amené en premier lieu à interpréter des informations fournies par l'IA : « teachers need to understand the results of intelligent analysis based on teaching situations and pedagogical theories, compare the gap between students' achievements, identify students learning needs, predict risks at academic failure, and even discovering new rules for AIED » (Liu et Li, 2022, p. 39). Ce rôle peut être plus ou moins rempli selon le niveau de littératie des données de l'enseignant (Howard *et al.*, 2022). À ce titre, même une utilisation passive peut impliquer que les enseignants aient à développer des connaissances pour intégrer l'utilisation de l'IA dans leur pratique d'enseignement (Liu et Li, 2022; Pinkwart, 2016).

À titre d'utilisateur actif, l'enseignant peut être amené à contribuer à produire ces données. Bull et Kay (2016) affirment que le modèle de l'apprenant peut être soit contrôlé entièrement par le système, soit contrôlé conjointement par l'enseignant et le système. Ainsi, en plus d'interpréter des données, l'enseignant pourrait être lui-même amené à en saisir ou à en modifier pour complexifier ou corriger le modèle de l'apprenant (Bull et Kay, 2016), notamment des informations relatives aux comportements qui échapperaient aux traces numériques (Celik *et al.*, 2022). Selon Liu et Li (2022), les enseignants ont également une responsabilité éthique vis-à-vis de l'IA : « Teachers need to have the correct value judgment in deploying intelligent technology to promote students' learning and well-beings, understand the potential risks of AIED, and handle the ethical issues in a prudent and responsible manner » (p. 37).

RÔLE DE L'ENSEIGNANT AUPRÈS DES APPRENANTS

Dans le domaine de l'IAED, le rôle de l'enseignant auprès des apprenants est peu discuté et lorsqu'il l'est, c'est souvent pour illustrer l'écart entre ce que font les systèmes d'IAED et tout ce qu'il resterait à faire pour imiter, voire remplacer l'enseignant. Les principaux rôles de l'enseignant auprès des apprenants sont le soutien à la motivation, le diagnostic précis des embûches à la compréhension et la connaissance des apprenants.

Premièrement, l'enseignant est présenté comme un acteur essentiel pour soutenir la motivation des apprenants. Liu et Li (2022) évoquent que le travail émotionnel de l'enseignant est essentiel pour créer une atmosphère positive encourageant le plaisir d'apprendre et le dépassement de soi. Pour construire cette atmosphère, Timms (2016) évoque l'importance que l'enseignant démontre un intérêt réel et personnel envers les apprenants au-delà de la matière à apprendre.

Deuxièmement, plusieurs auteurs ont aussi évoqué le rôle de l'enseignant pour identifier des embûches à l'apprentissage dans des situations complexes ou avec de l'information fragmentaire, désordonnée et partielle (Les *et al.*, 1999), idée évoquée aussi par (Carbonell, 1970) : « Human teachers sometimes try to understand the nature of their students' confusions and problems, but at least as often, they go into explanatory and remedial sequences without a full understanding of the reasons for the students' errors » (p. 198-199). Du Boulay (2021) souligne l'importance de l'enseignant pour le soutien à la métacognition afin de consolider les apprentissages.



Finalement, pour accomplir ces rôles de soutien à la motivation et d'identification des embûches, les enseignants doivent connaître les apprenants et entretenir des représentations mentales à leur égard (Goodyear *et al.*, 1989). Cet aspect est nommé par plusieurs auteurs depuis les débuts du domaine, p. ex. Crovello (1985) évoquant que l'enseignant doit détenir des connaissances à propos de chaque apprenant en particulier. Cumming *et al.* (1997) évoquent des connaissances cognitives, affectives et sociales, certaines dynamiques qui changent selon les situations et d'autres qui s'inscrivent dans la durée (p. ex. des traits de personnalité des apprenants). Kay *et al.* (2022) parlent du « model of the learner in the mind of the teacher » et du « model of a set of learners » (p. 5).

En résumé, le rôle de l'enseignant auprès des apprenants est essentiellement de l'ordre relationnel, et c'est à partir de cette base que sont réalisées les tâches en lien avec le soutien aux apprentissages.

RÔLE DE L'ENSEIGNANT EN LIEN AVEC LES SAVOIRS

Le rôle de l'enseignant en lien avec les savoirs le plus abordé est la planification de l'enseignement. Ahmad *et al.* (2022) parlent du développement de curriculum ou de la création des plans de cours, Liu et Li (2022) considèrent même que « human teachers play irreplaceable roles in curriculum and creative professional practice compared with AI teachers » (p. 35). Les enseignants sont amenés à créer des ressources vidéo, à préparer des cours magistraux (Khandelwal, 2021) et à développer des ressources à l'aide d'outils d'IAED (Yuskovych-Zhukovska *et al.*, 2022). Les enseignants sont également responsables de la transmission de connaissances et du pilotage en temps réel d'activités d'apprentissage élaborées, aspect qui était jusqu'à récemment négligé dans le domaine de l'IAED selon Dillenbourg (2016) : « The role of teacher during runtime did not receive much attention for two decades, but this changed a lot over the last decade, with the growing interest for the orchestration of computer-enhanced learning activities » (p. 555).

RÔLE DE L'ENSEIGNANT EN LIEN AVEC LA CLASSE

Quelques passages relatifs aux apprenants décrivaient le travail de l'enseignant en lien avec un groupe plutôt qu'avec des individus. L'enseignant entre en relation avec un groupe en faisant appel à des compétences de communication qui ne sont pas nécessairement spécifiques à l'enseignement :

While there are some specialized tactics that human teachers apply effectively, good teaching derives from the conversational and social interactive skills used in everyday settings such as listening, eliciting, intriguing, motivating, cajoling, explaining, arguing, persuading, enthralling, leading, pleading and so on. (du Boulay et Luckin, 2016, p. 396)

Dans le même sens, Porayska-Pomsta (2016) évoque la nécessité d'une « agile adaptation » (p. 685) aussi décrite comme « teacher immediacy » par Walker et Ogan (2016, p. 716-717), laquelle comprend des gestes spontanés comme le sourire, le contact visuel, la gesticulation ou bien l'emploi de références communes.

Remplacement de l'enseignant

Étant donné que cette recension des écrits trouve sa pertinence dans les craintes, fondées ou non, à l'effet que l'IA pourrait remplacer l'enseignant, il nous est apparu utile de coder les passages du corpus qui discutaient précisément de cette idée.



Les mentions en lien avec l'idée de remplacement sont en général très courtes, par exemple Robertson (1976) qui affirme que « the idea is that such systems may make conventional teaching methods more effective, not that they should replace them » (p. 437). À l'inverse, Brusilovsky et Peylo (2003) affirment, en parlant du domaine de l'instruction assistée par ordinateur, que ces systèmes « were intended to replace all or part of traditional classroom instruction » (p. 163). Colbourn (1985, p. 521) affirme que dans certains cas le système se comporte comme un enseignant, mais que dans la plupart des cas, il agit comme un tuteur pour accompagner l'apprenant dans la découverte d'informations ou de lois pour lui-même. Dede *et al.* (1985) se prononcent plus directement en parlant du « potential for direct substitution of teacher activities » (p. 89) et en se demandant si l'avenir du domaine sera marqué par une intention d'automatisation ou d'accompagnement des activités de l'enseignant. Kann (1983) affirme que les programmes développés en IAED tentent de reproduire les caractéristiques des meilleurs enseignants, par exemple s'engager dans une communication bidirectionnelle avec l'apprenant et tenir compte de son intérêt pour poursuivre ou non certains apprentissages. Plus récemment, Edwards et Cheok (2018) parlent de l'IAED comme d'une solution pour pallier la pénurie de main-d'œuvre dans le domaine. Malgré de telles formulations qui affichent l'intention de remplacer l'enseignant dans certaines de ses activités, Dillenbourg (2016) affirme : « despite a few discording voices ("neo-Illich" gurus), educational technology researchers have never believed that their technology would suppress the need for teachers in formal education » (p. 555). Selon lui, toutefois, la place des enseignants a été peu étudiée dans les systèmes développés dans le domaine de l'IAED. Humble et Mozelius (2019) posent directement la question : l'objectif de l'IAED est-il de soutenir l'enseignant ou de le remplacer?

Plusieurs auteurs évoquent la transformation du rôle de l'enseignant, celui-ci étant amené à intervenir davantage sur le plan du pilotage des activités à haut niveau (du Boulay, 2021). Le temps passé auprès des élèves et son rôle pourraient aussi être amenés à changer (du Boulay, 2021). Ils peuvent aussi passer du temps à participer au codesign des systèmes d'IAED (Porayska-Pomsta, 2016). Selon Yuskovych-Zhukovska *et al.* (2022),

[...] AI is consistently and confidently changing the role of teachers. AI can perform tasks such as assessment, can help learners improve learning, and can even replace real learning. AI systems can be a source of expertise to which students can direct their questions, or even take the teachers' place for the basic materials of the course. However, in most cases, AI will only change the role of the teacher to the role of facilitator. (p. 350)

En résumé, l'idée de remplacement de l'enseignant ne semble jamais avoir été approfondie dans le domaine de l'IAED. Lorsqu'elle est discutée, c'est surtout de façon périphérique pour affirmer que cela n'est pas possible avec des contradictions sur le plan de la finalité poursuivie (remplacer l'enseignant ou non). Quelques auteurs développent tout de même l'idée de transformation du rôle de l'enseignant dans le contexte où l'IAED se développe de façon accélérée.

Discussion

Il ressort de l'analyse des résultats que les rôles attribués à l'IA dans le domaine de l'IAED sont des rôles qui relèvent normalement de l'enseignant. Ainsi, même si l'expression *remplacement de l'enseignant* apporte un lot de craintes et que cet objectif est, pour l'heure, inatteignable, il demeure qu'il semble s'agir d'une des ambitions scientifiques du domaine – ambition d'autant plus difficile à déceler que le contraire est parfois énoncé. Cela transparait dans les propos de plusieurs auteurs qui cherchent notamment à modéliser au mieux le rôle de l'enseignant, incluant son travail émotionnel et en lien avec la gestion des interactions sociales, pour mieux concevoir les systèmes d'IAED. Face à ce constat et face au manque de



développement des réflexions relatives à la transformation du rôle de l'enseignant dans le contexte où l'IAED est de plus en plus complexe et répandue, il nous apparaît essentiel que les systèmes éducatifs clarifient les interactions souhaitées entre les différents acteurs que sont l'IA, l'enseignant et l'apprenant. À défaut de quoi il y a un risque que de nouvelles actions nécessaires à la régulation des apprentissages ne soient posées ni par l'IA ni par l'enseignant, et que des actions informelles qui étaient jusqu'à présent posées par l'enseignant soient abandonnées par la délégation progressive à des systèmes d'IAED.

Quelques auteurs ont proposé d'employer un triangle enseignant-apprenant-IA pour conceptualiser les rôles et leurs interactions, à commencer par Cumming *et al.* (1997). Selon du Boulay (2021), l'étude des interactions entre ces trois composantes a conduit à prendre la réelle mesure de l'importance de l'enseignant dans l'environnement éducatif. Humble et Mozelius (2019), en s'appuyant sur plusieurs sources, évoquent un problème de valeurs qui peut potentiellement entraver le bon déploiement de l'IAED, par exemple lorsque les valeurs qui soutiennent le développement d'une IA forte sont désalignées de celles des personnes qui doivent l'utiliser et, à cet égard, évoquent l'importance de « human-compatible AI » (p. 2). Celik *et al.* (2022) ont proposé une boucle d'interactions entre enseignants et IA dans laquelle les enseignants établissent des critères d'évaluation, révisent les décisions de l'IA, documentent les problèmes techniques, alimentent les systèmes en données sur les apprenants, et l'IA réalise des évaluations, suit la progression des étudiants et alimente l'enseignant pour sa planification. Comme la recension a fait émergé des relations entre IA, enseignants, apprenants et savoirs, nous proposons aussi de conceptualiser ces interactions à partir du triangle didactique de Houssaye (1988), largement mobilisé dans le domaine de l'éducation.

Le triangle didactique a déjà été revisité plusieurs fois pour intégrer les TIC ou l'ordinateur, mais jamais à notre connaissance pour y intégrer spécifiquement l'IA. Faerber (2003) a été le premier, à notre connaissance, à proposer une actualisation du triangle didactique en intégrant un pôle technologique. Essentiellement, il part du constat que les relations identifiées par Houssaye (1988) sont modifiées lorsque l'enseignement-apprentissage s'opère par le biais d'un environnement virtuel : « l'environnement virtuel d'apprentissage est un intermédiaire à la fois fonctionnel, matériel, logiciel entre les pôles » (p. 202). Selon Yassine (2010), le rôle de l'ordinateur dans le triangle didactique dépend de l'usage qui en est fait. Il peut agir comme « ordinateur enseigné », dans ce cas c'est l'élève qui programme l'ordinateur, comme cela était déjà le cas dans le cadre des études de Papert avec l'environnement d'apprentissage LOGO. Il peut aussi être « tuteur », c'est-à-dire qu'il amène les apprenants « à suivre un nombre d'étapes où essais et erreurs se succèdent pour [les] aider à reconnaître leurs lacunes et acquérir des savoirs sans l'intervention de l'enseignant » (par. 4.1.2). Et il peut aussi être « outil », c'est-à-dire instrumentalisé par l'enseignant comme appui à certains apprentissages, par exemple pour présenter de l'information. Selon ces différentes façons d'envisager l'ordinateur, son rôle est plus ou moins actif dans le triangle didactique. Nous proposons que l'IA, telle qu'elle est conceptualisée aujourd'hui, et en continuité avec la recherche dans le domaine de l'IAED, vise à occuper un rôle de plus en plus actif à l'intérieur même du triangle didactique. D'ailleurs, nous avons observé un glissement progressif entre les écrits du début du domaine et ceux d'aujourd'hui, les premiers parlant davantage de systèmes d'IA ou de logiciels utilisant l'IA, alors que les derniers parlent de façon plus générale de « l'intelligence artificielle », donnant presque l'impression d'une personnification. L'IA est de moins en moins envisagée comme passive et instrumentale étant donné la complexité des décisions qu'elle peut prendre. Ceci, d'ailleurs, fait écho à une distinction de Wenger (1986) entre le *Computer-aided instruction* (CAI) et l'IAED : les systèmes développés dans le domaine de l'IAED peuvent prendre des décisions pédagogiques sans avoir été spécifiquement programmés pour cela, contrairement à ceux développés dans le domaine du CAI.



Le triangle didactique a aussi été revisité par Lombard (2007) pour développer le tétraèdre des TIC. Selon Lombard, « le maître en classe est très souvent ignoré ou son rôle minimisé » (par. 30). Selon lui, plusieurs technologies éducatives, comme des jeux éducatifs, sont souvent conçus sans égard au rôle de l'enseignant et plutôt dans la perspective de faire à sa place quelque chose qui lui revient normalement. Dans ce cas, les usages sont de l'ordre de « l'alternance [entre le professeur] et le dispositif cyber-prof » (par. 37) et ne relèvent pas de l'intégration pédagogique. Même s'il n'est pas question spécifiquement d'outils d'IAED, la même réflexion peut se poser pour ces derniers : est-ce qu'il devrait simplement y avoir alternance entre l'enseignement dispensé par l'enseignant et celui dispensé par l'IA, ou bien devrait-il y avoir intégration pédagogique de l'IA par l'enseignant? Une absence de réflexion sur les interactions souhaitées entre un dispositif technologique et l'enseignant peut conduire à « des conflits sournois » (par. 45), par exemple la diminution de la qualité de la relation pédagogique, voire son abandon par l'introduction d'un intermédiaire. Sur la collaboration enseignants-dispositif, Lombard affirme que « les – plutôt rares – usages des technologies où une collaboration efficace s'établit entre les 2 pôles pédagogiques que nous avons pu observer, semblent majoritairement des usages où le [dispositif] joue un rôle très peu intrusif sur le plan de la relation pédagogique » (p. 23).

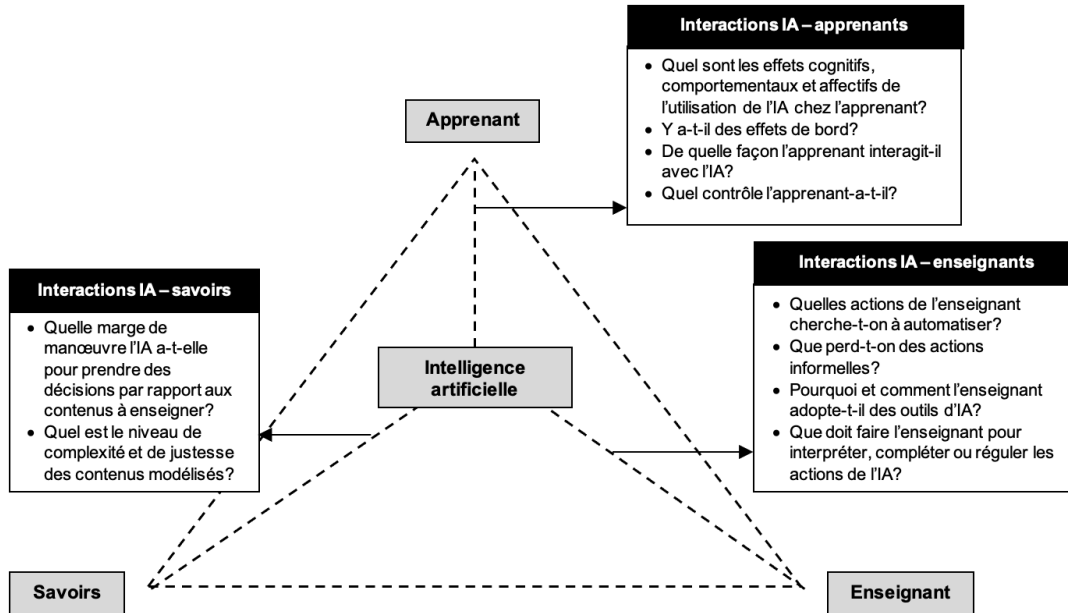
Nous proposons donc de réemployer le tétraèdre des TIC en éducation de Faerber (2003) et rediscuté par Lombard (2007) pour interroger la nouvelle réalité qui se pose par la permutation grandissante de l'IA dans la situation éducative. À la différence de Lombard (2007), nous proposons que le tétraèdre ne devrait pas, ou plus, s'emmêler à étudier de la même façon les usages de l'ordinateur où celui-ci est instrumentalisé par l'enseignant ou l'apprenant, et ceux où une IA transforme activement la situation d'apprentissage. À tout le moins, de tels usages seraient mieux étudiés sur les arêtes du tétraèdre pour la médiation qu'ils opèrent sur les acteurs ou entre eux, mais ne devraient pas occuper un sommet à part entière. D'ailleurs, Faerber (2003) disait explicitement « [ne pas avoir conféré à l'environnement virtuel] un statut de pôle au même titre que l'apprenant ou le savoir » (p. 202). Intégrer explicitement l'IA sur le sommet du tétraèdre dévolu à ce que Lombard appelle le « Dispositif Cyber-prof » permet de poser de nouvelles questions de recherche qui n'ont traditionnellement pas fait partie du domaine de l'IAED. Ces questions, qui touchent directement à l'idée d'interaction entre enseignants et IA, et à l'idée confrontante de remplacer les enseignants par une machine, doivent être posées et étudiées pour que des réponses satisfaisantes orientent les efforts des enseignants et plus généralement des systèmes éducatifs. L'enseignant ne devrait pas continuer à faire ce qu'une IA fait mieux, et l'IA ne devrait pas être utilisée pour faire ce qu'on ne comprend pas encore du rôle de l'enseignant.

La Figure 5 présente des questions qui, selon nous, devraient alimenter la conception des systèmes d'IAED de même que la recherche dans le domaine. Un tel positionnement invite aussi à ne plus envisager les systèmes d'IAED comme des outils d'aide à l'enseignement et l'apprentissage, mais comme des acteurs à part entière dans le processus, changement qui est selon nous essentiel au regard des avancées dans le domaine et pour préparer celles à venir.



Figure 5

Proposition de cadre de réflexion sur les interactions IA-enseignant-apprenant basée sur le tétraèdre des TIC en éducation de Faerber (2003)



Limites

Malgré nos efforts pour inclure un maximum de documents en cherchant dans plusieurs bases de données et en intégrant des références croisées, il est possible que certains documents pertinents, notamment les ceux non indexés dans des bases de données numériques, n'aient pas été trouvés. La codification des documents a été réalisée par un seul des auteurs, mais la grille a été ajustée par les chercheurs lors de rencontres de travail pendant le processus d'analyse. Soulignons finalement que, comme les articles sont principalement théoriques, les rôles de l'IA et de l'enseignant sont d'abord des rôles anticipés plus que des rôles constatés.

Conclusion

Cette recension des écrits s'est appuyée sur un corpus de 48 documents évoquant le rôle de l'enseignant dans le domaine de l'IAED. Par une analyse inductive, elle a permis de faire émerger les relations entre enseignant, apprenant, IA et savoirs telles qu'elles sont véhiculées dans le domaine. Il en ressort principalement que le rôle de l'enseignant et celui de l'apprenant sont peu abordés dans le domaine en comparaison avec celui de l'IA. Malgré des affirmations répétées selon lesquelles l'IA ne vise pas à remplacer l'enseignant, les actions qui lui sont déléguées tendent à montrer que les objectifs sont d'automatiser des tâches qui reviennent normalement à l'enseignant (p. ex. évaluer les apprenants, soutenir la motivation, fournir de la rétroaction précise), même si cette ambition n'est pas atteignable dans un horizon prévisible. Vu les avancées dans le domaine de l'IA et la complexité grandissante des tâches pouvant être automatisées, il semble essentiel de mieux conceptualiser les rôles afin de s'assurer que des



tâches essentielles des enseignants qui sont modélisées de façon incomplète ne soient pas abandonnées à l'IA (p. ex. les actions informelles qui revêtent tout de même une importance). De même, vu les avancées dans le domaine de la détection des émotions, voire du *monitoring* des activités en classe, il apparaît essentiel d'étudier davantage les effets du remplacement de l'enseignant par une IA non seulement sur les aspects cognitifs, mais aussi comportementaux et affectifs. Nous avons proposé, à partir d'une adaptation du triangle didactique de Houssaye (1988) et du tétraèdre des TIC de Faerber (2003), des questions pouvant guider la recherche et la conception dans le domaine de l'IAED en tenant compte des rôles de l'apprenant, de l'enseignant et de l'IA.

Remerciements

Merci à Didier Paquelin, professeur à l'Université Laval, pour son regard sur le triangle didactique.

Cette recherche a été financée par une bourse doctorale du Conseil de recherches en sciences humaines du Canada.

Liste des références¹

- *Ahmad, S. F., Alam, M. M., Rahmat, M. K., Mubarik, M. S., et Hyder, S. I. (2022). Academic and Administrative Role of Artificial Intelligence in Education. *Sustainability*, 14(3), 1101. <https://doi.org/10.3390/su14031101>
- Baker, R. S. (2016). Stupid tutoring systems, intelligent humans. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 600-614.
- *Brown, J. S. (1977). Uses of artificial intelligence and advanced computer technology in education. Dans J. Seidel et L. Rubin (dir.), *Computers and Communications: Implications for Education*. Academic Press.
- *Brusilovsky, P., et Peylo, C. (2003). Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 13, 156-159.
- Bulger, M. (2016). Personalized Learning: The Conversations We're Not Having. *Data & Society*, 29.
- *Bull, S., et Kay, J. (2016). SMILI☺: A Framework for Interfaces to Learning Data in Open Learner Models, Learning Analytics and Related Fields. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(1), 293-331. <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0090-8>
- Burton, R. R., et Brown, J. S. (1982). An investigation of computer coaching for informal learning activities. Dans D. Sleeman et J. S. Brown, *Intelligent tutoring systems* (p. 79-98). Academic Press.
- *Carbonell, J. (1970). AI in CAI: An Artificial-Intelligence Approach to Computer-Assisted Instruction. *IEEE Transactions on Man Machine Systems*, 11(4), 190-202. <https://doi.org/10.1109/TMMS.1970.299942>
- *Celik, I., Dindar, M., Muukkonen, H., et Järvelä, S. (2022). The Promises and Challenges of Artificial Intelligence for Teachers: A Systematic Review of Research. *TechTrends*, 66(4), 616-630. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00715-y>
- *Colbourn, M. J. (1985). Applications of artificial intelligence within education. *Computers & Mathematics with Applications*, 11(5), 517-526. [https://doi.org/10.1016/0898-1221\(85\)90054-9](https://doi.org/10.1016/0898-1221(85)90054-9)
- Corbin, J. M., et Strauss, A. L. (2015). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory* (4^e éd.). SAGE.

¹ Les documents faisant partie du corpus sont marqués d'un astérisque.



- *Cox, R., et Brna, P. (2016). Twenty Years on: Reflections on “Supporting the Use of External Representations in Problem Solving” *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(1), 193-204. <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0054-z>
- *Crovello, T. J. (1985). Computers, education and artificial intelligence. *ACM '85: Proceedings of the 1985 ACM annual conference on The range of computing: mid-80's perspective: mid-80's perspective*.
- *Cumming, G., Cropp, S., et McDougall, A. (1997). Learner Modelling: Lessons from Expert Human Teachers. Dans B. du Boulay et R. Mizoguchi (dir.), *Proceedings of the 8th World Conference on Artificial Intelligence in Education—Knowledge and Media in Learning Systems (AI-ED 97)* (p. 577-579). IOS Press.
- *Dede, C. J., Zoghiates, P. P., et Thompson, C. L. (1985). *Intelligent Computer-Assisted Instruction: A Review and Assessment of ICAI Research and Its Potential for Education*. Educational Technology Center.
- *Dillenbourg, P. (2016). The Evolution of Research on Digital Education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 544-560. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0106-z>
- *du Boulay, B. (2021). Jim Greer's and Mary Mark's Reviews of Evaluation Methods for Adaptive Systems: A Brief Comment about New Goals. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 31(3), 622-635. <https://doi.org/10.1007/s40593-020-00198-z>
- *du Boulay, B., et Luckin, R. (2016). Modelling Human Teaching Tactics and Strategies for Tutoring Systems: 14 Years On. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(1), 393-404. <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0053-0>
- *Edwards, B. I., et Cheok, A. D. (2018). Why Not Robot Teachers: Artificial Intelligence for Addressing Teacher Shortage. *Applied Artificial Intelligence*, 32(4), 345-360. <https://doi.org/10.1080/08839514.2018.1464286>
- Faerber, R. (2003). Groupements, processus pédagogiques et quelques contraintes liés à un environnement virtuel d'apprentissage. *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain*, 200-210.
- *Goodyear, P., Oosthoek, H., et Vroeijenstijn, T. (1989). Experts systems and intelligent tutoring—Some issues in the engineering of pedagogic knowledge. Dans *Higher Education and New Technologies* (p. 45-51). Pergamon.
- *Halff, H. M. (1986). Instructional Applications of Artificial Intelligence. *Educational Leadership: Journal of the Department of Supervision and Curriculum Development*, 24-31.
- Holmes, W., Porayska-Pomsta, K., Holstein, K., Sutherland, E., Baker, T., Shum, S. B., Santos, O. C., Rodrigo, M. T., Cukurova, M., Bittencourt, I. I., et Koedinger, K. R. (2021). Ethics of AI in Education: Towards a Community-Wide Framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00239-1>
- Houssaye, J. (1988). *Le triangle pédagogique*. Peter Lang.
- *Howard, S. K., Swist, T., Gasevic, D., Bartimote, K., Knight, S., Gulson, K., Apps, T., Peloché, J., Hutchinson, N., et Selwyn, N. (2022). Educational data journeys: Where are we going, what are we taking and making for AI? *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100073. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100073>
- *Humble, N., et Mozelius, P. (2019). Artificial Intelligence in Education—A Promise, a Threat, or a Hype? *Proceedings of the European Conference on the Impact of Artificial Intelligence and Robotics*, 149-156, Oxford, Royaume-Uni.
- *Humble, N., et Mozelius, P. (2019). Teacher-supported AI or AI-supported teachers? *Proceedings of the European Conference on the Impact of Artificial Intelligence and Robotics*, Oxford, Royaume-Uni.
- *Jonassen, D. H. (2011). Ask Systems: Interrogative access to multiple ways of thinking. *Educational Technology Research and Development*, 59(1), 159-175. <https://doi.org/10.1007/s11423-010-9179-9>
- *Kann, L. (1983). Artificial intelligence and its implications for education. *Canadian journal of educational communication*, 12(3).
- *Kay, J., Bartimote, K., Kitto, K., Kummerfeld, B., Liu, D., et Reimann, P. (2022). Enhancing learning by Open Learner Model (OLM) driven data design. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100069. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100069>
- *Khan, M. A., Khojah, M., et Vivek. (2022). Artificial Intelligence and Big Data: The Advent of New Pedagogy in the Adaptive E-Learning System in the Higher Educational Institutions of Saudi Arabia. *Education Research International*, 2022, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2022/1263555>
- *Khandelwal, K. (2021). Application of AI to Education during the Global Crisis. *Review of international geographical education*, 7, 3204-3212. <https://rigeo.org/menu-script/index.php/rigeo/article/view/2583>



- *Kim, Y., et Baylor, A. L. (2016). Research-Based Design of Pedagogical Agent Roles: A Review, Progress, and Recommendations. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(1), 160-169. <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0055-y>
- Koehler, M. J., et Mishra, P. (2009). What Is Technological Pedagogical Content Knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 11.
- *Lajoie, S. P. (2021). Student Modeling for Individuals and Groups: The BioWorld and HOWARD Platforms. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 31(3), 460-475. <https://doi.org/10.1007/s40593-020-00219-x>
- *Lamerias, P., et Arnab, S. (2021). Power to the Teachers: An Exploratory Review on Artificial Intelligence in Education. *Information*, 13(1), 14. <https://doi.org/10.3390/info13010014>
- *Lelouche, R. (2000). The various benefits of education from computers: An integrative review. *Proceedings International Workshop on Advanced Learning Technologies. IWALT 2000. Advanced Learning Technology: Design and Development Issues*, 7-7. <https://doi.org/10.1109/IWALT.2000.890550>
- *Les, J., Cumming, G., et Finch, S. (1999). Agent systems for diversity in human learning. Dans S. P. Lajoie et M. Vivet (dir.), *Artificial intelligence in education—Open Learning Environments: New Computational Technologies to Support Learning, Exploration and Collaboration* (p. 13-20).
- *Liu, X., et Li, Y. (2022). Redefining Teacher Qualification in the Artificial Intelligence Era: A Professional Capital Perspective. *Proceedings of the 5th International Conference on Big Data and Education*, 35-39. <https://doi.org/10.1145/3524383.3524405>
- Lombard, F. (2007). Du triangle de Houssaye au tétraèdre des TIC : comprendre les interactions entre les savoirs d'expérience et ceux de recherche. Dans B. Charlier et D. Peraya (dir.), *Transformation des regards sur la recherche en technologie de l'éducation* (p. 137-154). De Boeck Supérieur; Cairn.info. <https://doi.org/10.3917/dbu.charl.2007.01.0137>
- *Malik, G., Tayal, D. K., et Vij, S. (2019). An Analysis of the Role of Artificial Intelligence in Education and Teaching. Dans P. K. Sa, S. Bakshi, I. K. Hatzilygeroudis, et M. N. Sahoo (dir.), *Recent Findings in Intelligent Computing Techniques* (Vol. 707, p. 407-417). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-8639-7_42
- Marrhich, A., Lafram, I., Berbiche, N., et El Alami, J. (2021). Teachers' Roles in Online Environments: How AI Based Techniques Can Ease the Shift Challenges from Face-to-Face to Distance Learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 16(24), 244-254. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i24.26367>
- *McLaren, B. M., et Scheuer, O. (2010). Supporting Collaborative Learning and E-Discussions Using Artificial Intelligence Techniques. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 20(1). <https://doi.org/10.3233%2FJAI-2010-0001>
- Minsky, M. (1991). Logical Versus Analogical or Symbolic Versus Connectionist or Neat Versus Scruffy. *AI Magazine*, 12(2), 34-51.
- Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Mahmud, A. A., et Dong, J.-J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Technology for Education and Learning*, 1(2013), 1-7. <https://doi.org/10.2316/Journal.209.2013.1.209-0015>
- *Naughton, J. (1987). Artificial intelligence and education and training. Dans *Artificial Intelligence* (p. 77-82). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-034112-5.50012-7>
- *Pervez, S., et Alandjani, G. (2018). 21st Century Educational Requirements and Teaching Strategies for Competing with the Cyborgs. *International E-Journal of Advances in Social Sciences*, 4(11), 10.
- *Pinkwart, N. (2016). Another 25 Years of AIED? Challenges and Opportunities for Intelligent Educational Technologies of the Future. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 771-783. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0099-7>
- *Porayska-Pomsta, K. (2016). AI as a Methodology for Supporting Educational Praxis and Teacher Metacognition. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 679-700. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0101-4>
- Renz, A., et Vladova, G. (2021). Reinvigorating the Discourse on Human-Centered Artificial Intelligence in Educational Technologies. *Technology Innovation Management Review*, 11(5), 5-16. <https://doi.org/10.22215/timreview/1438>
- *Richer, M. H. (1985). Applications of artificial intelligence in education—A personal view. *The Physiologist*, 28(5), 428-431.

A Review of the Literature from 1970 to 2022 on the Roles of Teachers and Artificial Intelligence in the Field of AI in Education

Une recension des écrits de 1970 à 2022 sur les rôles de l'enseignant et de l'intelligence artificielle dans le domaine de l'IA en éducation

Una revisión de los escritos de 1970 a 2022 sobre los papeles del profesor y la inteligencia artificial en el campo de la IA en educación

<https://doi.org/10.52358/mm.vi16.304>

Alexandre Lepage, doctoral student in education
Université de Montréal, Canada
alexandre.lepage.2@umontreal.ca

Normand Roy, Professor
Université de Montréal, Canada
normand.roy@umontreal.ca

ABSTRACT

This article reviews the literature on the role of artificial intelligence (AI) and what teachers have envisioned in the field of artificial intelligence in education (AIED) since 1970. Forty-eight documents, most of them theoretical, were analyzed to identify what roles are given to AI in relation to learners, teachers, knowledge and the classroom as a whole (i.e. supporting motivation or providing personalized feedback). Quotes discussing teachers' role toward these components of learning situations were also analyzed (i.e. orchestrating interactions or evaluating learners). The results show considerable overlap between teachers' role and what AI is being developed to achieve in the field of AIED. Even if impossible in a predictable future,



the ambition of research in the field seems to be to automate a growing number of teachers' tasks. In the meantime, the role of teachers appears to be a dead angle in the field of AIED. The discussion proposes to reuse Faerber's ICT pyramid (2003), based on Houssaye's didactic triangle (1988/2015), to better study the role of AI in education in relation to those of teachers and learners.

Keywords: artificial intelligence, education, teacher, artificial intelligence in education, ICT

RÉSUMÉ

Cet article présente une recension des écrits sur la façon dont les rôles de l'enseignant et de l'intelligence artificielle (IA) sont abordés dans le domaine de l'intelligence artificielle en éducation (IAED) depuis 1970. Quarante-sept documents, théoriques pour la plupart, ont été analysés à partir des passages relatifs aux tâches confiées à une IA en lien avec les apprenants, les enseignants, les savoirs ou la classe (p. ex. le soutien à la motivation ou la rétroaction personnalisée). Les passages qui discutent du rôle de l'enseignant en lien avec ces différentes composantes ont aussi été analysés (p. ex. le pilotage des interactions en classe ou l'évaluation des apprenants). Les principaux résultats montrent que les développements dans le domaine de l'IAED couvrent un large spectre des attributions de l'enseignant et que, même si inatteignable sur un horizon prévisible, l'ambition scientifique du domaine semble être d'automatiser de plus en plus de tâches de l'enseignant. Il ressort que le rôle de l'enseignant est très peu discuté dans le domaine, et encore moins les interactions attendues entre enseignants et IA. La discussion propose de réemployer le tétraèdre des TIC en éducation de Faerber (2003), lui-même appuyé sur le triangle didactique de Houssaye (1988), pour conceptualiser le rôle de l'IA en éducation en interaction avec ceux de l'enseignant et de l'apprenant.

Mots-clés : intelligence artificielle, éducation, enseignant, intelligence artificielle en éducation, TIC

RESUMEN

Este estudio presenta una revisión de la literatura sobre cómo se han abordado los papeles del docente y de la inteligencia artificial (IA) en el campo de la inteligencia artificial en educación (AIED) desde 1970. Se han analizado cuarenta y ocho artículos, en su mayoría teóricos, a partir de los pasajes relacionados con las tareas encomendadas a una IA en relación con los alumnos, los profesores, el conocimiento o la clase (por ejemplo, apoyo a la motivación o retroalimentación personalizada). También se han analizado los pasajes que discuten el papel del profesor en relación con estos diferentes componentes (por ejemplo, la gestión de las interacciones en el aula o la evaluación de los alumnos). Los principales resultados muestran que los desarrollos en el campo de la IAED cubren un amplio espectro de atribuciones docentes y que, aunque inalcanzable en un horizonte previsible, la ambición científica en el ámbito parece ser automatizar cada vez más las funciones docentes. Parece que el papel del docente es muy poco discutido en el campo, y menos todavía las interacciones esperadas entre los docentes y la IA. La discusión propone reutilizar el tetraedro de las TIC en la educación de Faerber (2003), basado en el triángulo didáctico de Houssaye (1988/2015), para conceptualizar el papel de la IA en educación en interacción con el del docente y el del alumno.

Palabras clave: inteligencia artificial, educación, docente, inteligencia artificial en educación, TIC



Artificial intelligence in education (AIED) is a field of research whose beginnings can be traced back to the decade 1971-1980 (Self, 2016). Since then, a great deal of research has been carried out, leading to the development of a variety of digital tools including intelligent tutorial systems, conversational agents or, more recently, educational success dashboards. The field follows in the footsteps of computer-aided instruction and intelligent computer-aided instruction (Robertson, 1976) whose aim was to enable knowledge to be learned on a computer, with exercisers providing automatic feedback. According to Wenger (1986), unlike these two fields, the AIED field aimed to develop systems capable of making instructional decisions themselves, rather than applying pre-programmed decisions. In 1987, Romiszowski described the AIED field as one in which applications could serve either the teacher or the student, in one of three ways: as a tutor (computer-assisted learning), as a tool (use of expert systems) or as a learning object (learning to program a system). More recently, Lamerás and Arnab (2021) reviewed the literature for the period 2008-2020 and identified that the AIED field could be broken down into five sub-fields: (1) content preparation and delivery, (2) helping students apply knowledge, (3) engaging students in tasks, (4) assessment and feedback, and (5) helping learners self-regulate.

Changes in the AIED field have been numerous since its inception, starting with the multiplication of data sources available to personalize learning according to individuals (Bull and Kay, 2016). This personalization, a central objective of research in the field (Dede *et al.*, 1985), is now based on a greater quantity of parameters determined by increasingly complex digital traces, and by predictive models established by massive data from a multitude of learners or use cases. The increasingly porous boundary between digital and physical spaces (Dillenbourg, 2016) also leads us to see the field of AIED as less and less hermetic, since the uses of AI in education can be studied via complex teaching-learning situations in the classroom, whether face-to-face or virtual, or via other disciplines such as assessment or instructional design. What's more, the techniques used to operate AIED systems have evolved. Romiszowski (1987) closely associated AIED with expert systems, which he defined as follows: "An expert system should help a novice, or partly experienced, problem-solver to match acknowledged experts in the particular domain of problem solving that the system is designed to assist" (p. 96). Today, the field of AIED is marked by the growing use of so-called connectionist AI (see Minsky, 1991), via machine learning, giving rise to new uses such as the prediction of academic success or the deployment of high-performance conversational agents.

The role of the teacher has received little attention in the field of AIED (du Boulay, 2021), with research focusing mainly on learner-knowledge interactions mediated by intelligent tutorial systems that can take the form of problem-solving assistants, mentors, laboratory assistants or expert consultants (Sleeman and Brown, 1982). Yet teachers are central to the process of pedagogical integration of digital technology, and any transfer of new technologies within the classroom starts with them. More and more systems aim to support interactions between teachers and learners (Timms, 2016), which calls for a definition of the teacher's role in relation to the use of AI. Like other digital technologies, the pedagogical integration of AI in education is only possible if it is first adopted by teachers. Secondly, it is through techno-pedagogical integration, now studied by specific frameworks such as the T-PACK model (Koehler and Mishra, 2009), that teachers will determine what is done before, during and after the use of a digital technology, with or without AI. He or she will also determine what is expected of the learner at each of these stages, and may combine several software applications to achieve a broader pedagogical objective than was intended when the technology was designed. The deployment of AIED systems in the classroom therefore necessarily involves teachers. But what is expected of them with regard to AI systems? What is their role? Does this software encroach on teachers' tasks? Are they better or worse than teachers at certain tasks? What new responsibilities do teachers have when using AI systems?



The relevance of this article lies mainly in the fear, founded or not, that AI could replace teachers. According to Renz and Vladova (2021), this fear of teacher replacement has slowed the progress of AI in education compared to other fields. For many, teachers are needed to manage particular situations that cannot be anticipated (Holmes *et al.*, 2021), make pedagogical decisions in the interests of the student and not the *Edtech* sector (Saltman, 2020) or simply to preserve human interactions (Renz and Vladova, 2021). For those people, the role of AI in education should rather be to support teachers in their actions (e.g., Bulger, 2016; Marrich *et al.*, 2021). But the distinction between teacher replacement and teacher support is not so clear-cut in the case of a technology whose ambition is to reproduce a part of human intelligence. As Mubin *et al.* (2013) point out, the division of labour between educational robots and teachers needs to be clarified by going beyond the sterile dichotomy pertaining to replacement. The aim of the research is to analyze how the roles of teachers and AI have been described in the AIED field between 1970 and 2022. Achieving this objective will eventually help to identify areas of interaction between teachers and AI, as well as gaps that must be filled in terms of roles with learners.

Method

The method selected was that of a systematic review based on the steps suggested by Rhoades (2011): identification of inclusion and exclusion criteria, scanning of titles and abstracts to exclude irrelevant studies, addition of references deemed missing, detailed analysis of relevant studies, data extraction, synthesis and conclusion. An inductive analysis (Corbin and Strauss, 2015) was performed by establishing a code grid, stabilized after the first 10 papers, with MaxQDA software. Title and abstract scanning was carried out by one of the authors, as was document coding. The code grid was adjusted and validated by both authors.

Databases consulted

The following databases were searched on November 1st 2022: Web of Science (71 results), ACM Digital Library (6), Science Direct (8), Erudit (3), Academic Search Premier and Education Source (39), Taylor and Francis (4), as well as 11 manual additions, which were deemed to be missing (e.g., via references to documents consulted or suggested during peer review). The search yielded no results in CAIRN or OpenEditions. The raw search yielded 142 results. After removing duplicates (n=17), applying exclusion criteria (Table 1, n=76), removing inaccessible documents (n=2), the final corpus comprises 47 documents (Figure 1). Documents included in the corpus are marked with an asterisk in the reference list at the end.

Criteria for inclusion and exclusion of texts

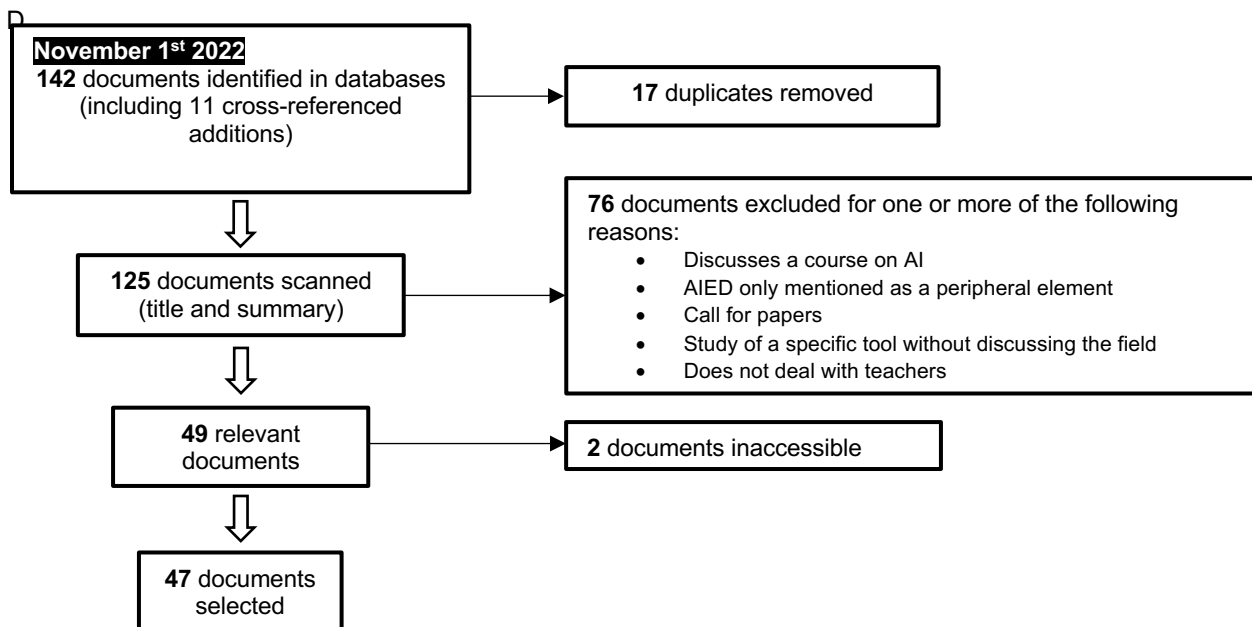
As the review was specifically designed to identify publications in the field of AIED dealing with the role of teachers, the exact phrase “artificial intelligence in education” and the word “teacher*” were identified as the main inclusion criteria.



Table 1
Review inclusion and exclusion criteria

Search criteria	Values
Inclusion criteria	
Year of publication	1970 ... 2022
Artificial intelligence in education	Title, abstract or keyword(s) contain(s): "artificial intelligence in education" OR "AIED" OR "intelligence artificielle en éducation".
The teacher's role	Title and abstract contain: teacher* OR enseignant*.
Exclude other definitions of the acronym AIED (<i>autoimmune inner ear disease</i>)	Title and abstract do not contain: "disease".
Exclusion criteria (scanning of titles and abstracts)	
Article language	Not in English or French
Type of article	Editorials, data collection policies or calls for papers
Subject	Deals with medicine or health, deals with a specific tool without discussing the AIED field
Teachers	Does not address the teacher's role in AIED

Figure 1
Corpus document selection process





Results

The aim of this section is to present the results in relation to the research objective, i.e., to present the way the roles of AI and teachers are approached in the field of AIED. The first section presents a description of the corpus, after which the roles of AI and teachers are discussed in turn. For each, results are separated according to interactions (e.g., role of AI or teacher with teachers, learners, knowledge and class). The final section presents specific results in relation to the explicit idea of teacher replacement.

Corpus description

A total of 65 coding categories were created and are presented in TTable 2 with the number of corresponding passages and the number of documents in which this category was used at least once. The role of AI in education was addressed at least once in 46 documents, and the role of teachers in 29 documents. The majority of documents are theoretical articles published in peer-reviewed journals (n=25).



Table 2
Coding grid with number of segments and number of documents per code

Code	Seg	Doc	Code	Seg	Doc
Role of AI	519	46			
Working with teachers	106	26	The teacher's role	132	29
Provide teachers with information on learners	45	22	Role with the AI	47	18
Modeling teachers' work	23	6	Participating in the development of AI systems	22	10
Helping with decision-making	19	12	Interpreting AI data	9	5
Provide teachers with information on their practice	15	4	Entering data	8	7
Facilitate collaboration and training among teachers	4	3	Improving or correcting AI representations	5	3
			Choosing AI tools	3	3
Role with learners	273	43	Role with learners	36	17
Provide accurate feedback	56	27	Supporting learner motivation	9	6
Modeling the learner	55	25	Representing and getting to know learners	8	7
Personalizing learning	40	21	Making accurate learning diagnoses	6	4
Supporting metacognition	38	18	Providing feedback to learners	4	3
Assessing learners	20	15	Assessing learners	3	3
Supporting motivation	16	11	Guiding towards good learning strategies	3	2
Detecting emotions	15	10	Selecting individual tasks	2	2
Building a relationship with the learner	12	3	Supporting learners' metacognition	1	1
Choosing teaching strategies	9	7	Role in relation to knowledge	21	11
Guiding towards good learning strategies	7	6	Instructional planning	11	6
Detecting plagiarism	3	2	Creating digital educational resources	4	3
Identifying at-risk students	2	2	Determining elaborate teaching strategies	3	3
			Transmitting knowledge	3	3
Role in relation to knowledge	105	31	Role with the class	28	14
Modeling a knowledge domain	49	19	Interpreting a unique educational situation	8	3
Choosing content and activities	20	14	Relating to the group	7	4
Transmitting knowledge	18	14	Managing exchanges and collaborative work	6	5
Producing or enhancing digital educational resources	15	7	Creating and maintaining a healthy classroom climate	3	3
"Drill & practice" exercises	3	3	Performing non-goal-oriented peripheral actions	3	2
Role with the class	34	11	Negotiating with students	1	1
Supporting collaborative work	17	8	Teacher replacement	143	38
Classroom and behaviour management	8	1	Transformation of the teacher's role	47	24
Fueling discussion between teachers and learners	7	4	Benefits of AI for teachers	40	18
Modeling physical learning spaces	2	2	Teacher-AI-learner triangle	24	9
			Advantages of the teacher over AI	22	13
			Differences between an intelligent tutor and a teacher	10	7

Note: The number of segments coded at the 1st and 2nd levels is a subtotal. The passages have all been coded at the 3rd level. The number of documents at the 3rd level is the total number of documents with at least one coded passage. At the 1st and 2nd levels, this is the number of documents with at least one passage coded in one or more of the 3rd level codes.



Figures 2 to 4 show the distribution of documents by type, country of first author and year. The results are presented in order of the number of passages coded: role of AI (n=539) and role of the teachers (n=130).

Figure 2
Number of documents by country of first author

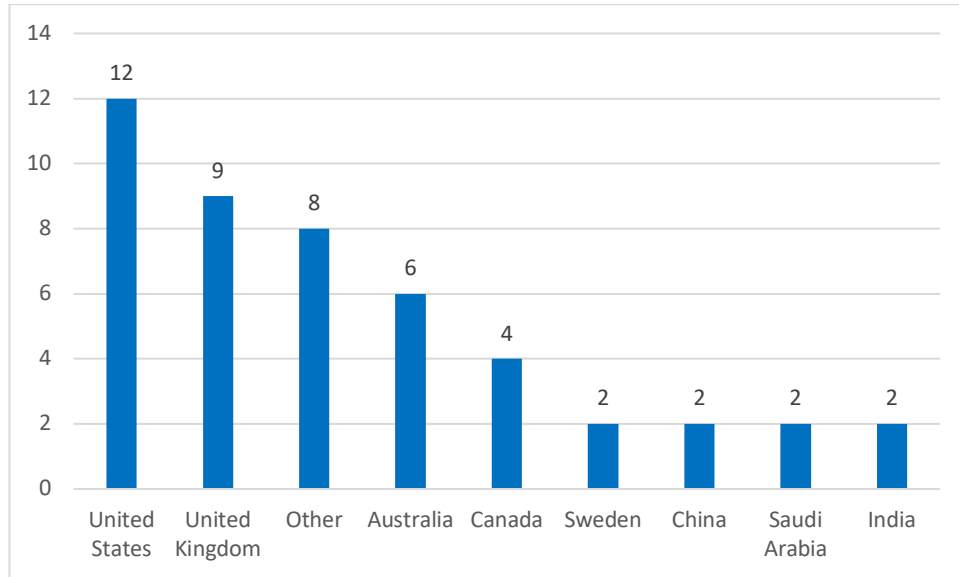


Figure 3
Number of documents by type of document

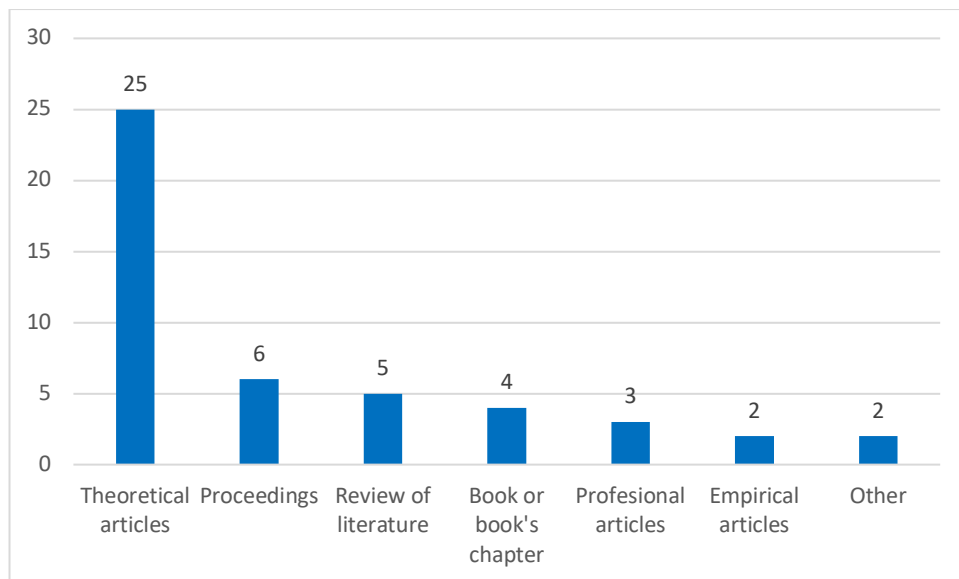
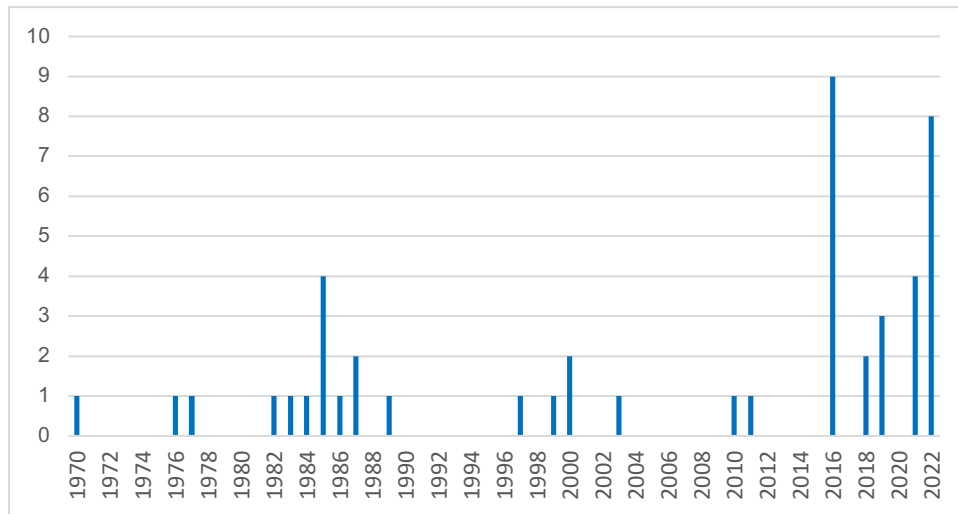




Figure 4
Number of documents by year of publication



The role of AI

AI'S ROLE WITH RESPECT TO TEACHERS

The main results relating to the role of AI concern decision support and the modeling of teachers' work.

First, AI can be used to help teachers make decisions. A dozen or so papers discuss decision support, but most do not go into more detail about the tasks that can be supported. These may include help with instructional design or the selection of educational resources (Celik *et al.*, 2022), help with diagnosing learning difficulties (Colbourn, 1985) or help with the whole range of everyday tasks. As such, Timms (2016) uses the concept of “educational cobot” (p. 703) to describe an intelligent assistant that would augment the teacher’s capabilities. To support decision-making, AI systems may increase the information available to teachers. Colbourn (1985) proposes that AI systems can help teachers detect learning difficulties. More recently, several authors address the idea that AI makes it possible to collate data that would otherwise be impossible to obtain (Big data paradigm, Cox and Brna, 2016). In the field of learning analytics, dashboards for teachers make it possible to visualize cumulative information on the learning traces of learners individually or in groups (Lajoie, 2021). Success prediction tools are also used to provide teachers with additional information to support their decision-making (Dillenbourg, 2016; Yuskovych-Zhukovska *et al.*, 2022). According to Humble and Mozelius (2019), an intelligent tutorial system “needs not to be intelligent but rather designed intelligently to amplify the human tutor’s already existing intelligence” (p. 5, drawing on Baker, 2016).

Second, AI is also being used to model the work of teachers, with the aim of reproducing their actions more faithfully. In this respect, recent articles show an intention to go beyond the simple modeling of a teacher’s role as tutor, and also consider the relational aspect with learners. For example, Celik *et al.* (2022) report on studies in which attempts were made to analyze teachers’ verbal communication or movements from video recordings to model their classroom behaviour. These uses can help to provide a better understanding of teachers’ gestures so that they can be reproduced by an intelligent tutor, but for the moment they are mainly used to help future teachers develop a reflexive hindsight on their practice



(Porayska-Pomsta, 2016). In line with this idea of taking a reflective look at practice, du Boulay (2021) proposes that systems could be used to help teachers see the gaps between their classroom planning and the piloting experienced in the classroom.

AI'S ROLE WITH RESPECT TO LEARNERS

The main roles of AI with regard to learners that will be presented are, in order, modeling the learner, personalizing learning, providing feedback and building a relationship with the learner.

First, AIED systems comprise a learner model, a knowledge domain model and a teaching model (Crovello, 1985; Dede *et al.*, 1985). The learner model is used to store a representation of the learner's knowledge (Half, 1986) and to update it as he or she learns with the system. The learner's model is then juxtaposed with the knowledge model or an expert's model, and is used to infer the learner's missing or erroneous knowledge (Brown, 1977; Burton and Brown, 1982). If the learner has integrated the knowledge correctly, he or she should produce the same responses as the knowledge model (Carbonell, 1970). Since the beginning of the AIED field in the 1980s, the possibilities for modeling the learner have increased tenfold, notably through the use of web-based tools that connect data from multiple learners to create more complex models (Bull and Kay, 2016). What's more, the proliferation of sensors for collecting data is leading to greater complexity in learner modeling by incorporating a wider variety (Dillenbourg, 2016). Learner models now tend to incorporate more and more data on students' emotional engagement and not just on their state of knowledge (du Boulay, 2021), as well as longitudinal data (Pinkwart, 2016). These models underpin any intervention that aims to personalize learning (Kay *et al.*, 2022). According to Lameris and Arnab (2021), the learner model should include six components: knowledge about the subject being learned, motivations to learn and expectations of the learning situation, prior experience of different learning modalities, preferences, social skills and confidence in using an adaptive learning system.

Second, based on the learner model, AIED systems aim to personalize the learning experience. This personalization can take place in a number of ways, for example by removing or adding options to software navigation (Brusilovsky and Peylo, 2003). It can also be achieved by adapting content to a person's interests (du Boulay, 2021; Khandelwal, 2021) or by gradually adjusting the level of difficulty. According to du Boulay and Luckin (2016), adaptation can be macro when it targets a group of people, or micro when it targets individuals.

Third, AIED systems aim to give rapid feedback to learners as mentioned by many authors (e.g., Dede *et al.*, 1985; Humble and Mozelius, 2019; Kann, 1983; Khan *et al.*, 2022; Stubbs and Piddock, 1985), sometimes in real time at the moment of performing a procedure. They can also consist of personalized cues, based on mistakes made by learners, to help them adjust their actions (Brown, 1977). Such feedback aims to regulate knowledge, support motivation to learn (e.g., Kim and Baylor, 2016; Walker and Ogan, 2016), encourage metacognitive reflection by interrupting the learner to suggest reflections (Dede *et al.*, 1985). Some systems aim instead for the learner to drive interactions with the system themselves by asking questions (Jonassen, 2011). Burton and Brown (1982) distinguish the tutor from the "coach" (p. 79), saying that the tutor acts more formally to supervise specific learning, while the coach is more focused on encouraging learning in an informal environment where the student has more initiative (e.g., a video game).

Finally, more recently, systems are placing value on building a relationship with the learner. Walker and Ogan (2016) propose to model these relationships between intelligent tutor and learner:

We propose that AIED systems include designed relationships, or particular care be taken to construct the socio-motivational relationship between the AIED system and the student. As we



note above, a growing body of literature suggests that socially-designed interactions with educational technologies can produce similar outcomes as social interactions amongst teachers and students or peer collaborators (p. 717).

More and more systems are aiming to detect emotions while performing a task. Various experiments are taking place, notably to assess the overall attention level of the class based on real-time video analysis (Raca *et al.*, 2014, cited in Dillenbourg, 2016), for facial recognition or eye tracking (Timms, 2016), or the classification of emotions (Lameras and Arnab, 2021).

In summary, the role of AI with respect to learners in the field of AIED has mainly been that of intelligent tutor for personalized learning and rapid feedback when solving a problem. The field is devoting more and more attention to relational and emotional aspects, and tends to extend the modeling of learners beyond cognitive aspects, which is made possible in particular by the multiplication of data sources.

THE ROLE OF AI IN RELATION TO KNOWLEDGE

The main roles of AI in relation to knowledge are knowledge modeling and knowledge transmission, which generally involves the production of learning resources.

First, knowledge modeling is mentioned in 19 of the 47 documents in the corpus, slightly less than learner modeling (25 documents). Knowledge modeling can be done by creating semantic networks (Halff, 1986) linking concepts together, or by extrapolating or inferring relationships from a knowledge base (e.g., Carbonell, 1970). It is on the basis of this modeling that AIED systems can make instructional decisions without having been explicitly programmed (Wenger, 1986).

Second, this knowledge modeling done or supported by the AI then enables the transmission of knowledge to learners. More specifically, the AI's role may be to select the knowledge to be transmitted (Brusilovsky and Peylo, 2003) or to demonstrate how to apply a technique (Stubbs and Piddock, 1985). Several papers mention knowledge transmission indirectly, for example, Ye *et al.*, (2021) referring to Skinner's learning machine or systems capable of answering content questions posed by learners (Jonassen, 2011; Stubbs and Piddock, 1985). Three articles, all from the 1980s, refer to a "Drill & practice" approach (Crovello, 1985; Kann, 1983; Stubbs and Piddock, 1985). AI systems can also be used to produce or enrich learning resources. This may involve producing material to meet a student's particular characteristics (du Boulay, 2021; Porayska-Pomsta, 2016), translating material or generating subtitles automatically (Khandelwal, 2021), or summarizing content (Malik *et al.*, 2019).

THE ROLE OF AI IN THE CLASSROOM

A number of recent documents assign roles to AI in classroom management. There are two such roles: supporting collaborative work or modeling learning spaces.

First, AI systems can be used to support collaboration among learners by structuring discussions to maximize their potential (Lameras and Arnab, 2021) or by calculating indicators of engagement in a collaborative project. For example, Lajoie (2021) reports the use of an online discussion system in which learners' contributions are analyzed and related to those of other learners. Dillenbourg (2016, building on Bachour *et al.*, 2010) reports the use of a table with indicator lights serving as indicators of speaking time used by individuals. AI can also power interactions between teacher and learners. Open learner models also fulfil this function, as they provide information about learning and learners (Kay *et al.*, 2022).



Second, in connection with the classroom, AI could increasingly be used to model physical learning spaces:

[...] while AIED initially aimed at modelling the contents and the learner, a challenge for the future of AIED is to model educational spaces, i.e., the physical space and the diverse actors who inhabit this space, in order to make education more effective. We conceptualized this evolution by defining a third circle of usability (Dillenbourg *et al.*, 2011), where the user is not an individual (first circle) or a team (second circle) but the entire classroom is viewed as a physical and sociological system. (Dillenbourg, 2016, p. 548)

Modeling the classroom means going beyond personalizing learning on a purely individual basis and integrating, as Dillenbourg points out, knowledge about the group and how it functions.

To sum up, the role of AI in the classroom is little discussed in the corpus. Nevertheless, it seems that the role of AI in the classroom is developing more in the AIED field today than in its early days (26 of the 34 passages coded in this category come from documents published after 2010), which is consistent with the growing interest in relational and affective aspects presented in the section on the role of AI in learners. This role may involve structuring exchanges or modeling both physical and digital learning spaces (Dillenbourg, 2016).

The teacher's role

THE TEACHER'S ROLE WITH RESPECT TO AI

The role of the teacher regarding AI is rarely mentioned in the corpus (47 passages in 18 documents). When it is, it is essentially in two respects: either as a passive user of the systems, or as an active user invited to configure a system or enter data.

As passive users of AIED systems, teachers may be required first and foremost to interpret information provided by AI: "teachers need to understand the results of intelligent analysis based on teaching situations and pedagogical theories, compare the gap between students' achievements, identify students learning needs, predict risks at academic failure, and even discovering new rules for AIED" (Liu and Li, 2022, p. 39). This role can be fulfilled to a greater or lesser extent depending on the teacher's level of data literacy (Howard *et al.*, 2022). As such, even passive use may involve teachers having to develop knowledge to integrate the use of AI into their teaching practice (Liu and Li, 2022; Pinkwart, 2016).

As active users, teachers may have to contribute to producing this data. Bull and Kay (2016) assert that the learner's model can either be controlled entirely by the system, or controlled jointly by the teacher and the system. Thus, in addition to interpreting data, the teacher could be required to enter or modify data to complexify or correct the learner model (Bull and Kay, 2016), including information relating to behaviours that would escape the digital traces (Celik *et al.*, 2022). According to Liu and Li (2022), teachers also have an ethical responsibility towards AI: "Teachers need to have the correct value judgment in deploying intelligent technology to promote students' learning and well-being, understand the potential risks of AIED, and handle the ethical issues in a prudent and responsible manner" (p. 37).



THE TEACHER'S ROLE WITH RESPECT TO LEARNERS

In the field of AIED, there is little discussion about the role of the teacher with respect to learners, and when it is, it often illustrates the gap between what AIED systems do and how much remains to be done to imitate or even replace the teacher. The teacher's main roles regarding learners are to support motivation, accurately diagnose obstacles to comprehension and get to know the learners.

First, teachers are presented as essential players in supporting learner motivation. Liu and Li (2022) mention that the emotional work of teachers is essential to create a positive atmosphere that encourages the pleasure of learning and self-improvement. To create this atmosphere, Timms (2016) evokes the importance of teachers demonstrating a genuine and personal interest in learners beyond the subject matter.

Second, several authors have also mentioned the teacher's role in identifying learning pitfalls in complex situations or with fragmentary, disorganized and partial information (Les *et al.*, 1999), an idea also mentioned by (Carbonell, 1970): "Human teachers sometimes try to understand the nature of their students' confusions and problems, but at least as often, they go into explanatory and remedial sequences without a full understanding of the reasons for the students' errors." (pp. 198-199). Du Boulay (2021) stresses the importance of teachers in supporting metacognition to consolidate learning.

Finally, to fulfill these motivational support and pitfall identification roles, teachers need to know their learners and maintain mental representations of them (Goodyear *et al.*, 1989). This aspect has been referred to by several authors since the early days of the field, e.g., Crovello (1985) mentioning that teachers must have knowledge about each individual learner. Cumming *et al.* (1997) refer to cognitive, affective and social knowledge, some of which is dynamic and changes according to the situation, while others are long-term (e.g., learners' personality traits). Kay *et al.* (2022) speak of the "model of the learner in the mind of the teacher" and the "model of a set of learners" (p. 5).

In short, the teacher's role with respect to learners is essentially relational, and it is from this base that tasks related to learning support are carried out.

THE TEACHER'S ROLE IN RELATION TO KNOWLEDGE

The most discussed role of the teacher in relation to knowledge is instructional planning. Ahmad *et al.* (2022) speak of curriculum development or the creation of lesson plans, and Liu and Li (2022) even consider that "human teachers play irreplaceable roles in curriculum and creative professional practice compared with AI teachers" (p. 35). Teachers are required to create video resources and prepare lectures (Khandelwal, 2021) and develop resources using AIED tools (Yuskovych-Zhukovska *et al.*, 2022). Teachers are also responsible for transmitting knowledge and steering elaborate learning activities in real time, an aspect that until recently was neglected in the field of AIED according to Dillenbourg (2016): "The role of teacher during runtime did not receive much attention for two decades, but this changed a lot over the last decade, with the growing interest for the orchestration of computer-enhanced learning activities" (p. 555).



THE TEACHER'S ROLE IN RELATION TO THE CLASS

A few passages about learners described the teacher's work in relation to a group rather than individuals. The teacher enters into a relationship with a group by calling on communication skills that are not necessarily specific to teaching:

While there are some specialized tactics that human teachers apply effectively, good teaching derives from the conversational and social interactive skills used in everyday settings such as listening, eliciting, intriguing, motivating, cajoling, explaining, arguing, persuading, enthralling, leading, pleading and so on. (du Boulay and Luckin, 2016, p. 396.)

In the same vein, Porayska-Pomsta (2016) refers to the need for "agile adaptation" (p. 685), also described as "teacher immediacy" by Walker and Ogan (2016, pp. 716-717), which includes spontaneous gestures such as smiling, eye contact, gesticulation or the use of common references.

Teacher replacement

Given that this literature review finds its relevance in fears, founded or unfounded, that AI could replace the teacher, we thought it useful to code the passages in the corpus that discussed precisely this idea.

References to the idea of replacement are generally very brief, for example Robertson, (1976) who states that "the idea is that such systems may make conventional teaching methods more effective, not that they should replace them" (p. 437). Conversely, Brusilovsky and Peylo (2003), referring to the field of computer-assisted instruction, assert that these systems "were intended to replace all or part of traditional classroom instruction" (p. 163). Colbourn (1985, p. 521) states that in some cases the system acts like a teacher, but in most cases it acts like a tutor to accompany learners in discovering information or laws for themselves. Dede *et al.* (1985) are more straightforward, speaking of the "potential for direct substitution of teacher activities" (p. 89) and wondering whether the future of the field will involve an intention to automate or accompany teacher activities. Kann (1983) argues that programs developed in AIED attempt to replicate the characteristics of the best teachers, such as engaging in two-way communication with learners and taking account of their interest in whether to pursue certain learning. More recently, Edwards and Cheok (2018) speak of AIED as a solution to the shortage of manpower in the field. Despite such formulations, which display the intention of replacing teachers in some of their activities, Dillenbourg (2016) asserts: "despite a few discordant voices ('neo-Illich' gurus), educational technology researchers have never believed that their technology would suppress the need for teachers in formal education" (p. 555). In his opinion, however, few studies have been carried out on the roles of teachers in systems developed in the field of AIED. Humble and Mozelius (2019) ask the question directly: is the aim of the AIED to support teachers or to replace them?

A number of authors point to the transformation of the role of teachers, as they become more involved in steering high-level activities (du Boulay, 2021). Time spent with students and their role may also change (du Boulay, 2021). They may also spend time participating in the co-design of AIED systems (Porayska-Pomsta, 2016). According to Yuskovych-Zhukovska *et al.* (2022):

[...] AI is consistently and confidently changing the role of teachers. AI can perform tasks such as assessment, can help learners improve learning, and can even replace real learning. AI systems can be a source of expertise to which students can direct their questions, or even take the teacher's place for the basic materials of the course. However, in most cases, AI will only change the role of the teacher to the role of facilitator (p. 350).



In short, the idea of teacher replacement never seems to have been explored in depth in the field of AIED. When it is discussed, it's mostly in a peripheral way to assert that it's not possible, with contradictions in terms of the goal pursued (to replace the teacher or not). A few authors do, however, elaborate on the idea of transforming the role of the teacher in the context of the accelerated development of AIED.

Discussion

Analysis of the results shows that the roles assigned to AI in the field of AIED are those that normally fall to the teacher. So, even if the expression *teacher replacement* elicits a number of fears and even if this objective is, for the time being, unattainable, the fact remains that it seems to be one of the scientific ambitions of the field—an ambition all the more difficult to detect as the opposite is sometimes stated. This can be seen in the comments of several authors, who are seeking to model the teacher's role as well as possible, including his or her emotional work and the management of social interactions, to better design AIED systems. Given this observation and the lack of development in the thinking about the transformation of the teacher's role in the context of increasingly complex and widespread AIED, it seems essential to us that educational systems clarify the desired interactions between the different players—the AI, the teacher and the learner. Failing this, there is a risk that new actions needed to regulate learning will be taken neither by the AI nor by the teacher, and that informal actions that have until now been taken by the teacher will be abandoned through gradual delegation to AIED systems.

Some authors have proposed using a teacher-learner-AI triangle to conceptualize roles and their interactions, starting with Cumming *et al.* (1997). According to du Boulay (2021), the study of interactions among those three components has led to a real appreciation of the importance of the teacher in the educational environment. Humble and Mozelius (2019), drawing on several sources, refer to a values problem that can potentially hinder the successful deployment of AIED, for example, when the values that support the development of strong AI are misaligned with those of the people who are to use it, and in this regard evoke the importance of “human-compatible AI” (p. 2). Celik *et al.* (2022) proposed a loop of interactions between teachers and AI in which teachers set assessment criteria, review AI decisions, document technical issues, feed learner data into the systems, and the AI carries out assessments, tracks student progress and informs teachers' planning. As the review brought to light the relationships among AI, teachers, learners and knowledge, we also propose to conceptualize those interactions on the basis of Houssaye's didactic triangle (1988), originally published in 1988 and widely mobilized in the field of education.

The didactic triangle has already been revisited several times to incorporate ICT or the computer, but never to our knowledge to incorporate AI specifically. Faerber (2003) was the first, to our knowledge, to propose an update of the didactic triangle by integrating a technological pole. Essentially, he starts from the observation that the relationships identified by Houssaye (1988) are modified when teaching-learning takes place via a virtual environment: “l'environnement virtuel d'apprentissage est un intermédiaire à la fois fonctionnel, matériel, logiciel entre les pôles” (p. 202). According to Yassine (2010), the role of the computer in the didactic triangle depends on how it is used. It can act as a “ordinateur enseigné”, in which case the student programs the computer, as was already the case in Papert's studies with the LOGO learning environment. It can also be a “tuteur”, i.e., it leads learners “through a number of trial-and-error steps to help them recognize their shortcomings and acquire knowledge without teacher intervention” (par. 4.1.2). And it can also be an “outil” i.e., instrumentalized by the teacher as a support for certain types of learning, for example, to present information. According to these different ways of looking at the computer, its role is more or less active in the didactic triangle. We propose that AI, as it is conceptualized today, and



in continuity with research in the field of AIED, aims to play an increasingly active role within the didactic triangle. Indeed, we have observed a gradual shift between the early writings in the field and those of today, with the former talking more about AI systems or software using AI, while the latter speak more generally of artificial intelligence almost giving the impression of personification. AI is less and less seen as passive and instrumental, given the complexity of the decisions it can make. This, incidentally, echoes a distinction made by Wenger (1986) between computer-aided instruction (CAI) and AIED: systems developed in the field of AIED can make instructional decisions without having been specifically programmed to do so, unlike those developed in the field of CAI.

The didactic triangle has also been revisited by Lombard (2007) to develop the ICT tetrahedron. According to Lombard, “le maître en classe est très souvent ignoré ou son rôle minimisé” (par. 30). In his view, many educational technologies, such as educational games, are often designed without regard for the role of the teachers, and rather with a view to doing something that normally falls to them. In this case, the uses are of the order of “l’alternance [entre le professeur] et le dispositif cyber-prof” (par. 37) and do not fall within the scope of pedagogical integration. Even if we are not talking specifically about AIED tools, the same question can be asked of the latter: should there simply be alternation between the teaching provided by the teacher and that provided by AI, or should there be pedagogical integration of the AI by the teacher? A lack of attention to the desired interactions between a technological device and the teacher can lead to “des conflits sournois” (par. 45), for example, a reduction in the quality of the pedagogical relationship, or even its abandonment by the introduction of an intermediary. On the subject of teacher-device collaboration, Lombard states that “les – plutôt rares – usages des technologies où une collaboration efficace s’établit entre les 2 pôles pédagogiques que nous avons pu observer, semblent majoritairement des usages où le [dispositif] joue un rôle très peu intrusif sur le plan de la relation pédagogique” (p. 23).

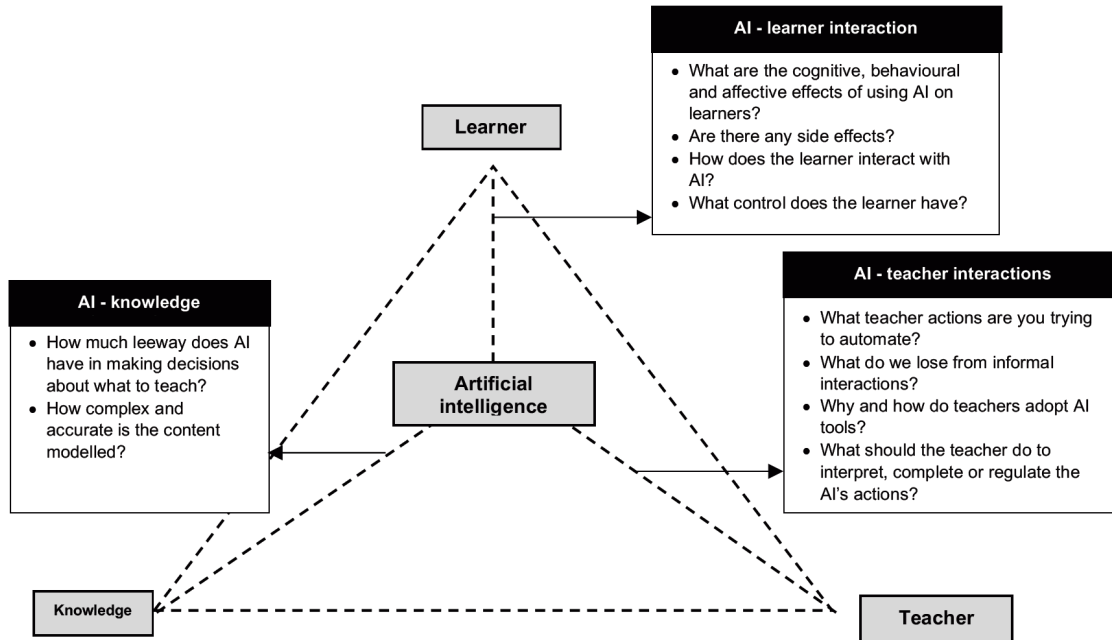
We therefore propose to re-use Faerber’s tetrahedron of ICT in education (2003) and re-discussed by Lombard (2007) to examine the new reality arising from the growing permutation of AI in the educational context. Unlike Lombard (2007), we argue that the tetrahedron should not, or should no longer, become entangled in studying uses of computers in the same way, i.e., where they are instrumentalized by the teacher or learner, and those where AI actively transforms the learning situation. At the very least, such uses would be best studied on the edges of the tetrahedron for the mediation they operate on or among actors, but should not occupy a vertex in their own right. In fact, Faerber (2003) explicitly states that he “[n’a pas conféré à l’environnement virtuel] un statut de pôle au même titre que l’apprenant ou le savoir” (p. 202). Explicitly integrating AI at the apex of the tetrahedron devoted to what Lombard calls the “Dispositif Cyber-prof” raises new research questions that have not traditionally been part of the AIED field. These questions, which touch directly on the idea of interaction between teachers and AI, and the confronting idea of replacing teachers with a machine, need to be asked and studied if satisfactory answers are to guide the efforts of teachers and educational systems more generally. The teacher should not continue to do what AI does better, and AI should not be used to do what we don’t yet understand about the teacher’s role.

Figure 5 presents questions that we believe should inform the design of AIED systems, as well as research in the field. Such an approach also involves a move away from seeing AIED systems as tools to aid teaching and learning, and to see them as full players in the process, a change we believe is essential in view of advances made in the field and in preparation for those to come.



Figure 5

Proposed framework for thinking about AI-teacher-learner interactions based on the tetrahedron of ICT in education by Faerber (2003).



Limitations

Despite our efforts to include as many documents as possible by searching several databases and integrating cross-references, it is possible that some relevant documents were not found, particularly those not indexed in digital databases. Document coding was carried out by only one of the authors, but the grid was adjusted by the researchers at working meetings during the analysis process. Finally, as the articles are mainly theoretical, the roles of AI and the teacher are primarily anticipated rather than observed.

Conclusion

This literature review was based on a corpus of 48 documents evoking the role of the teacher in the field of AIED. Through an inductive analysis, it brought to light the relationships among teachers, learners, AI and knowledge as they are conveyed in the field. The main finding is that the roles of the teacher and the learner are given little attention in the field, compared with that of AI. Despite repeated claims that AI is not intended to replace the teacher, the actions delegated to it tend to show that the aims are to automate tasks that normally fall to the teacher (e.g., assessing learners, supporting motivation, providing accurate feedback), even if this ambition is not achievable in the foreseeable future. Given advances in AI and the growing complexity of tasks that can be automated, it seems essential to better conceptualize roles to



ensure that essential teacher tasks that are incompletely modeled are not abandoned to AI (e.g., informal actions that are nonetheless important). Similarly, given the advances in the field of emotion detection and even classroom activity monitoring, it seems essential to further study the effects of replacing the teacher with AI, not only on cognitive aspects, but also on behavioural and affective ones. Based on an adaptation of Houssaye's didactic triangle (1988) and Faerber's ICT tetrahedron (2003), we have proposed questions that could guide research and design in the field of AIED, taking into account the roles of the learner, the teacher and AI.

Acknowledgements

Thanks to Didier Paquelin, professor at Université Laval, for his insight into the didactic triangle.

This research was funded by a doctoral scholarship from the Social Sciences and Humanities Research Council of Canada.

List of references¹

- *Ahmad, S. F., Alam, M. M., Rahmat, M. K., Mubarik, M. S., and Hyder, S. I. (2022). Academic and Administrative Role of Artificial Intelligence in Education. *Sustainability*, 14(3), 1101. <https://doi.org/10.3390/su14031101>
- Baker, R. S. (2016). Stupid tutoring systems, intelligent humans. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 600-614.
- *Brown, J. S. (1977). Uses of artificial intelligence and advanced computer technology in education. In J. Seidel and L. Rubin (eds.), *Computers and Communications: Implications for Education*. Academic Press.
- *Brusilovsky, P., and Peylo, C. (2003). Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 13, 156-159.
- Bulger, M. (2016). Personalized Learning: The Conversations We're Not Having. *Data & Society*, 29.
- *Bull, S., and Kay, J. (2016). SMILI ©: A Framework for Interfaces to Learning Data in Open Learner Models, Learning Analytics and Related Fields. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(1), 293-331. <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0090-8>
- Burton, R. R., and Brown, J. S. (1982). An investigation of computer coaching for informal learning activities. In D. Sleeman and J. S. Brown, *Intelligent tutoring systems* (pp. 79-98). Academic Press.
- *Carbonell, J. (1970). AI in CAI: An Artificial-Intelligence Approach to Computer-Assisted Instruction. *IEEE Transactions on Man Machine Systems*, 11(4), 190-202. <https://doi.org/10.1109/TMMS.1970.299942>
- *Celik, I., Dindar, M., Muukkonen, H., and Järvelä, S. (2022). The Promises and Challenges of Artificial Intelligence for Teachers: A Systematic Review of Research. *TechTrends*, 66(4), 616-630. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00715-y>
- *Colbourn, M. J. (1985). Applications of artificial intelligence within education. *Computers & Mathematics with Applications*, 11(5), 517-526. [https://doi.org/10.1016/0898-1221\(85\)90054-9](https://doi.org/10.1016/0898-1221(85)90054-9)
- Corbin, J. M., and Strauss, A. L. (2015). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory* (4th ed.). SAGE.

¹ Documents included in the corpus are marked with an asterisk.



- * Cox, R., and Brna, P. (2016). Twenty Years on: Reflections on "Supporting the Use of External Representations in Problem Solving".... *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(1), 193-204-. <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0054-z>
- *Crovello, T. J. (1985). Computers, education and artificial intelligence. *ACM '85: Proceedings of the 1985 ACM annual conference on The range of computing: mid-80's perspective*.
- *Cumming, G., Cropp, S., and McDougall, A. (1997). Learner Modelling: Lessons from Expert Human Teachers. In B. du Boulay and R. Mizoguchi (eds.), *Proceedings of the 8th World Conference on Artificial Intelligence in Education—Knowledge and Media in Learning Systems (AI-ED 97)* (pp. 577-579). IOS Press.
- *Dede, C. J., Zodhiates, P. P., and Thompson, C. L. (1985). *Intelligent Computer-Assisted Instruction: A Review and Assessment of ICAI Research and Its Potential for Education*. Educational Technology Center.
- *Dillenbourg, P. (2016). The Evolution of Research on Digital Education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 544-560. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0106-z>
- *du Boulay, B. (2021). Jim Greer's and Mary Mark's Reviews of Evaluation Methods for Adaptive Systems: A Brief Comment about New Goals. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 31(3), 622-635. <https://doi.org/10.1007/s40593-020-00198-z>
- *du Boulay, B., and Luckin, R. (2016). Modelling Human Teaching Tactics and Strategies for Tutoring Systems: 14 Years On. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(1), 393-404. <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0053-0>
- *Edwards, B. I., and Cheok, A. D. (2018). Why Not Robot Teachers: Artificial Intelligence for Addressing Teacher Shortage. *Applied Artificial Intelligence*, 32(4), 345-360. <https://doi.org/10.1080/08839514.2018.1464286>
- Faerber, R. (2003). Groupements, processus pédagogiques et quelques contraintes liés à un environnement virtuel d'apprentissage. *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain*, 200-210.
- *Goodyear, P., Oosthoek, H., and Vroeijenstijn, T. (1989). Expert systems and intelligent tutoring—Some issues in the engineering of pedagogic knowledge. In *Higher Education and New Technologies* (pp. 45-51). Pergamon.
- *Halff, H. M. (1986). Instructional Applications of Artificial Intelligence. *Educational Leadership: Journal of the Department of Supervision and Curriculum Development*, 24-31.
- Holmes, W., Porayska-Pomsta, K., Holstein, K., Sutherland, E., Baker, T., Shum, S. B., Santos, O. C., Rodrigo, M. T., Cukurova, M., Bittencourt, I. I., and Koedinger, K. R. (2021). Ethics of AI in Education: Towards a Community-Wide Framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00239-1>
- Houssaye, J. (1988). *The educational triangle*. Peter Lang.
- *Howard, S. K., Swist, T., Gasevic, D., Bartimote, K., Knight, S., Gulson, K., Apps, T., Peloché, J., Hutchinson, N., and Selwyn, N. (2022). Educational data journeys: Where are we going, what are we taking and making for AI? *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100073. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100073>
- *Humble, N., and Mozelius, P. (2019). Artificial Intelligence in Education—A Promise, a Threat, or a Hype? *Proceedings of the European Conference on the Impact of Artificial Intelligence and Robotics*, 149-156, Oxford, UK.
- *Humble, N., and Mozelius, P. (2019). Teacher-supported AI or AI-supported teachers? *Proceedings of the European Conference on the Impact of Artificial Intelligence and Robotics*, Oxford, UK.
- *Jonassen, D. H. (2011). Ask Systems: Interrogative access to multiple ways of thinking. *Educational Technology Research and Development*, 59(1), 159-175. <https://doi.org/10.1007/s11423-010-9179-9>
- *Kann, L. (1983). Artificial intelligence and its implications for education. *Canadian journal of educational communication*, 12(3).
- *Kay, J., Bartimote, K., Kitto, K., Kummerfeld, B., Liu, D., and Reimann, P. (2022). Enhancing learning by Open Learner Model (OLM) driven data design. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100069. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100069>
- *Khan, M. A., Khojah, M., and Vivek (2022). Artificial Intelligence and Big Data: The Advent of New Pedagogy in the Adaptive E-Learning System in the Higher Educational Institutions of Saudi Arabia. *Education Research International*, 2022, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2022/1263555>



- *Khandelwal, K. (2021). Application of AI to Education during the Global Crisis. *Review of international geographical education*, 7, 3204-3212. <https://rigeo.org/menu-script/index.php/rigeo/article/view/2583>
- *Kim, Y., and Baylor, A. L. (2016). Research-Based Design of Pedagogical Agent Roles: A Review, Progress, and Recommendations. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(1), 160-169. <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0055-y>
- Koehler, M. J., and Mishra, P. (2009). What Is Technological Pedagogical Content Knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 11.
- *Lajoie, S. P. (2021). Student Modeling for Individuals and Groups: The BioWorld and HOWARD Platforms. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 31(3), 460-475. <https://doi.org/10.1007/s40593-020-00219-x>
- *Lameraras, P., and Arnab, S. (2021). Power to the Teachers: An Exploratory Review on Artificial Intelligence in Education. *Information*, 13(1), 14. <https://doi.org/10.3390/info13010014>
- *Lelouche, R. (2000). The various benefits of education from computers: An integrative review. *Proceedings International Workshop on Advanced Learning Technologies*. IWALT 2000. Advanced Learning Technology: Design and Development Issues, 7-7. <https://doi.org/10.1109/IWALT.2000.890550>
- *Les, J., Cumming, G., and Finch, S. (1999). Agent systems for diversity in human learning. In S. P. Lajoie and M. Vivet (eds.), *Artificial intelligence in education—Open Learning Environments: New Computational Technologies to Support Learning, Exploration and Collaboration* (pp. 13-20).
- *Liu, X., and Li, Y. (2022). Redefining Teacher Qualification in the Artificial Intelligence Era: A Professional Capital Perspective. *Proceedings of the 5th International Conference on Big Data and Education*, 35-39. <https://doi.org/10.1145/3524383.3524405>
- Lombard, F. (2007). Du triangle de Houssaye au tétraèdre des TIC : comprendre les interactions entre les savoirs d'expérience et ceux de recherche. In B. Charlier and D. Peraya (Eds.), *Transformation des regards sur la recherche en technologie de l'éducation* (pp. 137-154). De Boeck Supérieur; Cairn.info. <https://doi.org/10.3917/dbu.charl.2007.01.0137>
- *Malik, G., Tayal, D. K., and Vij, S. (2019). An Analysis of the Role of Artificial Intelligence in Education and Teaching. In P. K. Sa, S. Bakshi, I. K. Hatzilygeroudis, and M. N. Sahoo (eds.), *Recent Findings in Intelligent Computing Techniques* (Vol. 707, pp. 407-417). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-8639-7_42
- Marrich, A., Lafram, I., Berbiche, N., and El Alami, J. (2021). Teachers' Roles in Online Environments: How AI Based Techniques Can Ease the Shift Challenges from Face-to-Face to Distance Learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 16(24), 244-254. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i24.26367>
- *McLaren, B. M., and Scheuer, O. (2010). Supporting Collaborative Learning and E-Discussions Using Artificial Intelligence Techniques. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 20(1). <https://doi.org/10.3233/2FJAI-2010-0001>
- Minsky, M. (1991). Logical Versus Analogical or Symbolic Versus Connectionist or Neat Versus Scruffy. *AI Magazine*, 12(2), 34-51.
- Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Mahmud, A. A., and Dong, J.J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Technology for Education and Learning*, 1(2013), 1-7. <https://doi.org/10.2316/Journal.209.2013.1.209-0015>
- *Naughton, J. (1987). Artificial intelligence and education and training. In *Artificial Intelligence* (pp. 77-82). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-034112-5.50012-7>
- *Pervez, S., and Alandjani, G. (2018). 21st Century Educational Requirements and Teaching Strategies for Competing with the Cyborgs. *International E-Journal of Advances in Social Sciences*, 4(11), 10.
- *Pinkwart, N. (2016). Another 25 Years of AIED? Challenges and Opportunities for Intelligent Educational Technologies of the Future. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 771-783. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0099-7>
- *Porayska-Pomsta, K. (2016). AI as a Methodology for Supporting Educational Praxis and Teacher Metacognition. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 679-700. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0101-4>



- Renz, A., and Vladova, G. (2021). Reinvigorating the Discourse on Human-Centered Artificial Intelligence in Educational Technologies. *Technology Innovation Management Review*, 11(5), 5-16. <https://doi.org/10.22215/timreview/1438>
- *Richer, M. H. (1985). Applications of artificial intelligence in education—A personal view. *The Physiologist*, 28(5), 428-431.
- Rhoades, E. (2011). Literature reviews. *The Volta Review*, 111(3), 353-368.
- *Robertson, M. (1976). Artificial intelligence in education. *Nature*, 262, 435-437.
- Romiszwowski, A. J. (1987). Artificial Intelligence and Expert Systems in Education: Potential Promise or Threat to Teachers? *Educational Media International*, 24(2), 96-104. <https://doi.org/10.1080/0952398870240208>
- *Salem, A.-B. M. (2000). The Potential Role of Artificial Intelligence Technology in Education. *Proceedings of the International Conference on Technology in Mathematics Education*, 178-185.
- Saltman, K. J. (2020). Artificial intelligence and the technological turn of public education privatization: In defence of democratic education. *London Review of Education*, 18(2). <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1297432.pdf>
- Self, J. (2016). The Birth of IJAIED. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(1), 4-12. <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0040-5>
- *Sleeman, D., and Brown, J. S. (1982). *Intelligent tutoring systems*. Academic Press.
- *Stubbs, M., and Piddock, P. (1985). Artificial Intelligence in Teaching and Learning: An Introduction. *PLET: Programmed Learning & Educational Technology*, 22(2), 150-157. <https://doi.org/10.1080/1355800850220207>
- *Timms, M. J. (2016). Letting Artificial Intelligence in Education Out of the Box: Educational Cobots and Smart Classrooms. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 701-712. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0095-y>
- *Walker, E., and Ogan, A. (2016). We're in this Together: Intentional Design of Social Relationships with AIED Systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 713-729. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0100-5>
- *Wenger, E. (1986). *Artificial intelligence and tutoring systems: Computational approaches to the communication of knowledge*. Morgan Kaufmann.
- Yassine, J. (2010). The didactic triangle seen in the light of the introduction of ICT. *EpiNet*, 128. <https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00560705/file/a1011e.htm>
- *Ye, R., Sun, F., and Li, J. (2021). Artificial Intelligence in Education: Origin, Development and Rise. In Liu, X.-J., Nie, Z., Yu, J., Xie, F., Song, R. (eds.), *Intelligent Robotics and Applications* (Vol. 13016, pp. 545-553). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-89092-6_49
- *Yuskovych-Zhukovska, V., Poplavska, T., Diachenko, O., Mishenina, T., Topolnyk, Y., and Gurevych, R. (2022). Application of Artificial Intelligence in Education. Problems and Opportunities for Sustainable Development. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 13(1Sup1), 339-356. <https://doi.org/10.18662/brain/13.1Sup1/322>

Des conditions de l'innovation dans la formation des étudiants-professeurs

Conditions for Innovation in the Training of Student-Teachers

Condiciones para la innovación en la formación de los estudiantes-docentes

<https://doi.org/10.52358/mm.vi16.369>

Olivier Perlot, enseignant
INSPE, Université de Reims Champagne-Ardenne, France
olivier.perlot@univ-reims.fr

RÉSUMÉ

En 2019, Bernard et Fluckiger titrent en introduction : « Innovation technologique, innovation pédagogique : une relation riche et contrastée ». Ils mettent en exergue les discours injonctifs des pouvoirs publics. Pourtant, selon Cros (1997), l'innovation est « le poumon de l'école ». Dans ce contexte contrasté, nous proposons une approche systémique. D'abord, nous quantifions trois communications institutionnelles, révélateurs des objectifs de l'exosystème. Dans cet environnement prescriptif pouvant conduire au rejet, nous présentons ensuite un microsystème de formation destiné à des sujets : des étudiants-professeurs. Nous évaluons alors les productions des étudiants-professeurs à l'aide de critères observant l'innovation technopédagogique. Enfin, nous tentons de déterminer des contraintes et des leviers en formation autorisant l'innovation technopédagogique.

Mots-clés : innovation technopédagogique, approche systémique, communication institutionnelle, formation des enseignants

ABSTRACT

In 2019, Bernard and Fluckiger headlined in the introduction: "Technological innovation, educational innovation: a rich and contrasting relationship". They highlight the injunctive speeches of the public authorities. However, Cros (1997) states innovation is "the lung of the



school". In this contrasting context, we propose a systemic approach. First, we quantify three institutional communications, revealing the objectives of the exosystem. In this prescriptive environment that can lead to rejection, we then present a training microsystem intended for subjects: student-teachers. Then, we evaluate the productions of the student-teachers using criteria observing techno-pedagogical innovation. Finally, we determine the constraints and levers in training authorizing techno-pedagogical innovation.

Keywords: techno-pedagogical innovation, systemic approach, institutional communication, teacher training

RESUMEN

En 2019, Bernard y Fluckiger titularon su introducción: "innovación tecnológica, innovación educativa: una relación rica y contrastante". Destacan los discursos prescriptivos de las autoridades. Sin embargo, según Cros (1997), la innovación es "el pulmón de la escuela". En este contexto contrastante, proponemos un enfoque sistémico. Primero, cuantificamos tres comunicaciones institucionales, revelando los objetivos del exosistema. En este contexto prescriptivo que puede llevar al rechazo, presentamos a continuación un microsistema de formación destinado a sujetos: estudiantes-docentes. Luego evaluamos las producciones de los estudiantes-docentes utilizando criterios para observar la innovación tecnopedagógica. Finalmente, tratamos de determinar las limitaciones y los incentivos formativos que permiten la innovación tecnopedagógica.

Palabras clave: innovación tecnopedagógica, enfoque sistémico, comunicaciones institucionales, formación docente

L'innovation dans un contexte éducatif et technologique

Dans cet article, nous nous intéressons à la formation des futurs enseignants du premier degré en France au sein de l'INSPÉ¹ de l'Académie de Reims. Dans une approche systémique, nous étudions des leviers pouvant conduire en formation initiale à l'innovation dans un contexte éducatif et technologique. Pour l'approche systémique, nous nous appuyons sur les travaux Bronfenbrenner (1979), notamment décrit par El Hage et Reynaud (2014). Ainsi, nous abordons le sujet-apprenant, un microsystème, puis l'exosystème connecté au macrosystème.

¹ INSPÉ : Institut national supérieur du professorat et de l'éducation, l'organisme de formation des futurs enseignants.



Un exosystème (l'éducation nationale) en mouvement par assignation de l'innovation pédagogique

Notre premier point de vue est l'exosystème. Il est constitué par le MEN². En effet, le MEN exerce une influence sur le développement du sujet mais sans interaction directe. Le sujet n'y est pas directement impliqué. Le MEN correspond donc aux critères de l'exosystème décrit par El Hage et Reynaud (2014, p. 7). Cet exosystème est par ailleurs englobé par les valeurs qui constituent le macrosystème.

Le MEN prépare puis déploie régulièrement des réformes pour l'école. Il fait ainsi appel à l'informatique, puis aux nouvelles technologies de l'information et de la communication, et maintenant au numérique, tel un catalyseur du renouveau pédagogique, espéré par Lebrun (2007). En 1985, le plan « informatique pour tous³ » vise trois objectifs : l'initiation à l'outil informatique pour les élèves, l'usage par tous les citoyens et la formation des enseignants. En évaluant cette action gouvernementale : « Enfin, et ce n'est sûrement pas la moindre leçon, l'informatique ne doit pas être présentée comme une pratique en soi ou une discipline mais comme la matrice des innovations contemporaines », Greffe (1988a) énonce clairement un lien entre l'informatique et l'innovation. Cette innovation reste incertaine dans les publications de Greffe : le mot « innovation » disparaît du titre de la version française (Greffe 1988a), alors qu'il est présent dans la version anglaise (Greffe 1988b). Greffe (1988a) modère les effets de ce plan « faire des plans qui se limitent officiellement à l'informatique est aujourd'hui dépassé et le sera de plus en plus. Ces usages étant de plus en plus faciles, on débouche rapidement sur des pratiques qui révolutionnent profondément des schémas de pensée ou d'action ». La révolution numérique est lancée.

En accélérant la chronologie, le MEN annonce le 13 décembre 2012⁴ qu'il souhaite « faire entrer l'école dans l'ère du numérique », évoquant un impératif pédagogique et un projet de société. En 2018, une deuxième phase de l'appel à projets « Écoles numériques innovantes et ruralité⁵ » est lancée. Le lien entre innovation et numérique est institutionnalisé. Si on ajoute, à ce stade, la création des CARDIE⁶ et de l'innovathèque⁷, ce ministère déploie, depuis quatre décennies, un arsenal impressionnant de moyens humains et financiers en faveur de l'innovation mobilisant la technologie. Enfin, plus récemment en décembre 2022, le CSEN⁸ semble tourner une page du numérique éducatif. Il tente de donner des orientations au fonds d'innovation pédagogique⁹ nouvellement créé. Dans « quelques bonnes idées

² Ministère de l'Éducation nationale.

³ Le plan « Informatique pour tous » est annoncé par le premier ministre, Laurent Fabius, le 25 janvier 1985. Repéré le 7 février 2023 sur <https://tinyurl.com/4fnnbt37>.

⁴ Discours de Vincent Peillon le 13 décembre 2012, repéré le 7 février 2023 sur <https://tinyurl.com/4h4n6zt6>.

⁵ Appel à projets visant à « soutenir les projets pédagogiques innovants utilisant le numérique dans les écoles de territoires ruraux », repéré le 7 février 2023 sur <https://tinyurl.com/mf92dhw7>.

⁶ Les CARDIE (Cellule académique de la recherche, du développement, de l'innovation et de l'expérimentation) sont des équipes présentes dans chaque académie dont la mission est d'identifier et de valoriser sur le terrain les projets et les pratiques qui font bouger l'École. <https://tinyurl.com/wm6d5kch>

⁷ L'innovathèque est le portail de l'innovation et de l'expérimentation pédagogiques du MEN. <https://tinyurl.com/4wxj9bwt>

⁸ CSEN : Conseil scientifique de l'éducation nationale.

⁹ Lancé par le président Emmanuel Macron le 25 août 2022, le fonds d'innovation pédagogique est doté de 500 millions d'euros pour 5 ans, repéré le 7 février 2023 sur <https://tinyurl.com/3dkwnz9j>.



d'innovation pédagogique¹⁰ », il demande d'éviter les fausses bonnes idées telles que « tout miser sur la technologie ». Ce virage trouve-t-il des échos dans « Numérique pour l'éducation 2023-2027¹¹ »?

Sur le plan de l'exosystème, le MEN a donc mené des politiques à visée pédagogique innovante en mobilisant le numérique. Ces politiques ont fait l'objet de rapports et d'études scientifiques. En étudiant la loi de 2005¹², dont l'article 34 ouvre un droit à l'expérimentation, Reuter *et al.* (2013) concluent sur les injonctions ministérielles et le travail prescrit. Selon eux, ces instructions officielles s'inscrivent dans un processus hiérarchiquement descendant à propos des pratiques scolaires innovantes. Cros (2013, p. 85) affirme que « chercher à instrumentaliser l'innovation au profit d'une réforme nationale a souvent été la tentation des Ministères : l'article 34 en est une belle illustration ». L'innovation masquerait-elle un manque de volonté politique ? Dans son ouvrage, Tricot (2017, p. 10) analyse sans concession : « L'innovation pédagogique sert à cacher l'absence de diagnostic et une réflexion très superficielle pour trouver la solution au problème de l'école ». Tricot relativise ainsi l'innovation pédagogique et pas seulement celle qui serait liée au numérique. Tricot concède que son approche très générale ne lui a permis d'observer que des innovations pédagogiques microscopiques. Bernard et Fluckiger (2019, p. 6), en se rapprochant du numérique, décrivent « innovation technologique, innovation pédagogique : une relation riche et contrastée ». Ils confirment l'omniprésence des discours politiques et institutionnels qui continuent de porter l'idée que les deux seraient liés. Or, ils s'accordent sur l'absence d'automatisme entre innovation technologique et pédagogique.

Finalement, nous remettons en question les effets de ces diverses politiques sur l'innovation. Or Cros (2013) ne se lance pas dans une évaluation quantifiée des politiques décrétant l'innovation. Elle conclut de manière qualitative sur l'influence de l'alternance politique et les oppositions rédhitoires. Elle précise « Une demande d'évaluation de tout dispositif concernant l'innovation devient alors un vrai casse-tête » (p. 85). Bernard et Fluckiger (2019) ne mettent pas davantage en avant des résultats directs sur l'innovation; ils se font l'écho du questionnement des enseignants. Ils ne placent pas l'innovation sur le plan de l'exosystème, mais chez les sujets : « On est loin, ici, de l'innovation comme facteur de transformation des systèmes éducatifs, l'innovation se situe à une échelle individuelle, en réponse à des besoins de régulation et de contrôle de l'activité enseignante » ou du microsystème : « ce sont surtout les politiques d'établissement qui ont des effets sur ces positionnements innovants » (p. 8).

Alors doit-on se résoudre à abandonner l'innovation pédagogique tant institutionnalisée, qu'elle mobilise ou non la technologie? En se plaçant du point de vue du sujet (les enseignants), Cros (2013, p. 85) s'y refuse, soulignant qu'elle est la caractéristique même du métier, « le poumon de l'école ». Elle conclut par : « Ne confondons pas la "quiddité" de l'innovation scolaire avec un processus officiel de mise sur orbite de projets pilotes ». Elle confirme le bien-fondé des études systémiques. Il est temps de passer au mésosystème.

¹⁰ Le CSEN propose à cette occasion des pistes de pratiques recommandées ou à mettre en œuvre dans le cadre du fonds d'innovation pédagogique, repéré le 9 février sur <http://tinyurl.com/4p734hpn>.

¹¹ Le ministre de l'Éducation nationale, Pap Ndiaye, présente sa vision du numérique pour l'école le 27 janvier 2023.

¹² La loi d'orientation et de programme pour l'avenir de l'École du 23 avril 2005, <https://tinyurl.com/4mbrbeap>, prévoit dans son article 34 un droit à expérimenter dans les écoles, les collèges et les lycées, sous réserve d'inscription dans le projet d'école ou d'établissement et de validation par les autorités académiques.



Des sujets, les étudiants-professeurs en tension dans un microsysteme : le lieu de formation

Le sujet, ou sujet-apprenant, est l'étudiant-professeur. Il intègre un apprentissage de la pédagogie mobilisant des activités liées au numérique. Nous l'étudions dans un microsysteme : le lieu de formation. Plus précisément, ce microsysteme est constitué par trois temps de formation, des formateurs et des sujets-apprenants décrits dans la suite. Par les activités proposées, les relations interpersonnelles (élèves, parents, collègues, formateurs...), les conditions matérielles, ce lieu constitue un environnement immédiat des sujets-apprenants et donc un microsysteme explicité par El Hage et Reynaud (2014).

Notre étude porte ainsi sur l'amont du métier d'enseignant. Elle s'intéresse aux futurs enseignants en école par les étudiants en master 2 MEEF¹³ premier degré pour l'année universitaire 2022-2023. Ils constituent le sujet de ce système. Ils subissent, depuis la rentrée 2021-2022, le déplacement du concours de recrutement de la fin de première année de master vers la fin de la seconde. Antérieurement, les étudiants en master 2 MEEF alternaient stage et formation en INSPÉ, maintenant ils ajoutent le concours. Ils avaient le statut de professeur fonctionnaire stagiaire, ils ont perdu ce statut de fonctionnaire. Si nous n'avons pas trouvé encore d'étude scientifique sur cette réforme trop récente de la formation initiale des enseignants, Legendre, dès 2019, exprimait ses inquiétudes sur la charge prévisible de travail. Dans ce nouveau cahier des charges de la formation initiale des enseignants, reste-t-il de la place pour l'innovation? L'assemblage de ces formations constitue le mésosystème étudié.

En formation initiale, ces candidats enseignants entrent dans un processus de construction de leur identité professionnelle. Kaddouri (2002) nous indique que les professionnels en formation entrent en tension entre le projet de soi pour soi et le projet de soi pour autrui. Ils oscillent entre assignation et authenticité. Kaddouri (2012) nous laisse craindre qu'une formation à forte injonction, dans notre cas à l'innovation pédagogique, pourrait conduire au rejet. Toutefois, Berrebi-Hoffman *et al.* (2017, p. 297) nous confirment que « la tension entre travail créatif et travail prescrit est, de fait, tout à fait pertinente à considérer ».

Les formations doivent ainsi proposer un cadre de formation à la fois authentique et conforme au projet de soi pour soi. Elles doivent également assigner la créativité et l'innovation, que nous définissons par la suite. Romero *et al.* (2012) indiquent une piste à explorer : « La créativité est une compétence par laquelle les sujets démontrent leur capacité, individuellement ou en équipe, à développer un processus de conception d'une solution adaptée au contexte de la situation problème et jugée nouvelle, pertinente par un groupe de référence ».

Un objet : l'innovation entre créativité et expérimentation

Dans cette partie, nous dégagons des différences entre créativité, innovation et expérimentation, pour conduire vers une définition de l'innovation pédagogique mobilisant des objets ou des ressources numériques. Elle est l'activité produite par le sujet.

¹³ MEEF : Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation.



C'est en Angleterre, foyer de la première révolution industrielle, que s'organisent les premiers mouvements qui visent à défendre une certaine forme de créativité en réaction aux méfaits de l'industrialisation (l'appauvrissement du travail, la laideur des objets produits...).

Berrebi-Hoffman *et al.* (2017, p. 300)

Ils définissent ainsi la créativité en réponse aux méfaits de la révolution industrielle. Dans le contexte de l'éducation, la créativité pourrait être une réponse face à la standardisation des apprentissages. Dans leurs conclusions, Berrebi-Hoffman *et al.* (2017, p. 316) voient émerger l'idée de la créativité sous certaines conditions : « une question sociale vive, des acteurs et des publics qui tentent de peser sur cette dernière, des terrains d'expérimentation ». Dans le contexte de notre article, nous retrouvons ces quatre conditions, respectivement sous la forme de la question de l'éducation, des enseignants, d'un groupe formé par l'établissement, les parents et les élèves et enfin, d'un terrain de mise en œuvre : l'école.

L'innovation est-elle la créativité? Fréry (2014) affirme le contraire. Il oppose la créativité et l'innovation telles la théorie et la pratique ou l'idée et la mise en œuvre. Dans le domaine de la propriété intellectuelle, l'invention technique possède un repère absolu : le brevet. L'invention technique doit alors apporter une solution à un problème, être susceptible d'applications industrielles, faire de preuve d'une nouveauté et enfin proposer une activité inventive, selon l'INPI¹⁴. Dans une approche sémiotique, Fontanille (1998) décrit pour l'innovation une nécessaire différence, une production d'inattendu avec un état initial. Fontanille (1998, p. 38) soumet cette différence à trois conditions :

1. Elle doit pouvoir indiquer une direction à suivre et orienter le désir des sujets : les deux termes d'une différence élémentaire doivent donc être orientés (un pôle positif, un pôle négatif).
2. Elle doit être perceptible et les qualités sensibles de l'objet doivent fournir une bonne indication de l'orientation positive du changement.
3. La valeur ajoutée doit, rappelons-le, être en décalage par rapport à la cause du changement, et par rapport au manque initial.

Alors dans le contexte de l'éducation et pour aller au-delà d'une simple transformation, il est nécessaire de préciser : la perception de l'innovation pédagogique et la valeur ajoutée visée de l'innovation pédagogique. Pour rendre possible la perception, nous étudions, dans cet article, ce que nous appellerons ensuite l'innovation, non encore définie à ce stade, technopédagogique en mobilisant des outils ou des ressources technologiques incluant le numérique. La perception par les acteurs se matérialise par exemple en tenant une tablette, en programmant un robot, en interagissant avec des ressources en ligne. Pour la valeur ajoutée, « la question sociale vive » de Berrebi-Hoffman *et al.* (2017, p. 316) nous fait tendre vers l'amélioration des résultats des élèves.

Cette approche sémiotique a le mérite d'instaurer un principe : la relativité de l'innovation technopédagogique. Elle dépend de la perception de ses acteurs. Mocquet (2021) le confirme. Il énonce le principe d'innovation relative dans un contexte universitaire.

Enfin, si pour Fontanille (1998) l'innovation reste indubitablement liée à une matérialisation, avec une approche dans le domaine des sciences de l'éducation, Cros (1997) souhaite s'extraire d'une centration sur l'objet. « Ce n'est pas l'objet qui prime mais la façon dont il pénètre le tissu social », selon Cros (1997,

¹⁴ INPI : Institut national de la propriété intellectuelle, consulté le 7 février 2023 <https://tinyurl.com/yc7w7upn>.



p. 128). Elle introduit ainsi le processus d'innovation. Pour aboutir à une définition de l'innovation absolue et après collecte de 300 définitions, Cros retient quatre critères :

Une nouveauté (absolue ou simplement en regard du lieu d'adoption); une composante d'applications (c'est-à-dire pas seulement des idées mais leur application); une intention d'amélioration (qui distingue les innovations du changer pour changer ou du sabotage délibéré) et une référence au processus de l'innovation.

Cros (1997, p. 129)

Nous retenons cette définition de l'innovation par les quatre critères de Cros. Dans la partie méthodologique, des critères observables sont décrits pour l'intention d'amélioration et le processus d'innovation. Concernant « la nouveauté » (absolue ou simplement en regard du lieu d'adoption), nous nous concentrons sur le lieu d'adoption : l'éducation. La nouveauté étant définie par un changement d'état selon Fontanille (1998), nous sollicitons de manière critique le modèle empirique de Puentedura (2006) : SAMR¹⁵. Dans une analyse scientifique, Hamilton *et al.* (2016) critiquent cette volonté de se concentrer sur l'outil numérique au détriment des apprentissages. La plus-value du numérique selon les fonctions pédagogiques visées peut alors compenser cette centration sur l'outil. Alors pourquoi tout de même mobiliser SAMR? Sans doute pour le sens le plus littéral de SAMR et en nous concentrant sur la transformation de la tâche de l'élève, puis sur celle de l'enseignant. Hamilton *et al.* (2016) nous confient une limite du message implicite et optimiste de SAMR : l'enseignement mobilisant la technologie peut être à l'un des quatre niveaux. En p. 436, ils affirment que l'utilisation de la technologie (même sur le plan de la substitution) n'est pas toujours meilleure ni toujours nécessaire. Ainsi, il apparaît qu'un niveau doit se placer avant SAMR : la détérioration de la tâche. Nous évaluons ainsi la « nouveauté » de Cros (1997) par la transformation d'une tâche.

Après la créativité et sa mise en œuvre, l'innovation, nous nous intéressons à l'expérimentation. Elle est décrite dans un cadre réglementaire par l'article 34 de la loi de 2005. L'innovathèque prévoit alors six paliers¹⁶ pour l'expérimentation. Les trois premiers (idée initiale, pistes potentielles, pistes retenues) entrent dans la créativité. Les deux suivants (solutions éprouvées, projet pilote) font partie de l'innovation. Le dernier palier évoque l'essaimage. Le MEN montre alors sa volonté de diffuser des pratiques éprouvées sur le terrain. Il annonce même en 2022 à l'aide du fonds d'innovation pédagogique son « soutien renforcé aux projets à fort impact ».

En conclusion, l'innovation se situe entre la créativité, dépourvue de mise en œuvre, et l'expérimentation diffusant à grande échelle cette innovation dûment qualifiée.

Description de la méthode

Notre cadre s'appuie principalement sur une approche systémique. Nous débutons par l'exosystème en étudiant la communication du MEN sur l'innovation technopédagogique et sa cohérence avec la recherche. Cependant El Hage et Reynaud (2014, p. 8) précisent que « l'influence des exosystèmes peut augmenter le potentiel de développement du sujet s'il existe des liens favorisant la participation des acteurs du

¹⁵ SAMR : Substitution, augmentation, modification, redéfinition.

¹⁶ Parcours-guide pour accompagner l'innovation « de la graine au projet », repéré le 13 février 2023 sur <https://tinyurl.com/594sjkpd>.



microsystème ». Alors conformément à Bernard et Fluckiger (2019), nous nous rapprochons des sujets et des microsystèmes. Ainsi, nous qualifions, au regard de critères observables de l'innovation technopédagogique, des productions de candidats enseignants au cours de leur deuxième année de formation. Le contexte de formation constitue le microsystème. Cette approche systémique trouve ses fondements chez Wallet (2010, p. 73) : « Dans cette approche, faire évoluer l'un des pôles, par une innovation, entraîne un déséquilibre avec les trois autres et oblige à des changements afin de rééquilibrer le système. Le carré PADI¹⁷ doit toujours tendre à l'équilibre ».

Les questions

Greffe (1988a), Reuter *et al.* (2013), Cros (2013), Tricot (2017), Bernard et Fluckiger (2019) ont étudié les politiques institutionnelles en matière d'innovations technopédagogiques. D'une manière qualitative, ils ont perçu un lien fréquent entre les mots « innovation » et « numérique ». Dans notre approche, nous proposons une étude quantitative de la communication institutionnelle. Existe-t-il des liaisons quantitatives entre innovation et numérique dans la communication de l'exosystème? Ces liaisons ont-elles évolué?

Par ailleurs, les sujets sont dans un contexte de double assignation : une formation en tension selon Kaddouri (2002) et une injonction à l'innovation technopédagogique selon Bernard et Fluckiger (2019). Ces sujets, les étudiants-professeurs, vont-ils rejeter le dispositif de formation, le microsystème, ou bien le cadrage d'une formation autorise-t-il l'innovation?

Pour tenter de répondre à ces questions, nous posons que la communication institutionnelle reflète les intentions du MEN sur l'innovation technopédagogique et qu'un cadrage partagé par divers formateurs produit des résultats comparables, l'influence du formateur étant minimisée par le cadrage strict.

Deux hypothèses sont explorées :

Hypothèse 1

Sans la communication institutionnelle du MEN, les liaisons entre les mots « numérique », « élèves » et « enseignants » sont évolutives.

Hypothèse 2

Le cadrage d'une formation peut, par des ajustements entre liberté et contrainte, favoriser la nouveauté, l'intention d'amélioration ou le processus d'innovation.

Le cadre méthodologique

ANALYSE DE TEXTES

Pour notre analyse textuelle, nous proposons de retenir trois textes issus de mandats présidentiels différents, tenant compte notamment des effets de l'alternance politique décrits par Cros (2013). Ensuite, nous mobilisons Voyant Tools. Hetenyi *et al.* (2019) nous confirment la pertinence de cet outil dans notre démarche. Selon ces auteurs en p. 402, Voyant Tools peut servir de technique supplémentaire utile et

¹⁷ PADI : Pédagogie, acteurs, dispositif technique, institution.



précieuse. L'intégration des techniques d'analyse qualitative et quantitative, dans l'analyse des données qualitatives, peut aboutir à une base plus solide pour fonder les conclusions de la recherche. L'environnement d'analyse de texte en ligne, Voyant Tools, permet notamment de calculer la fréquence et la proximité de mots. Dans un premier temps, nous avons nettoyé les textes, conformément aux principes énoncés dans la chaîne de traitement d'Amstutz et Gambette (2010). Récupérés au format PDF, ils sont convertis au format TXT. Les paragraphes vides, les numérotations, les puces, les sommaires, les sauts et les images sont supprimés. Nous nous concentrons ensuite sur les mots « numérique » et « innovation » (ou leurs dérivés : « numérique* » et « innov* »), à la recherche de cooccurrences sous la forme d'analyses arborées. Pour vérifier si ces discours officiels n'oublient pas les apprentissages, nous confrontons ensuite ces analyses au tétraèdre de Lombard (2007). Prolongement du célèbre triangle de Houssaye, il décrit, lors d'une situation pédagogique mobilisant la technologie, les interactions entre quatre pôles : élèves, savoir, enseignant et numérique.

QUALIFICATION DE L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE

Pour la définition de l'innovation technopédagogique, nous avons retenu les quatre critères de Cros (1997). La « composante d'application » étant systématique dans notre étude, nous la constatons et ne la mesurons pas. Pour « la valeur ajoutée », nous qualifions la plus-value du numérique selon les fonctions pédagogiques visées, à l'aide de la méta-analyse de Tricot et Chesné (2020) et en reprenant ses quatre natures d'effet : mesuré plutôt négatif, pas attesté actuellement, mesuré plutôt limité, mesuré plutôt positif. Pour « le processus d'innovation » et son intégration dans « le tissu social », nous introduisons deux critères pour qualifier une action éducative innovante : la perception du caractère innovant par autrui (les parents) et le niveau ou le potentiel de diffusion. Par ailleurs, concernant « la nouveauté », comme indiqué précédemment, nous mobilisons une version étendue du modèle SAMR avec le stade de la détérioration. Enfin, pour faciliter et harmoniser la lecture, nous proposons une échelle à quatre niveaux (de -1 à 2) pour mesurer nos cinq critères, en regroupant notamment les stades M et R. Nous explicitons ces critères dans le tableau 1 : l'innovamètre.



Tableau 1

Critères observables pour mesurer l'innovation technopédagogique, ou l'innovamètre

<p>La valeur ajoutée</p> <p>La plus-value du numérique selon les fonctions pédagogiques</p>	<p>Effet mesuré plutôt négatif</p> <p><i>Par exemple : prendre des notes sur un traitement de texte</i></p>	<p>Pas d'effet attesté actuellement</p> <p><i>Par exemple : programmer</i></p>	<p>Effet mesuré plutôt limité</p> <p><i>Par exemple : écouter un document sonore</i></p>	<p>Effet mesuré plutôt positif</p> <p><i>Par exemple : s'autoévaluer, suivre les progrès des élèves</i></p>
<p>Intégration du processus d'innovation dans le tissu social</p> <p>La perception du caractère innovant par autrui (parents) de l'action éducative</p>	<p>Régressive</p> <p>L'activité est perçue comme régressive (retour de pratiques anciennes parfois vécues par autrui). <i>Par exemple : l'usage des calculatrices</i></p>	<p>Neutre</p> <p>L'activité n'est perçue ni comme régressive ni comme innovante. Elle est considérée d'usage courant dans tous les domaines. <i>Par exemple : la vidéoprojection</i></p>	<p>Courante</p> <p>L'activité est perçue comme d'usage courant dans un contexte. À l'école, sa pratique est courante par une majorité d'enseignants, mais pas encore par tous. <i>Par exemple : les environnements numériques de travail</i></p>	<p>Précurseurs</p> <p>L'activité (ou sa communication) est récente. Ou bien elle est utilisée à l'école seulement par des enseignants précurseurs. <i>Par exemple : la robotique, l'intelligence artificielle</i></p>
<p>Intégration du processus d'innovation dans le tissu social</p> <p>Potentiel de diffusion et d'intégration</p>	<p>Refus de diffusion</p> <p>L'enseignant refuse de diffuser son activité.</p>	<p>Absence de diffusion</p> <p>L'activité n'est pas diffusée. Il n'y a ni encouragement ni opposition à une exploitation par d'autres. Le matériel est disponible localement. <i>Par exemple : un enseignant met en œuvre des activités avec des robots. Ses collègues sont au courant, mais ne mettent pas en œuvre</i></p>	<p>Diffusion restreinte</p> <p>L'activité est diffusée dans un cercle restreint. Ses conditions de transférabilité ne sont pas connues. Son adaptation est localement possible et nécessite les mêmes investissements locaux. <i>Par exemple : un enseignant organise un défi robotique dans une école.</i></p>	<p>Diffusion large et facilitante</p> <p>L'activité est diffusée. Son adaptation au contexte nécessite peu de moyens (pas un frein). <i>Par exemple : un enseignant crée des activités en ligne. Elles sont accessibles à tous, référencées et modifiables.</i></p>
<p>La nouveauté</p> <p>Modification de la tâche de l'élève</p>	<p>Détérioration</p> <p>La tâche à réaliser avec le numérique est plus complexe que sans ou impossible. <i>Par exemple : tracer d'un mouvement de main un arc de cercle avec un compas, ou saisir des formules mathématiques avec un traitement de texte</i></p>	<p>Substitution</p> <p>La tâche à réaliser avec le numérique est comparable sans le numérique et n'apporte pas de nouvelles fonctionnalités. <i>Par exemple : compléter un texte à trous sur un tableau numérique interactif ne fournissant pas de réponse immédiate</i></p>	<p>Augmentation</p> <p>La tâche avec le numérique est augmentée à une tâche sans le numérique. Il y a un ajout de fonctionnalités. <i>Par exemple : réaliser un exercice dont les réponses apparaissent automatiquement</i></p>	<p>Modification</p> <p>La tâche est reconfigurée par la mobilisation du numérique. <i>Par exemple : la différenciation automatisée, ou bien l'auto-observation et l'auto-analyse d'un mouvement, ou encore un défi robotique</i></p>
<p>La nouveauté</p> <p>Modification de la tâche de l'enseignant</p>	<p>Détérioration</p> <p>La tâche à réaliser avec le numérique est plus complexe que sans ou impossible. <i>Par exemple : l'enseignant construit, pour une utilisation peu fréquente ou récurrente, des ressources à l'aide d'un logiciel qui provoque une durée beaucoup plus longue de préparation.</i></p>	<p>Substitution</p> <p>La tâche à réaliser avec le numérique est comparable sans le numérique et n'apporte pas de nouvelles fonctionnalités ni charge supplémentaire. <i>Par exemple : l'enseignant écrit en direct avec un stylet un texte à l'aide d'un logiciel sur tableau numérique interactif sans mobiliser des fonctionnalités avancées.</i></p>	<p>Augmentation</p> <p>La tâche avec le numérique est augmentée à une tâche sans le numérique. Il y a un ajout de fonctionnalités. <i>Par exemple : la vidéoprojection pendant laquelle l'enseignant peut davantage observer et interagir avec ses élèves. Il peut agrandir/réduire sa projection.</i></p>	<p>Modification</p> <p>La tâche est reconfigurée par la mobilisation du numérique. <i>Par exemple : l'enseignant propose un défi robotique, il peut alors : observer les procédures des élèves, lâcher prise ou réclamer une totale autonomie des élèves. Il ne se consacre pas en majorité à la production initiale des ressources.</i></p>



Ainsi une même activité peut se retrouver à des niveaux différents selon les cinq critères. Conformément aux préconisations de Hamilton *et al.* (2016), un enseignant peut choisir par exemple de diminuer dans la taxonomie la tâche de l'élève au profit de sa propre tâche ou de la plus-value pédagogique.

Le corpus

LA COMMUNICATION INSTITUTIONNELLE

Pour étudier la communication institutionnelle, notre choix s'est porté sur trois grandes étapes récentes de la stratégie du MEN concernant le numérique : « faire entrer l'École dans l'ère du numérique¹⁸ » (2012), « le numérique au service de l'école de la confiance¹⁹ » (2018) et « Numérique pour l'éducation 2023-2027. La vision stratégique d'une politique publique partagée²⁰ » (2023). Nous avons ainsi recueilli respectivement deux dossiers de presse et un document intégral. Ils contiennent respectivement 44, 30 et 41 pages.

LES ÉTUDIANTS-PROFESSEURS

Les étudiants-professeurs sont inscrits en deuxième année de master MEEF à l'INSPÉ de l'Académie de Reims. Ils sont basés sur quatre sites. Ils sont répartis en 10 groupes de travaux pratiques. Nous ne sommes pas en mesure de qualifier notre échantillon d'étudiants-professeurs. Aucune étude n'est publiée, à ce jour, permettant de comparer cette première promotion totalement formée dans ce contexte.

LA FORMATION EN TROIS ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS À CONTRAINTES VARIABLES

La formation s'inscrit dans le cadre national des formations dispensées au sein des MEEF, décrit par l'arrêté du 28 mai 2019²¹. Ainsi l'article 1 8^e de l'arrêté du 28 mai 2019 précise que « les étudiants et les enseignants sont formés à l'usage pédagogique des outils et ressources numériques. La formation intègre leur mise en œuvre et assure l'acquisition des compétences figurant dans le cadre de référence des compétences numériques ». Ainsi, en première année, ils sont formés à la mise en œuvre d'une veille, à la curation, à la qualification d'une ressource en ligne, à l'identité numérique et sur des éléments juridiques. En deuxième année, ils découvrent les usages pédagogiques du numérique à l'aide de temps de formation distincts mais cohérents. Nous les appelons éléments constitutifs 1, 2 et 3.

Élément constitutif 1 (EC1)

Sur une plateforme d'apprentissage, Moodle²² en l'occurrence, les étudiants-professeurs doivent par groupe créer un parcours pédagogique. Il doit contenir au moins : une vidéo enrichie par des questions interactives, deux ressources interactives externes à la plateforme, une évaluation, une consigne pour la réalisation d'une production des élèves et enfin une vidéo faisant parler un personnage réel ou fictif à l'aide d'un hypertrucage. Ce parcours pédagogique possède un thème tiré au sort en début d'année, par exemple : l'alimentation, les nombres décimaux, la respiration, la suite numérique, l'introduction du

¹⁸ Dossier de presse repéré le 6 janvier 2023 sur <https://tinyurl.com/296eb3sh>.

¹⁹ Dossier de presse repéré le 12 février 2023 sur <https://tinyurl.com/vcymmtwj>.

²⁰ Texte intégral repéré le 28 janvier 2023 sur <https://tinyurl.com/3uejks8k>.

²¹ <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000038731861> consulté le 16 février 2023.

²² Moodle est une plateforme d'apprentissage en code source libre.



vocabulaire en français, les infox. Les contraintes techniques et disciplinaires sont fortes en EC1. Le parcours pédagogique créé n'est pas mis en œuvre en classe. Il est analysé par les étudiants-professeurs au regard de sa plus-value pédagogique.

Élément constitutif 2 (EC2)

Avec des outils et sur un sujet de leurs choix, les étudiants-professeurs, individuellement ou à deux, voire à trois, doivent créer une ressource éducative libre (REL)²³. Ils doivent se conformer aux six étapes décrites par la fabrique des REL²⁴ : exprimer un besoin, rechercher les REL existantes et cohérentes avec leur projet, concevoir un prototype du projet, médiatiser, tester et diffuser. Les solutions techniques font ainsi l'objet d'un choix par l'étudiant-professeur, contrairement à l'EC1. Elles doivent tout de même respecter les principes d'une REL, ce qui constitue une contrainte technique. Le choix de l'objet d'apprentissage est totalement libre. La REL est parfois mise en œuvre en classe. Elle est analysée par les étudiants-professeurs au regard de sa plus-value pédagogique et du respect des principes des REL.

Élément constitutif 3 (EC3)

Avec des outils et sur un sujet de leurs choix, les étudiants-professeurs, en binôme, doivent concevoir et mettre en œuvre, lors de leur stage, une activité pédagogique mobilisant des outils numériques. Une seule contrainte pédagogique est formulée : viser les stades M ou R du modèle empirique SAMR. La contrainte technique n'est pas fixée par le cadrage, mais par le matériel disponible sur les lieux de stage. La mise en œuvre de l'activité pédagogique est analysée par les pairs des étudiants-professeurs au regard de la plus-value pédagogique.

Il est à noter que les EC1 et 2 sont proposés lors du semestre 1. Ils font l'objet d'un retour réflexif par les formateurs. L'EC3 est proposé au second semestre. Cette formation est dispensée sur quatre sites par cinq formateurs qui interviennent tous dans les trois EC, sauf un. L'un des formateurs est le rédacteur de cet article.

Avec ces trois EC, l'INSPÉ propose ainsi une formation diversifiée à contraintes variables et à productions multiples. L'INSPÉ propose à ses étudiants-professeurs trois situations problèmes dans un contexte professionnel.

Résultats

La communication institutionnelle

Les premiers résultats, tableau 2, nous montrent la fréquence importante de *numérique** dans les trois textes. Le maximum est atteint en 2012. *Numérique** regroupe deux mots : *numérique* et *numériques*. Il y a une prédominance pour *numérique* en 2012, une inversion en faveur de *numériques* en 2018 et un retour au profit de *numérique* en 2023. La vision des outils *numériques* est quasiment stable sur les trois textes

²³ Les REL sont issues d'une recommandation de l'UNESCO, qui les définit ainsi : « des matériels d'apprentissage, d'enseignement, et de recherche sur tout format et support, relevant du domaine public ou bien protégés par le droit d'auteur et publiés sous licence ouverte, qui autorisent leur consultation, leur réutilisation, leur utilisation à d'autres fins, leur adaptation et leur redistribution gratuites par d'autres », repéré le 16 février 2023 sur <https://tinyurl.com/793habi6>.

²⁴ La fabrique des REL est un projet conjointement initié par l'Université de Sherbrooke, l'Université de Montréal et l'Université Laval. Les six étapes de création ont été consultées le 16 février 2023 sur <https://tinyurl.com/vfh88nv2>.



alors que le point de vue du système *numérique* s'atténue. La fréquence d'*innov** atteint son maximum en 2018 : 0,17 %. Elle chute en 2023 à 0,04 %.

Tableau 2

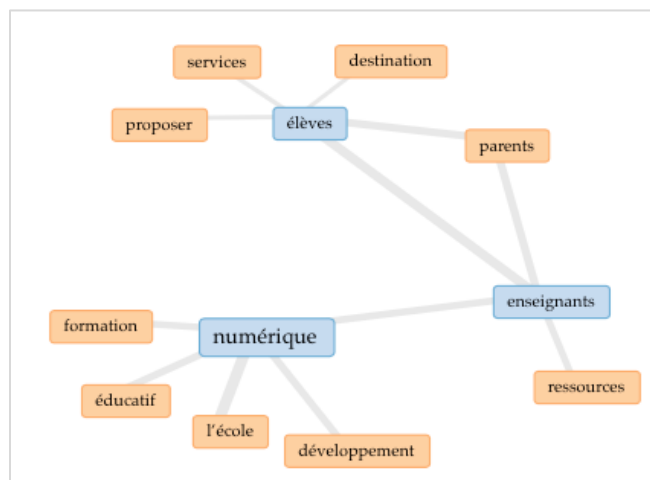
Étude de trois textes institutionnels par Voyant Tools, fréquences pour numérique et innov**

	« faire entrer l'École dans l'ère du numérique » (2012)	« le numérique au service de l'école de la confiance » (2018)	« Numérique pour l'éducation 2023-2027 » (2023)
Nombre de mots	8 658	5 290	13 849
Fréquence <i>numérique</i>	1,9 %	1,0 %	1,3 %
Fréquence <i>numériques</i>	0,8 %	1,0 %	0,8 %
Fréquence <i>numérique*</i>	2,6 %	1,9 %	2,1 %
Fréquence <i>innov*</i>	0,13 %	0,17 %	0,04 %

La recherche de liens entre les trois mots à plus forte occurrence (en bleu) pour le dossier de presse de 2012, figure 1, montre des liens entre *numérique* et *enseignants*, puis entre *enseignants* et *élèves*. Il n'y a pas de lien entre *numérique* et *élèves*. Nous avons, dans un second temps, cherché des liens entre *numériques* et *élèves*; Voyant Tools n'en trouve pas. Le contexte local de *numérique* est institutionnel et lié au domaine de l'éducation. Les perspectives de *développement* du *numérique* sont citées. Le contexte de *enseignants* est le moins fourni. Les *enseignants* sont en relation avec les *élèves*, les *parents* et le *numérique* au sens système. Ils ont accès à des *ressources numériques* mises à disposition par leur établissement en vue d'une utilisation en classe. Concernant *élèves*, nous pouvons résumer le contexte : les *élèves* se voient proposer des *services* qui leur sont destinés en relation avec les *enseignants* et les *parents*.

Figure 1

Graphique de collocation « Faire entrer l'École dans l'ère du numérique » (2012) par Voyant Tools



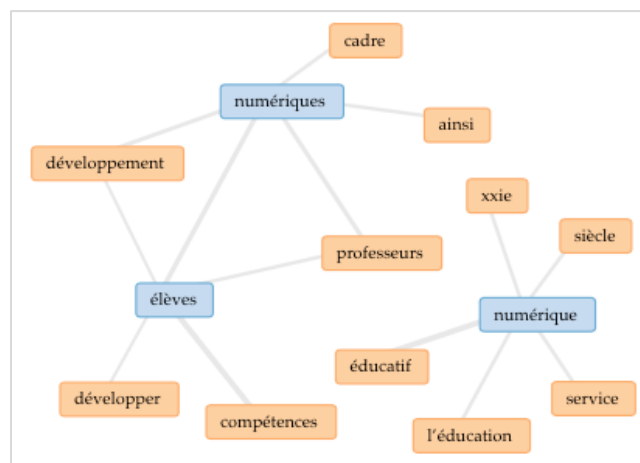
Note. © O. Perlot, 2023.



La figure 2 montre un changement, pour le texte de 2012, des trois plus fortes occurrences : *numériques*, *numérique* et *élèves*. Les *enseignants* disparaissent au profit des *professeurs*. Le *numérique* constitue un graphe isolé de *élèves*, *professeurs* et *numériques*. Le contexte de *numérique* reste fixé autour de l'établissement et de ses compétences dans le domaine de l'éducation. Les perspectives de *développement* disparaissent au profit d'un usage en phase avec son époque : le 21^e siècle. *numériques* par association avec *ainsi* est donc souvent comparé. Les outils et les ressources (*numériques*) sont encore en lien avec les *enseignants* devenus *professeurs*. Un lien apparaît entre *numériques* et *élèves*. Concernant *élèves*, ils sont en lien avec les *compétences numériques* validées dans un certificat. Enfin, les perspectives de *développement* ne sont plus liées au système (*numérique*), mais davantage aux objets ou aux acteurs (*numériques* et *élèves*).

Figure 2

Graphique de collocation « le numérique au service de l'école de la confiance » (2018) par Voyant Tools



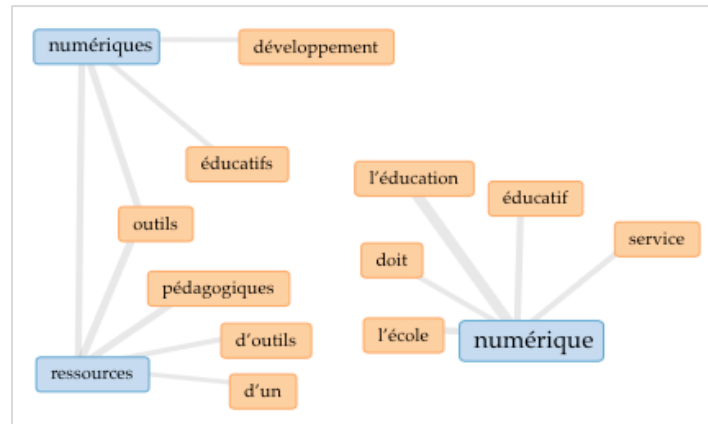
Note. © O. Perlot, 2023.

Dans la figure 3, les occurrences les plus fréquentes, pour la communication institutionnelle de 2023, sont dans cet ordre : *numérique*, *numériques* et *ressources*. Les *élèves*, les *enseignants* et les *professeurs* n'apparaissent plus. Ils ne sont pas en liaison forte avec les trois mots précédents. En consultant plus en détail, *élèves* et *enseignants* se situent respectivement en cinquième et septième position des mots les plus fréquents. Concernant le contexte de *numérique*, à nouveau, il s'agit d'un graphe isolé. Le *numérique* est au service de l'établissement. Nous relevons la liaison forte et la fréquence élevée du mot *doit* avec le *numérique* institutionnel. Enfin, il apparaît une liaison forte pour le *développement* de *ressources* ou d'*outils numériques* à objectifs *pédagogiques* et *éducatifs*.



Figure 3

Graphique de collocation « Numérique pour l'éducation 2023-2027 » (2023) par Voyant Tools

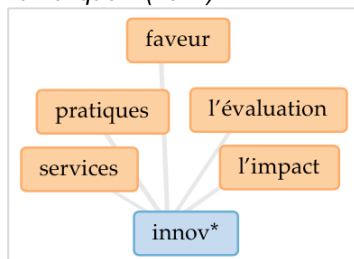


Note. © O. Perlot, 2023.

Regardons à présent les liens pour *innov** (*innovant, innovation...*) dans les trois textes. En 2012, les liaisons sur la figure 4 font état *d'évaluation* de *l'impact* du numérique par la recherche. Ce dossier de presse encourage également les *pratiques innovantes*. Il n'y a pas de liaison explicite avec le *numérique*. En 2018, le contexte autour de *l'innovation* est bouleversé (voir figure 5). La liaison avec *technologiques, numérique* et *numériques* est forte. Les enseignants sont vivement encouragés à *expérimenter* et à proposer des *projets innovants*. Enfin, la figure 6 nous montre des attentes différentes autour d'*innov**. Les *agents* doivent alors développer des *projets innovants* dans un *cadre* fixé par des *attentes*. En poussant nos recherches à proximité d'*innov**, d'autres mots apparaissent : *agents, challenge, nécessaire, dynamisme, au profit et réussite des élèves*.

Figure 4

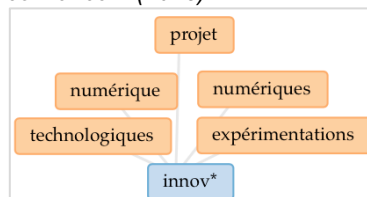
Graphique de collocation autour de « innov* » pour « Faire entrer l'École dans l'ère du numérique » (2012)



Note. © O. Perlot, 2023.

Figure 5

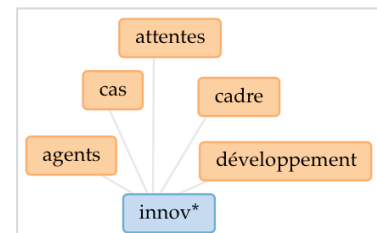
Graphique de collocation autour de « innov* » pour « le numérique au service de l'école de la confiance » (2018)



Note. © O. Perlot, 2023.

Figure 6

Graphique de collocation autour de « innov* » pour « Numérique pour l'éducation 2023-2027 »



Note. © O. Perlot, 2023.

En conclusion, des évolutions significatives apparaissent dans les trois textes. En 2012, le numérique et l'innovation portent un potentiel de développement à étudier par la recherche. En 2018, l'innovation est à présent numérique et technologique. Par l'expérimentation, elle vise une diffusion à plus grande échelle. Ce dossier de presse décrit un système numérique isolé alors qu'il y a liaison entre les élèves, les



professeurs et les outils numériques. En 2023, le système numérique reste isolé. Les attentes exprimées sont fortes en liaison avec *doit*. Une partie du vocabulaire autour de l'innovation (*agents, challenge, profit*) sort du champ lexical éducatif. Enfin, en référence au tétraèdre de Lombard, nous constatons que les liaisons *élèves-numérique*-enseignant** ne sont pas toutes présentes et le *savoir*, même en cherchant des synonymes, est absent.

La qualification de l'innovation dans les trois éléments constitutifs

RÉSULTATS POUR LA CRÉATION D'UN PARCOURS PÉDAGOGIQUE SUR MOODLE (EC1)

Pour l'EC1, 183 étudiants-professeurs, répartis sur 4 sites de formation et dans 10 groupes, ont construit collectivement 10 parcours pédagogiques respectant des contraintes communes. Au total, 99 activités sont intégrées dans les parcours (tableau 3). Ces activités sont soit des ressources existantes (questionnaires en ligne, vidéo...), soit des ressources créées par les étudiants-professeurs (questionnaires sur Moodle, vidéos enrichies par des interactions, hypertrucages pour annoncer des activités...). Les parcours sont constitués de 7 à 16 activités.

Tableau 3

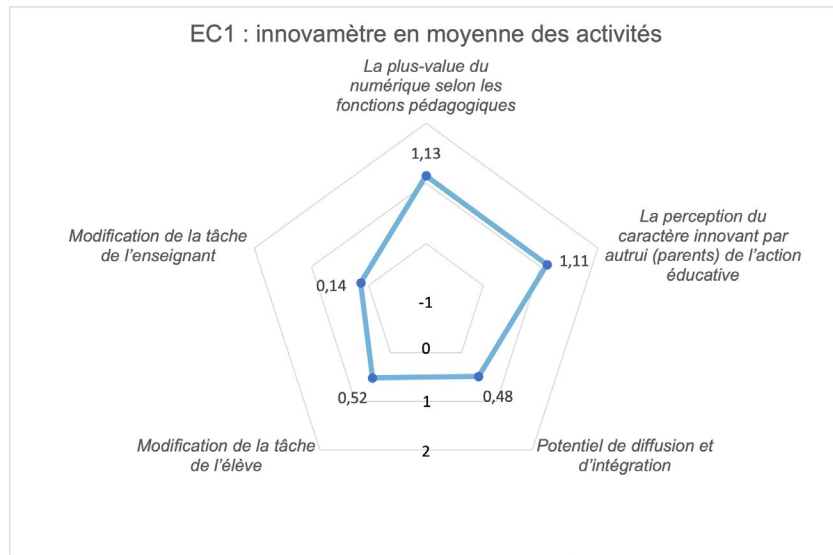
Qualification des 99 activités de l'EC1, selon les 5 critères de l'innovamètre

Niveau de l'innovamètre	La plus-value du numérique selon les fonctions pédagogiques	La perception du caractère innovant par autrui (parents) de l'action éducative	Potentiel de diffusion et d'intégration	Modification de la tâche de l'élève	Modification de la tâche de l'enseignant
-1	15	7	12	11	40
0	7	15	50	30	11
1	27	37	14	54	42
2	50	40	23	4	6

En attribuant -1, 0, 1 et 2 respectivement sur l'échelle de l'innovamètre, nous obtenons des moyennes pondérées sur l'ensemble des activités pour les 5 critères. Ainsi dans la figure 7, nous constatons que la tâche de l'enseignant est peu modifiée. Celle des élèves est légèrement augmentée. Le potentiel de diffusion reste faible. Cependant, il y a une amélioration de la plus-value pédagogique et de la perception de l'innovation.



Figure 7
Moyenne des 99 activités de l'EC1, selon les 5 critères de l'innovamètre



Note. © O. Perlot, 2023.

RÉSULTATS POUR LA CRÉATION D'UNE REL (EC2)

Pour l'ensemble des étudiants-professeurs, seulement 58 ressources éducatives sont qualifiées (tableau 4). Les étudiants-professeurs proposent ainsi des questionnaires sur des plateformes propices à la diffusion, des vidéos enrichies et parfois même des *serious game*. Cependant, nous sommes contraints de sortir de notre étude les productions d'un site, où le cadrage de la formation n'est pas respecté.

Tableau 4
Qualification des 58 activités de l'EC2, selon les 5 critères de l'innovamètre

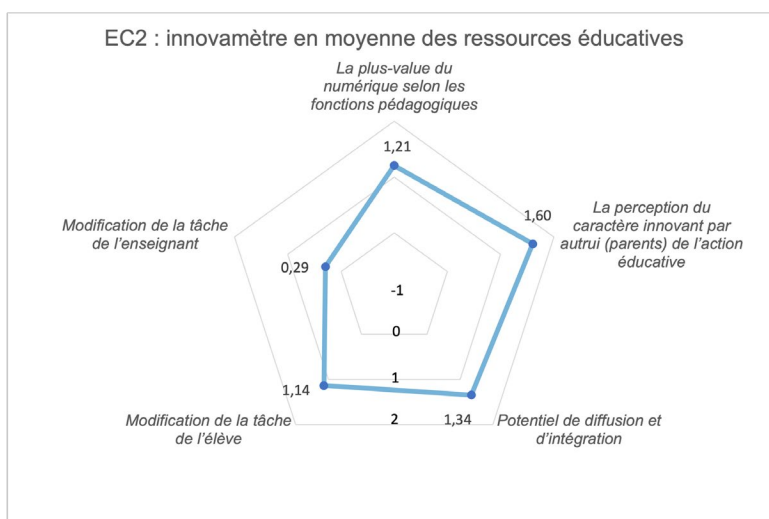
Niveau de l'innovamètre	La plus-value du numérique selon les fonctions pédagogiques	La perception du caractère innovant par autrui (parents) de l'action éducative	Potentiel de diffusion et d'intégration	Modification de la tâche de l'élève	Modification de la tâche de l'enseignant
-1	5	2	2	0	22
0	1	3	8	12	5
1	29	11	16	26	23
2	23	42	32	20	8

Dans la figure 8, la tâche de l'enseignant est à nouveau peu modifiée. La tâche des élèves est cette fois augmentée. Le potentiel de diffusion est élevé contrairement à l'EC1. De plus, la moyenne augmente pour la plus-value. Enfin, la perception de l'innovation atteint une valeur très élevée : 1,6.



Figure 8

Moyenne des 58 activités de l'EC2, selon les 5 critères de l'innovamètre



Note. © O. Perlot, 2023.

RÉSULTATS POUR D'UNE CRÉATION D'UNE SÉANCE PÉDAGOGIQUE MODIFIANT LA TÂCHE DES ÉLÈVES (EC3)

Le cadrage est respecté sur tous les sites. Soixante-et-onze séances pédagogiques sont qualifiées (tableau 5). Vingt-deux proposent des auto-analyses à l'aide de vidéos ou de productions sonores d'élèves. Neuf mobilisent la robotique.

Tableau 5

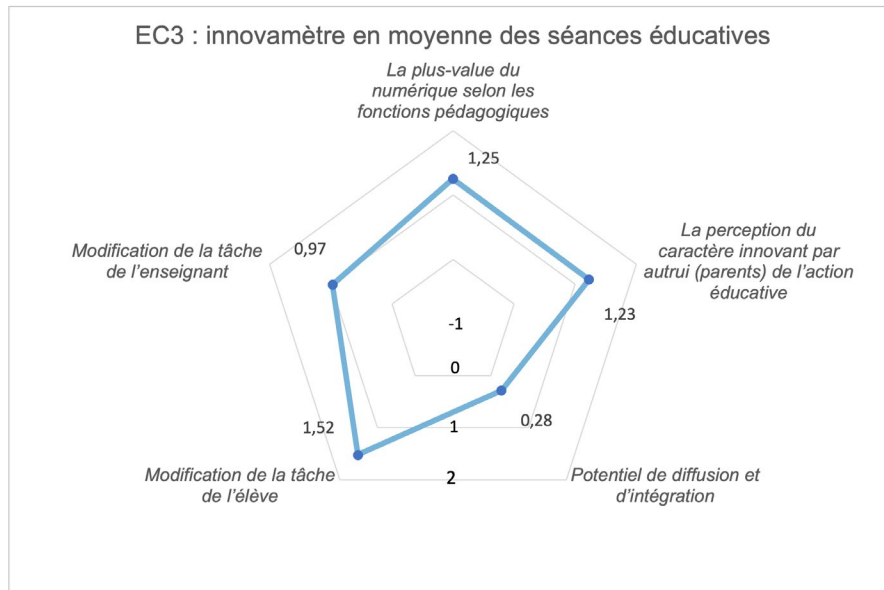
Qualification des 71 séances de l'EC1, selon les 5 critères de l'innovamètre

Niveau de l'innovamètre	La plus-value du numérique selon les fonctions pédagogiques	La perception du caractère innovant par autrui (parents) de l'action éducative	Potentiel de diffusion et d'intégration	Modification de la tâche de l'élève	Modification de la tâche de l'enseignant
-1	2	1	2	1	9
0	14	7	53	6	8
1	19	38	10	16	28
2	36	25	6	48	26

La figure 9 fait mention d'une modification de la tâche de l'élève et d'une augmentation pour l'enseignant. Contrairement à l'EC2, le potentiel de diffusion chute. Il y a également une baisse notable de la plus-value pédagogique et de la perception de l'innovation.



Figure 9
Moyenne des 71 séances de l'EC3, selon les 5 critères de l'innovamètre



Note. © O. Perlot, 2023.

Discussion

Notre discussion se scinde en deux parties. En premier lieu, quelle est la place du numérique et de l'innovation dans la communication institutionnelle? Leurs représentations sont-elles figées ou évolutives? Respectent-elles des cadres théoriques? Enfin, en formation, est-il possible de tendre vers l'innovation technopédagogique et d'en cerner les leviers? Peut-on exiger tous les critères définissant cette innovation?

Une évolution dans les discours autour du numérique et de l'innovation

NUMÉRIQUE* : À LA FOIS SYSTÈME ET OUTILS

La représentation du numérique, dans la communication institutionnelle, est conforme au modèle PADI (pédagogie, acteurs, dispositif technique et institution). La pédagogie est présente dans ces aspects : éducatif, ressources, pédagogique. Les acteurs, sauf en 2023, ne sont pas oubliés : élèves, enseignants ou professeurs et parents. Le dispositif technique est représenté par les outils ou les ressources numériques, sur la figure 3 notamment. Enfin, l'institution est certes implicite, vu les auteurs des discours, mais nous la percevons dans l'éducation et l'école. Toutefois, dès 2018 (voir figure 2), cette représentation systémique se désagrège. Les quatre pôles de PADI sont présents, mais le mot *numérique* constitue un graphe isolé. Le numérique se détache alors de ses acteurs. La présence *acteurs* s'atténue en 2023.



INNOVATION : DES BALBUTIEMENTS ÉVALUÉS PAR LA RECHERCHE À L'INJONCTION

En 2012, l'injonction à l'innovation technopédagogique débute avec modestie. Plutôt que de se contenter de vanter les mérites des outils numériques, le MEN semble se méfier du « mirage technologique », décrit par Lebrun (2007). Le MEN met en lien l'innovation davantage avec son évaluation et avec des études scientifiques d'impact (voir figure 4). L'ambition est raisonnée. En 2018, sur la figure 5, un changement de discours survient : il y a un impératif pédagogique et un projet de société autour du numérique. Ainsi, l'innovation devient technologique ou numérique. Le temps des précurseurs peut encore durer un peu, mais il faut vite passer à une plus grande échelle grâce à l'expérimentation cadrée faisant fi des résultats mitigés de Cros (2017), Reuter *et al.* (2013) et Tricot (2017). Sur la figure 2, les liens forts entre professeurs, élèves et numériques (outils et ressources) réduisent les deux premiers à un rôle de producteurs ou de consommateurs. Enfin, en 2023, le numérique est pointé du « doit » sur la figure 3. L'assignation du numérique envers l'école vire à l'injonction. Les mots à proximité de l'innovation (*agents, challenge, profit*) font écho au discours sur la « start-up nation²⁵ ». Cependant le numérique et l'innovation reprennent de la distance, conformément aux résultats contrastés sur la plus-value pédagogique de Tricot et Chesné (2020) publiés par le Centre national d'étude des systèmes scolaires et aux recommandations du CSEN (2022). Il faut noter que ce dernier texte évoque bien d'autres sujets que le numérique pédagogique, comme le système d'information des ressources humaines du MEN. Le discours autour du numérique éducatif se trouve davantage dilué que dans le texte précédent.

LA DÉCONSTRUCTION DU TÉTRAÈDRE DE LOMBARD

Dans son tétraèdre, Lombard étudie les interactions entre : élèves, savoir, enseignant et numérique. Le *savoir*, y compris ses synonymes, est alors le grand absent des trois graphes de collocation (figures 1, 2 et 3). Sur la figure 2, les *élèves* sont liés à des *compétences*. Il s'agit avant tout de *compétences* dans un contexte numérique et non dans le contexte disciplinaire (lettres, sciences, histoire, musique...) attendu par Lombard. Seule la figure 2 décrit une relation entre *élèves-professeurs-numériques*. Dans la catégorisation de Lombard, il s'agit du triangle social où l'élève perçoit l'activité comme un jeu ou une activité périscolaire, sans véritable apprentissage. Ainsi, l'instauration d'une relation entre les quatre pôles de Lombard n'est donc pas atteinte. Par absence de *savoir* et par manque d'interactions entre *élève, numérique* et *enseignant*, ces documents ne décrivent pas des situations pédagogiques.

Des contraintes acceptées pour tendre vers l'innovation technopédagogique

DES VISÉES DIFFÉRENTES EN FORMATION

L'EC1 met les étudiants-professeurs dans des conditions de production avec des contraintes très fortes : activités pédagogiques imposées (recherche et mise à disposition des élèves de vidéos ou d'outils interactifs, insertion d'interactions dans une vidéo, création de questionnaires, mise en ligne d'une consigne textuelle, diffusion de vidéos réalisées avec un hypertrucage), outils prescrits (Moodle) et thème disciplinaire imposé. Alors, l'EC1 produit les résultats attendus. L'évolution moyenne de la tâche de l'enseignant est neutre : 0,14 (voir figure 7). Les bénéfiques, issus de l'autonomie des élèves, sont compensés par la charge de travail supportée pour la création des ressources. Ce résultat était prévisible. De la même façon, le potentiel de diffusion est plutôt faible. En effet, la plateforme Moodle ne permet

²⁵ Emmanuel Macron : « La France doit devenir en cinq ans la nation des start-up », consulté le 20 février 2023 sur <https://tinyurl.com/364d22u6>.



aucun référencement externe dans notre cas. Concernant la qualification de la plus-value du numérique selon les fonctions pédagogiques, elle est conforme à l'enquête de Tricot et Chesne (2020). Les activités imposées ne laissent pas de marge pour créer des éléments à plus-value élevée. La perception du caractère innovant est notable : 1,11. Elle s'explique par un usage non généralisé des ENT en école. Enfin, la tâche de l'élève est peu modifiée. Les questionnaires ne proposent pas de commentaires adaptés aux réponses, ils ne font ainsi qu'augmenter cette tâche. Des consignes déposées à la va-vite en format PDF détériorent clairement la tâche des élèves. Mise à part la modification de la tâche de l'élève, l'EC1 laisse peu de place aux étudiants-professeurs pour atteindre des niveaux supérieurs sur l'échelle de l'innovamètre. En conclusion, les étudiants-professeurs atteignent les scores prévisibles. L'EC1 laisse peu de place à l'innovation.

L'EC2 est beaucoup plus libre. Les étudiants-professeurs choisissent leurs thèmes et leur outil. La seule contrainte peut paraître paradoxale : la ressource éducative doit être libre. La conséquence directe se situe sur la figure 8 : le potentiel de diffusion atteint un score inégalé : 1,34. Par rapport à l'EC2, la tâche de l'enseignant a légèrement augmenté, mais reste peu élevée : 0,29. Certes il a choisi des outils moins contraignants qu'en EC1, mais il doit produire. La tâche de l'élève est maintenant augmentée, car beaucoup de ressources proposent des activités interactives, ce qui correspond au stade A du modèle SAMR. La perception du caractère innovant atteint 1,60. Elle s'explique dans la liberté du choix de l'outil laissé aux étudiants-professeurs. Très investis dans ce projet, ils vont jusqu'à créer des jeux complets en ligne à l'aide de plateformes simples et adaptées. La plus-value pédagogique accroît également son score, 1,21, et de nombreux entraînements sont proposés.

Pour l'EC3, avec l'obligation de mettre en œuvre lors d'une séance, les étudiants-professeurs doivent tenir compte du matériel disponible et des contenus pédagogiques qu'ils vont enseigner. Comme attendu, cet EC produit les résultats les plus innovants concernant la modification de la tâche de l'élève : 1,56 (figure 9). Une conséquence inattendue est l'augmentation de la tâche de l'enseignant. Il consacre moins de temps à la création des ressources. Pendant les séances, la tâche d'apprentissage est davantage confiée aux élèves. La plus-value du numérique augmente par rapport à l'EC2. Or Hamilton *et al.* (2016) nous indiquent que la seule modification de la tâche de l'élève ne peut expliquer de meilleurs résultats. Il faut noter qu'après deux formations les étudiants-professeurs ont entendu à plusieurs reprises des avantages et des inconvénients du numérique. Enfin la perception du caractère innovant par autrui diminue. La forte proportion de projets mobilisant la captation vidéo ou sonore, d'usage courant par beaucoup de parents, explique cette baisse. En revanche, le potentiel de diffusion reste faible. Un matériel spécifique est souvent nécessaire et les étudiants malgré l'EC2 ne proposent pas de diffusion de leurs pratiques. En conclusion, l'EC3 a produit des résultats espérés sauf pour l'augmentation de la tâche de l'enseignant.

LA QUÊTE D'UN ABSOLU INACCESSIBLE

La quête de l'innovation absolue et maximale consisterait à atteindre le niveau maximum pour tous les critères. Aucun EC n'atteint le maximum cinq fois. Il faudrait un subtil mélange des libertés et des contraintes des EC 2 et 3. La liberté de choisir : les outils (sans contrainte matérielle) et les thèmes (sans obligation de suivre une progression pédagogique), associée aux contraintes de : la modification de la tâche de l'élève et la diffusion sous forme de REL pourrait constituer un idéal. Toutes ces conditions apparaissent peu réalistes au regard du terrain. En forçant leur combinaison, nous prenons le risque de retomber au stade de la créativité sans la concrétisation attendue par l'innovation.



Conclusion

Des discours de plus en plus inaudibles de l'exosystème

L'étude des communications institutionnelles nous indique une perte de relation entre enseignants, élèves et savoir. Il s'agit pourtant d'une relation incontournable dans une situation pédagogique. Les discours ont donc des visées trop éloignées du terrain. L'exosystème s'éloigne des sujets. L'injonction à innover a été démontrée qualitativement par Reuter *et al.* (2013). La stratégie de 2023 renforce quantitativement l'assignation par la fréquence élevée du verbe « devoir ». Par ailleurs, le contexte autour du mot « innovation » propose de nouvelles valeurs issues de la « start-up nation ». Ainsi, le macrosystème est modifié, il ajoute de la confusion. Sur cette notion complexe, les enseignants sont en droit d'attendre de la clarté. De plus, nous avons montré que la quête d'une innovation absolue est vaine. À force de discours injonctifs, elle pourrait se révéler coûteuse pour les enseignants pouvant tendre vers un refus. Toutes ces raisons viennent perturber la compréhension des discours institutionnels, jusqu'à les rendre inaudibles.

Des leviers pour l'innovation dans le microsystème

Pourtant, selon Cros (2013), innover est l'essence même du métier d'enseignant. Il ne s'agit donc pas de l'abandonner. Selon la définition de Cros (1997) et partant du principe que la composante d'application est automatique dans notre contexte, le microsystème autour de la formation des étudiants-professeurs suggère des leviers pour développer sans les énoncer aux sujets : la nouveauté, l'intention d'amélioration ou le processus d'innovation. Nous avons ainsi observé que l'inscription dans une démarche de production de REL et l'absence de contraintes matérielles favorisent le processus d'innovation, dans l'EC2. Nous avons également constaté que la modification de la tâche de l'élève, la liberté d'entreprendre de l'enseignant et ses capacités réflexives permettent de proposer des nouveautés et d'atteindre une intention d'amélioration. Le microsystème peut proposer des situations d'apprentissage tendant vers l'innovation technopédagogique sans que le sujet ne les rejette. Finalement, les étudiants-professeurs ont accédé à l'innovation technopédagogique sans la viser consciemment.

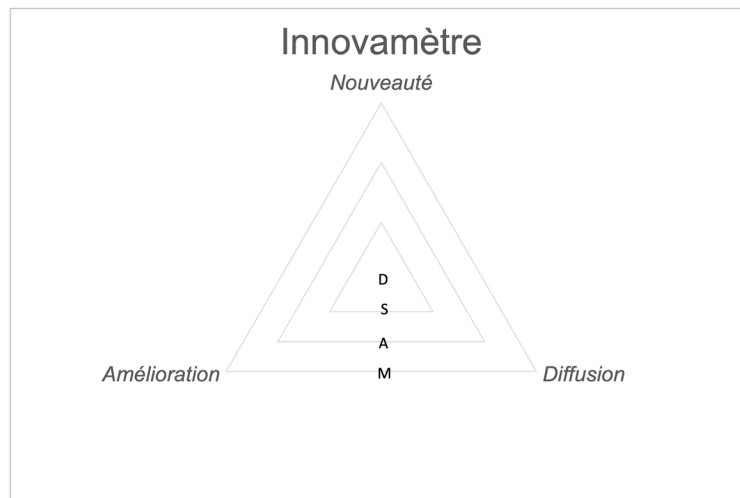
Vers un modèle réflexif et des gestes autorisés pour les sujets

Nous avons peu fait mention des capacités réflexives des sujets. Par ailleurs, l'innovation absolue reste inaccessible. Alors souvenons-nous de l'innovation relative décrite par Fontanille (1998) et Mocquet (2021). L'innovation dépend donc de l'état et du contexte initial. Par étapes et à l'aide d'outil d'analyse, la formation peut favoriser l'exploration de nouveaux barreaux de l'échelle de l'innovamètre. Pour Hamilton *et al.* (2016), il faut même s'autoriser à descendre sur l'échelle pour contribuer à la plus-value pédagogique. L'innovamètre proposé pour quantifier l'innovation repose principalement sur les trois principaux critères de Cros (1997), que nous appelons par simplification : nouveauté, amélioration et diffusion. La figure 10 suggère une version épurée et adaptable de l'innovamètre.



Figure 10

L'innovamètre relatif, à trois critères



Note. © O. Perlot, 2023

Avec cette version, il est tout à fait possible de tenir compte du contexte. Le critère de nouveauté peut se baser à nouveau sur la transformation de la tâche de l'élève ou de l'enseignant. Une autre piste pour ce critère, non étudiée dans cet article, consiste à explorer des apprentissages non disponibles avant le numérique : l'identité numérique, les *infix* et les canaux de diffusion massive, l'intelligence artificielle. Pour l'amélioration, si les apprentissages sont la visée première, il ne faut pas s'en interdire d'autres, comme le bien-être à l'école. Enfin, pour la diffusion, une forme institutionnelle existe avec l'innovathèque, mais pour atteindre le seuil du bien commun, le potentiel des REL est immense. Une REL consiste à partager dans un premier temps, mais aussi à faire vivre sa ressource, et en retour à recevoir des avis éclairés sur ses pratiques. Dans un contexte formatif et non sommatif ou certificatif, l'innovamètre deviendrait un outil d'aide à la décision, voire au renoncement technologique pour des sujets réflexifs.

Nous avons conscience de limites pour cette étude. Mais même si la portée se situe dans une académie, la taille du groupe reste modeste. Les étudiants-professeurs ont un profil très favorable par leurs connaissances en pédagogie. Le microsystème de formation est spécifique par sa faible relation hiérarchique avec l'exosystème. Les résultats sont probants, mais ils mériteraient une étude dans un autre contexte, par exemple avec du matériel fixe ou bien avec des enseignants titulaires formés directement par l'établissement.

Il serait également intéressant d'étudier les trois critères de l'innovamètre : nouveautés, amélioration et diffusion, à l'aide d'indicateurs diversifiés et dans un contexte formatif. L'influence de l'innovamètre sur les sujets-apprenants reste à explorer. Par ailleurs, le processus de décision conduisant au choix des activités, des ressources, du matériel ou des séances n'a pas été étudié. Son impact est fort sur les qualités innovantes des réalisations. Relève-t-il de recherches approfondies avec un processus de décision critérié, d'un vécu professionnel ou en formation, de la mobilisation d'outils personnels et d'usage courant?

En paraphrasant Lebrun (2007, p. 191) qui s'interroge « sur quel citoyen pour demain? », nous concluons que les technologies ne sont plus de nouvelles, mais avant de penser à l'innovation, on devrait



penser à l'objectif (quel enseignant pour demain?) et aux méthodes... Avant le « comment », réfléchissons ensemble au « pour quoi »? Devons-nous former un enseignant capable de suivre avec précision un vadémécum des bonnes pratiques du numérique ou un enseignant en mesure de trouver des solutions adaptées mobilisant ou non le numérique dans un contexte local riche de diversités?

Liste des références

- Amstutz, D. et Gambette, P. (2010) Utilisation de la visualisation en nuage arboré pour l'analyse littéraire. JADT'10: 10th International Conference on statistical analysis of textual data, Rome.
<https://hal-lirmm.ccsd.cnrs.fr/lirmm-00448436>
- Berrebi-Hoffmann, I., Bureau, M. et Lallement, M. (2017). Des Shakers aux Makers : éléments pour une critique sociale de la créativité. Dans : G. Amado (dir.), *La créativité au travail* (p. 295-318). Érès.
- Bernard, F. et Fluckiger, C. (2019). Innovation technologique, innovation pédagogique : Éclairage de recherches empiriques en sciences de l'éducation. *Spirale – Revue de recherches en éducation*, 63, 3-10.
<https://doi.org/10.3917/spir.063.0003>
- Bronfenbrenner, U. (1979). *L'écologie du développement humain : Expérimentations par nature et conception*. Cambridge, Massachusetts et Londres : Harvard University Press.
- Cros, F. (1997). L'innovation en éducation et en formation. *Revue française de pédagogie*, 118(1), 127-156.
www.persee.fr/doc/rfp_0556-7807_1997_num_118_1_1181
- Cros, F. (2013). De l'initiative à l'expérimentation : la longue vie du soutien à l'innovation. *Les Sciences de l'éducation – Pour l'Ère nouvelle*, 3(46), 63-88. <https://doi.org/10.3917/lse.463.0063>
- El Hage, F. et Reynaud, C. (2014). L'approche écologique dans les théories de l'apprentissage : une perspective de recherche concernant le « sujet-apprenant ». *Éducation et socialisation*, 36. <https://doi.org/10.4000/edso.1048>
- Fontanille, J. (1998). Ce qu'innover veut dire. *Sciences Humaines*, 88.
https://www.scienceshumaines.com/ce-qu-innover-veut-dire_fr_10362.html
- Fréry, F. (2014). L'innovation, ce n'est pas la créativité. *Harvard Business Review*.
<https://www.hbrfrance.fr/chroniques-experts/2014/10/4182-linnovation-ce-nest-pas-la-creativite/>
- Hetenyi, G., Lengyel, A et Szilasi, M. (2019). Quantitative analysis of qualitative data: Using voyant tools to investigate the sales-marketing interface. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 12(3), 393-404.
<https://doi.org/10.3926/jiem.2929>
- Grefre, X. (1988a). Le plan « Informatique pour tous » un essai d'évaluation de l'expérience française. Workshop on the Future of Strategic Educational Planning, IIEP/S.103, Paris, xiii-xv.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000085136>
- Grefre, X. (1988b). France "Informatique Pour Tous" or the Lessons of Innovation. *European Journal of Education*, 23(4), 329-343
- Hamilton, E.R., Rosenberg, J.M. et Akcaoglu, M. (2016). The Substitution Augmentation Modification Redefinition (SAMR) Model: a Critical Review and Suggestions for its Use. *TechTrends*, 60, 433-441.
<https://doi.org/10.1007/s11528-016-0091-y>
- Kaddouri M. (2002). Le projet de soi entre assignation et authenticité. *Recherche & Formation*, 41, 31-47.
<https://doi.org/10.3406/refor.2002.1772>
- Lebrun, M. (2007). Théories et méthodes pédagogiques pour enseigner et apprendre : Quelle place pour les TIC dans l'éducation? De Boeck Supérieur.
- Legendre, F. (2019). La réforme de la formation des enseignants et des CPE... et mes inquiétudes. *Les cahiers de la LCD*, 11, 135-143.



- Lombard, F. (2007). Du triangle de Houssaye au tétraèdre des TIC : comprendre les interactions entre les savoirs d'expérience et ceux de recherche. Dans B. Charlier et D. Peraya (dir.). *Les technologies éducatives : une opportunité d'articuler les savoirs d'expérience et ceux issus de la recherche?* (p. 104-119). De Boeck.
- Mocquet, B. (2021). Manager l'innovation du Sup' : entre perception et injonction. *Management des technologies organisationnelles*, 12, 83-100.
- Puentedura, R. (2006). Transformation, technology, and education [Billet de blogue]. <http://hippasus.com/resources/tte/>
- Reuter, Y., Condette, S. et Boulanger, L. (2013). Les expérimentations « article 34 de la loi de 2005 ». Bilan et discussion d'une recherche sur des pratiques scolaires « innovantes ». *Les Sciences de l'éducation – Pour l'Ère nouvelle*, 46, 13-39. <https://doi.org/10.3917/lsdle.463.0013>
- Romero, M., Hyvönen, P. et Barberà, E. (2012). Creativity in Collaborative Learning across the Life Span. *Creative Education*, 3(4), 422-429. <https://doi.org/10.4236/ce.2012.34066>
- Tricot, A. (2017). L'innovation pédagogique. Retz.
- Tricot, A et Chesné, J.-F. (2020). *Numérique et apprentissages scolaires : rapport de synthèse*. Cnesco. <http://tinyurl.com/mr333m9e>
- Wallet, J. (2010). Chapitre 5. Technologie et gouvernance des systèmes éducatifs. Dans B. Charlier (dir.), *Apprendre avec les technologies* (p. 71-80). Presses universitaires de France.



Enjeux systémiques du codéveloppement d'outils numériques en soutien à la formation : une confrontation entre dispositions et obstacles

Systemic issues of co-development of digital tools in support of training: a confrontation between will and obstacles

Cuestiones sistémicas del codesarrollo de herramientas digitales de apoyo a la formación: una confrontación entre voluntad y obstáculos

<https://doi.org/10.52358/mm.vi16.368>

Myriam Bérubé, doctorante
Université de Montréal, Canada
myriam.berube@umontreal.ca

Aurélié Tondoux, professionnelle de recherche
Centre de recherche du CHU Sainte-Justine, Canada
aurelie.tondoux.hsj@ssss.gouv.qc.ca

Céline Chatigny, professeure associée
Université du Québec à Montréal, Canada
chatigny.celine@uqam.ca

Marie Laberge, professeure
Université de Montréal, Canada
marie.laberge@umontreal.ca



RÉSUMÉ

Dans un contexte de transition numérique et de pénurie de main-d'œuvre en éducation, le personnel enseignant est demandeur d'outils innovants pour réaliser son travail et optimiser ses actions. C'est ce contexte qui a lancé un projet de codéveloppement d'outils numériques qui vise la prévention de l'incapacité de travail d'élèves en adaptation scolaire réalisant des stages en entreprise. La recherche-action porte une volonté d'innovation, soutenue d'une part par un processus de codéveloppement avec le personnel scolaire et, d'autre part, par la mobilisation d'une approche sensible au genre. L'article fait état du processus de codéveloppement, de l'innovation développée, de même que des obstacles qui sont apparus pendant le projet. Ces derniers se rapportent principalement à trois catégories : les compétences numériques du personnel enseignant et des élèves, la charge de travail et le soutien organisationnel influençant l'innovation numérique. Ces contraintes freinent la volonté d'innovation présente chez toutes les personnes participantes qui reconnaissent l'avantage des nouveaux outils et leur impact positif sur le travail. Les obstacles et dispositions seront présentés en perspective des facteurs systémiques qui les amplifient afin de réfléchir aux conditions nécessaires à l'innovation numérique en éducation.

Mots-clés : numérique, éducation, école secondaire, santé et sécurité au travail, recherche partenariale, innovation

ABSTRACT

In the context of digital transition and workforce shortage in education, teachers are looking for innovative tools to perform their work and optimize their actions. This context has led to an action-research study aiming to co-develop digital tools that foster work disability prevention among challenged students doing work placements. The study carries a desire to innovate, supported firstly by a co-development process with the school staff, and secondly by mobilizing a gender-sensitive lens. The article describes the co-development process, the innovations developed, and the obstacles that emerged during the project. These constraints fall mainly into three categories: the digital skills of teachers and students, the workload, and the organizational support influencing digital innovation. These constraints proved to be in opposition to the willingness to innovate present in all participants, who recognized the benefit of the new tools and their positive impact on their work. The obstacles and dispositions will be presented from the perspective of the systemic factors that amplify them in order to reflect on the conditions necessary for digital innovation in education.

Keywords: digital learning, education, high school, occupational health and safety, collaborative research, innovation

RESUMEN

En un contexto de transición digital y de escasez de mano de obra en la enseñanza, los profesores buscan herramientas innovadoras para realizar su trabajo y optimizar sus acciones. Es en este contexto que se ha puesto en marcha un proyecto de codesarrollo de herramientas digitales, cuyo objetivo es realizar tareas preventivas para la salud y la seguridad en el trabajo de estudiantes de educación especial que realizan prácticas en empresas. El proyecto tiene una voluntad innovadora, apoyada, por un lado, en un proceso de codesarrollo con el personal de la escuela y, por otro, movilizándolo una perspectiva sensible al género. El artículo informa sobre el proceso de codesarrollo, las innovaciones desarrolladas, así como



los obstáculos que surgieron durante el proceso. Estos últimos se clasifican principalmente en tres categorías: las competencias digitales de profesores y alumnos, la carga de trabajo y el apoyo organizativo que influye en la innovación digital. Estas limitaciones frenan la voluntad de innovar presente en todos los participantes, que reconocieron la ventaja de las nuevas herramientas y su impacto positivo en el trabajo. Las limitaciones y disposiciones se presentarán teniendo en cuenta los factores sistémicos que las amplifican con el fin de reflexionar sobre las condiciones necesarias para la innovación digital en educación.

Palabras clave: digital, educación, escuela secundaria, salud y seguridad en el trabajo, investigación en colaboración, innovación

1. Introduction

Les technologies numériques sont de plus en plus présentes dans les écoles québécoises et nord-américaines. Au Québec, cette situation s'explique notamment par les efforts du gouvernement pour intégrer les compétences numériques au cursus pédagogique des élèves (Ministère de l'Enseignement supérieur et ministère de l'Éducation, 2018; ministère de l'Éducation et ministère de l'Enseignement supérieur, 2020). Les avantages de l'aspect numérique sont recherchés par la majorité du personnel enseignant (Prestridge, 2012), mais des défis spécifiques subsistent, notamment en termes de compétences numériques, de soutien informatique local, d'infrastructures matérielles et d'organisation du travail (Buabeng-Andoh, 2012). Ces défis doivent être gérés au quotidien par le personnel enseignant, qui doit lui-même développer des compétences numériques afin de les transmettre aux élèves. Comme souligné par Villeneuve *et al.* (2012), les compétences numériques en enseignement englobent différents domaines, dont les connaissances numériques, les compétences techniques et l'intégration pédagogique en classe.

Au Québec, le virage numérique coïncide avec une transformation du marché de l'emploi en éducation caractérisée par une importante pénurie de personnel (Institut du Québec, 2019). Se rajoute à ce contexte la pandémie de 2020-2022 qui a accéléré l'usage du numérique, sans que les milieux soient nécessairement équipés pour soutenir le développement de compétences spécifiques (Boudokhane-Lima *et al.*, 2021).

Le personnel enseignant se retrouve donc dans une situation de transition rapide vers le numérique et d'imprévisibilité quant à l'évolution de son travail (Bérubé, Laberge et Tondoux, 2022). Ainsi, plusieurs parties prenantes du milieu demandent à être accompagnées et à contribuer au choix et aux façons d'utiliser les outils numériques innovants afin que celles-ci tiennent compte de leur activité de travail plutôt que de la contraindre. C'est une telle demande qui a guidé le projet de recherche-action ainsi que l'étude sur le codéveloppement présentés ici.



1.1 Contexte du projet de recherche-action

Notre équipe de recherche a amorcé en 2019 une recherche-action partenariale avec deux centres de services scolaires (CSS) offrant le Parcours de formation axée sur l'emploi (PFAE)¹. Les élèves de ce programme en alternance études-travail doivent obligatoirement réaliser des stages en entreprise. Le projet vise à soutenir, par le biais d'outils numériques innovants, l'activité enseignante de supervision des stages, puisque les enseignantes et enseignants du PFAE ont une formation initiale en adaptation scolaire ou en enseignement au secondaire qui les prépare très peu aux situations d'apprentissage en milieu de travail (Laberge, Tondoux, Camiré Tremblay, *et al.*, 2017). Cette responsabilité enseignante comprend le placement, la supervision et l'évaluation des élèves en stage, ce qui inclut la prévention de l'incapacité de travail (Laberge, Tondoux et Camiré Tremblay, 2017; Laberge, Tondoux, Camiré Tremblay *et al.*, 2017). La *prévention de l'incapacité de travail* comprend la prévention des lésions professionnelles ainsi que le développement des compétences de métier, soit deux conditions essentielles à l'intégration pérenne au marché du travail. Cette visée oblige notamment une prise en compte du sexe et du genre, puisque le marché de l'emploi est encore très ségrégué (tâches et compétences différentes), ce qui implique des expositions différentes aux risques de lésions professionnelles (Messing, 2021).

Cette recherche-action s'inscrit dans un cadre d'analyse développé en ergonomie de l'activité (Guérin *et al.*, 2021; St-Vincent *et al.*, 2011). Conforme à la tradition en ergonomie de conception (Daniellou, 2004), le projet a commencé avec la construction sociale (partenariats, négociations) et l'analyse de la situation initiale (description du travail réel) (Falzon, 2005). Par la suite, les contraintes et besoins reliés aux futurs outils ont été codéfinis avec le personnel enseignant, les développeurs et les chercheuses spécialisées en prévention de l'incapacité de travail.

Parmi les outils numériques codéveloppés, il y a un canevas de bloc-notes de classe, fonctionnant avec le logiciel Microsoft OneNote. La spécificité d'un bloc-notes de classe est la possibilité de partager des contenus avec les élèves via l'application Microsoft Teams. Le bloc-notes présente l'avantage d'être techniquement soutenu par les deux CSS participants, donc offre la possibilité d'avoir du soutien informatique en cas de difficulté, et ce, même après la fin du projet. Le bloc-notes permet d'insérer divers contenus dans un format semblable à un cartable avec séparateurs : texte, enregistrements vocaux, vidéos, fichiers, liens web, formulaires, tableurs, etc. Les fonctionnalités de ce logiciel permettent de répondre à plusieurs besoins nommés par le personnel enseignant, soit la centralisation et le partage efficace des informations, la synchronisation sur plusieurs appareils et le support de plusieurs types d'entrées de données. L'avantage de partir d'un logiciel existant était de se concentrer sur le contenu administratif et pédagogique. Le développement a donc porté sur le paramétrage de l'outil ainsi que sur la création et l'organisation de contenu (formulaires d'évaluation, activités d'apprentissage, informations sur le développement des compétences, suivi des présences en stage, aide-mémoire sur les risques, etc.).

Dans le présent article, nous définissons l'innovation comme une ressource nouvelle qui permet de faire les choses autrement (Capron Puozzo, 2016), ce qui fait de ce canevas de bloc-notes une innovation. En effet, il offre du matériel qui change la façon dont le suivi en stage est effectué. Le cas du codéveloppement du canevas et de son intégration dans le travail réel a permis de constater plusieurs des défis à l'innovation numérique nommés ci-haut, mais une analyse plus poussée était nécessaire afin de les situer selon les autres déterminants du travail et de trouver des pistes de solution.

¹ Pour plus d'information : Parcours de formation axée sur l'emploi | Ministère de l'Éducation et ministère de l'Enseignement supérieur. Consulté 14 juillet 2023, à l'adresse <http://www.education.gouv.qc.ca/index.php?id=33667&L=5>.



1.2 Cadre théorique de l'ergonomie constructive

Parmi les cadres théoriques phares en ergonomie constructive, celui de « l'environnement capacitant », est apparu comme porteur dans le processus de conception, centré à la fois sur l'activité enseignante et les besoins développementaux des élèves. En ergonomie, « la notion d'environnement capacitant traduit l'ensemble des conditions individuelles, techniques, organisationnelles et sociales nécessaires pour que le travail soit non seulement non délétère, mais aussi facteur de liberté et de progrès » (Pavageau *et al.*, 2007, p. 5). Ainsi, les outils devront, selon ce modèle, préserver la santé du personnel et des élèves, favoriser l'inclusion de tous et toutes, ainsi que permettre le développement des compétences, notamment les compétences numériques du personnel encadrant (école et entreprise) et les compétences professionnelles des élèves (Bellemare *et al.*, 2015). Idéalement, les outils devraient augmenter la marge de manœuvre du personnel enseignant et ainsi, mieux prévenir l'incapacité de travail auprès des élèves.

La marge de manœuvre enseignante comme facteur de succès des élèves peut se comprendre selon la théorie des capacités de Sen (2010). La théorie veut qu'une personne puisse réellement agir (liberté de choix) lorsque des facteurs de conversion (FC) permettent de transformer les ressources à disposition en fonctionnements effectifs (Falzon, 2013b; Oudet, 2012; Sen, 2010). Au contraire, l'absence de ces facteurs limite les possibilités d'agir des personnes et les régulations efficaces de l'activité. En d'autres mots, leurs « marges de manœuvre » s'en retrouvent affectées. Cette théorie sera également le cadre d'analyse pour mieux comprendre la mobilisation des innovations numériques dans le travail réel du personnel enseignant. Dans la présente étude, nous offrons la même ressource initiale à tous nos participants et à toutes nos participantes, soit le canevas du bloc-notes de classe codéveloppé dans le projet.

1.3 Objectif

La recherche-action vise à soutenir l'activité enseignante de supervision des stages, afin de prévenir l'incapacité de travail des élèves, par le biais d'outils numériques innovants. Cela étant dit, les données riches et nombreuses de ce projet étaient une opportunité d'interroger les éléments contextuels pouvant influencer l'adoption d'innovations numériques dans le milieu de l'éducation, et le numéro spécial de la revue *Médiations et médiatisations* a offert un environnement propice à ces analyses. Ainsi, cet article vise à identifier les obstacles et leviers pouvant représenter des FC influençant la mobilisation de l'outil numérique codéveloppé (ressource) dans un contexte de recherche-action au PFAE. L'article présentera des pistes de réflexion pour réaliser de tels projets dans un contexte où les partenaires sont surchargés.

2. Méthodologie

2.1 Devis et positionnement

Dans cette recherche-action, les paradigmes de l'ergonomie de l'activité (Guérin *et al.*, 2021; St-Vincent *et al.*, 2011), de l'ergonomie constructive (Falzon, 2013a) et de l'ergonomie de conception (Daniellou, 2004) ont été mobilisés. Ces paradigmes impliquent un codéveloppement des outils avec des parties prenantes ayant différentes perspectives, objectifs et besoins. Elles se prononcent toutes sur les solutions envisageables et les testent selon diverses modalités (simulation, expérimentation, intégration dans le travail réel).



Afin de stimuler l'innovation, deux approches ont été utilisées : une approche sensible au genre et un processus de codéveloppement multidisciplinaire. Aller à l'encontre des représentations majoritaires de genre a été exploré avec succès par d'autres équipes de recherche pour stimuler l'innovation (Källhammer et Wikberg-Nilsson, 2011; Schiebinger, 2014). Dans notre cas, cela se traduit, par exemple, par la création de personnages féminins apprenant des métiers typiquement masculins pour les activités pédagogiques. Comme mentionné plus haut, la division sexuée et genrée à l'école et dans les milieux de travail (Collet, 2016; Messing, 2021) rendait la prise en compte de cette dimension pertinente à intégrer tant dans la démarche que dans les contenus et les modalités d'usage. De même, l'analyse sensible au genre des dynamiques de mobilisation des innovations (ex. : profession féminine, rôles genrés dans la profession) a permis un regard plus systémique sur les obstacles ou les dispositions à utiliser l'innovation.

Par ailleurs, cette recherche-action implique de multiples personnes qui portent un vécu, des expertises, et des positionnements variés (Fossey *et al.*, 2002). Les chercheuses impliquées dans la recherche-action s'appuient sur les cadres théoriques développés en ergonomie constructive qui permettent de faire des liens entre le travail et le développement humain (Falzon, 2013a). Le personnel enseignant combine des cadres théoriques pédagogiques et de didactique professionnelle pour guider les élèves dans l'apprentissage en milieu de travail (Chatigny, 2022). Les responsables des milieux de stage sont influencés par des cultures et des normes professionnelles propres à leurs métiers (Lémonie et Chassaing, 2013). Finalement, l'équipe de développement des outils numériques s'inspire de méthodologies en génie informatique, notamment des principes de conception agile (Abrahamsson *et al.*, 2017). Cette multiplicité des approches, cadres et cultures professionnelles favorise l'innovation en confrontant les différentes perspectives et croyances (Källhammer et Wikberg-Nilsson, 2011; Schiebinger et Schraudner, 2011). De plus, l'implication des futurs utilisateurs et futures utilisatrices a été considérée comme une condition essentielle à l'harmonisation des outils avec le travail réel, ce qui est reconnu en ergonomie comme une condition de l'innovation : « Pour qu'une innovation fonctionne, elle doit trouver des points d'ancrage dans le milieu, se rattacher à des phénomènes idéels qui lui préexistent, et qui sont le plus souvent remis en mouvement par l'objet technique » (Béguin, 2007, p. 111).

2.2 Personnes participantes

Le projet impliquait quatre enseignants et six enseignantes au PFAE répartis dans deux CSS, de manière à obtenir un échantillon de convenance à variété maximum selon le genre, l'âge, l'expérience et le type d'élèves. Ces personnes ont été recrutées avec l'aide des conseillères pédagogiques. Un participant a abandonné après deux ans en raison d'un manque de soutien scolaire pour s'approprier le canevas, malgré son grand intérêt pour les outils développés. Le tableau 1 présente trois caractéristiques individuelles pouvant influencer l'adaptation au changement et la transition numérique dans le travail (Buabeng-Andoh, 2012; Pera *et al.*, 2022; Sun et Zhang, 2006).



Tableau 1

Caractéristiques des personnes participant à l'étude

Code	Genre	Niveau d'aisance numérique en début de projet ¹	Expérience au PFAE
Ens.1	Femme	Moyen	13 ans
Ens.2	Femme	Faible	15 ans
Ens.3*	Homme	Élevé	2 ans
Ens.4	Femme	Élevé	5 ans
Ens.5	Femme	Faible	< 1 an
Ens.6*	Homme	Élevé	3 ans
Ens.7	Femme	Moyen	4 ans
Ens.8	Homme	Moyen	6 ans
Ens.9	Femme	Moyen	3 ans
Ens.10, abandon	Homme	Faible	10 ans

Note.

Colonne « Code » : *Enseignant ayant un mandat officiel en technopédagogie au sein de son établissement.

Colonne « Niveau d'aisance » : A été évalué en tenant compte de l'activité de travail (observations, verbalisations) et à la suite de plus d'un an de collaboration avec ces personnes. Nous avons basé les évaluations sur trois critères : l'utilisation initiale d'outils numériques, l'auto-évaluation des personnes et leur besoin d'assistance en début d'implantation des outils.

- Faible : utilise peu d'outils numériques dans son activité professionnelle, verbalise un niveau débutant ou un manque de confiance, et demande de l'assistance fréquente pour les opérations courantes.
- Moyen : utilise quelques outils numériques dans son activité professionnelle, manifeste un manque de confiance seulement face aux nouveautés et est autonome pour les opérations courantes.
- Élevé : utilise plus d'outils numériques que la moyenne dans son activité professionnelle, innove dans leur implantation, aide les collègues lors des réunions d'expérimentation, et est majoritairement autonome face à la nouveauté.

Signification des couleurs : mauve : CSS 1; orange : CSS 2

2.3 Collecte des données

Plusieurs sources de données ont été exploitées. Premièrement, les réunions de codéveloppement du canevas du bloc-notes, rassemblant enseignants et enseignantes, conseillères pédagogiques, conseillers technopédagogiques et membres de l'équipe de recherche, ont fait l'objet de comptes-rendus systématiques. Ces procès-verbaux détaillés ont associé chaque intervention à une personne dans l'ordre chronologique. Ces réunions ont eu lieu d'octobre 2021 à février 2023, en personne ou en visioconférence. Elles pouvaient durer d'une à trois heures et, pour chaque CSS, il y a eu quatre rencontres. Les discussions semi-dirigées se déroulaient autour d'un artefact – ou objet intermédiaire – pouvant être un outil existant, des données brutes, des résultats préliminaires, des prototypes ou des journaux de bord (Barcellini, 2017; Darses *et al.*, 2004). Chaque personne réagissait aux présentations, générant des échanges sur les nuances, avantages, désavantages et solutions alternatives. L'équipe de recherche proposait des questions de relance au besoin.



Deuxièmement, chaque séance d'essai/rétroaction avec le personnel enseignant a été enregistrée, puis transcrite (9 séances finales) ou synthétisée (11 séances intermédiaires de codéveloppement). Il y avait deux membres de l'équipe de recherche à la plupart de ces rencontres (AT et MB) qui ont eu lieu en visioconférence ou en présentiel, selon la préférence de la personne participante et l'objectif de la rencontre. Les séances intermédiaires, d'une durée d'environ une heure et demie, étaient semi-dirigées. Les questions de l'entretien portaient sur le processus de familiarisation, l'utilisation jusqu'à présent, les défis techniques et les besoins non satisfaits. Elles se terminaient généralement par une période d'assistance technique personnalisée offerte par AT. Les séances finales, quant à elles, étaient dirigées et comprenaient trois parties : une démonstration libre de l'utilisation réelle, un test guidé avec des tâches spécifiques à accomplir – ou à discuter si un élément n'avait pas été mobilisé dans le travail réel – et une évaluation de l'utilisabilité à l'aide du *System Usability Scale* (SUS) (Lallemant et Gronier, 2018). Étant donné le petit échantillon, le SUS a été utilisé comme outil de verbalisation plutôt que dans sa forme autoadministrée standardisée.

Finalement, les journaux réflexifs tenus par les membres de l'équipe ont servi à confronter les réflexions tout au long du projet, notamment sur les rôles, relations et institutionnalisation du genre dans les rapports à l'innovation. Les journaux comprenaient la date des événements (rencontres, analyses, lectures, etc.), les personnes présentes, les objectifs, les déroulements et les impressions personnelles.

2.4 Analyses

Les transcriptions verbatim des neuf séances finales ont été importées dans le logiciel NVivo. Une analyse thématique en continu et semi-inductive a été réalisée, c'est-à-dire que les thèmes n'étaient pas définis par avance, mais des cadres théoriques précis (ergonomie de l'activité; environnement capacitant; théorie des capacités) et une question de recherche circonscrite ont guidé l'émergence de thèmes à partir de petites unités de sens. Les étapes suivies étaient inspirées de celles présentées par Paillé et Mucchielli (2021). Le but était de cibler comme thèmes des facteurs de conversion potentiels ayant influencé l'implantation du canevas, considéré comme une ressource selon la théorie des capacités. Les facteurs de conversion étaient induits selon le modèle de l'environnement capacitant : conditions individuelles, techniques, organisationnelles et sociales. Leur effet sur la marge de manœuvre était ensuite analysé selon les concepts de l'ergonomie de l'activité.

Dans un second temps, les comptes-rendus (réunions de codéveloppement et séances intermédiaires) et les journaux de bord ont été utilisés pour contextualiser certains choix de conception et pour confirmer les besoins qu'ils visaient à combler. Ils ont également été utilisés pour retracer le cheminement de familiarisation avec les outils numériques par les personnes participantes en tenant compte du genre lorsque cela s'avérait pertinent. La première autrice a mené les analyses et les résultats préliminaires ont été discutés en groupe.

3. Résultats

Les résultats sont présentés de manière à illustrer d'éventuels facteurs de conversion, leviers ou obstacles, pour la mobilisation de la ressource « canevas du bloc-notes ». Cela permettra de déterminer les marges de manœuvre présentes ou absentes pour mobiliser les outils développés.



3.1 Compétences numériques

Le bloc-notes a été choisi pour centraliser plusieurs items (activités pédagogiques, communications et informations) à la suite de l'évocation initiale par les enseignantes et enseignants lors des rencontres de codéveloppement du besoin d'avoir tout sous la main, accessible et regroupé. Ainsi, le canevas codéveloppé regroupait une quantité considérable de groupes de sections, de sections et de pages. Malheureusement, cela a fait en sorte que, même après deux mois d'utilisation hebdomadaire, plusieurs individus avaient de la difficulté à s'y retrouver :

Je suis quasiment gênée tout à coup. OK, donc, ici, ici, parfait. Donc section *enseignant uniquement* ... et là je ne comprends pas, ici, où je suis exactement. Donc c'est ce qui vient me mélanger. (Ens.1)

Le volume d'information et l'arborescence à plusieurs niveaux étaient des obstacles de taille, mais surmontables par la mise en place de certaines stratégies. La majorité des personnes (7/9) ont sélectionné quelques fonctionnalités qu'elles jugeaient les plus pertinentes et ont seulement utilisé celles-ci. Ces personnes ont adapté l'outil à leurs besoins les plus urgents. Ainsi, lorsqu'elles naviguaient dans leur bloc-notes avec pour seule consigne de montrer ce qu'elles avaient fait jusqu'à présent, la navigation était souvent sans accroc. Une autre stratégie, mise en place par une participante à un point intermédiaire, a été de fragmenter le contenu du canevas et de redistribuer les fichiers dans ses dossiers d'ordinateur, s'appropriant d'abord le contenu avant les connaissances du logiciel (Ens.5).

Les éléments plus complexes, comme les imbrications de documents ou de logiciels, ont souvent été délaissés pour des raisons de compétences numériques :

Dans le fond, parce qu'ils sont tous interreliés, le sondage Forms, [Teams et le Bloc-notes], c'est comme complexe. On dirait que je ne trouve pas ça si facile de chercher l'information, parfois on dirait que je me perds. (Ens.8)

Par peur d'une erreur de manipulation, les personnes participantes choisissaient de ne pas utiliser certaines fonctionnalités. Deux participantes ont ainsi choisi de ne pas partager de pages du bloc-notes avec leurs élèves par crainte de leur donner accidentellement accès à des notes personnelles contenant des informations confidentielles.

De plus, les compétences numériques des élèves étaient vues comme un obstacle à l'implantation de certains outils, comme en témoigne Ens.3, qui a un rôle officiel en technopédagogie :

Je remarque de plus en plus leur grand manque, l'écart au niveau de la capacité à naviguer sur internet, sur les logiciels. On pense que les élèves sont très bons avec les technos, mais ils sont bons sur TikTok, et sur internet pour aller trouver des chanteurs ou des affaires de même. Mais quand tu viens pour naviguer sur différentes plateformes c'est vraiment un clash. Ils ont de la misère. (Ens.3)

Les personnes participantes ont suggéré différentes formes d'assistance pour compenser le manque de compétences numériques initiales (facteurs de conversion techniques ou organisationnels). Celles ayant plus de compétences initiales mentionnaient principalement des outils d'autoapprentissage, comme des tutoriels vidéo ou des listes d'étapes à suivre (3/9). Ces personnes démontraient déjà une bonne aisance avec l'outil, mais souhaitaient intégrer davantage de fonctionnalités à leur activité. Les personnes moins expérimentées avec la technologie (4/9) ont rapporté avoir besoin d'une assistance humaine et personnalisée, à tout le moins au moment de la prise en charge initiale de l'outil. Ces personnes ont



reconnu que les séances d'aide offertes par l'équipe de recherche avaient été déterminantes pour persister dans leur familiarisation. Elles semblaient douter qu'un tel accompagnement technopédagogique soit réaliste à l'extérieur de l'environnement artificiel du projet.

En d'autres mots, le manque de compétences numériques chez le personnel enseignant et les élèves a représenté un obstacle à l'utilisation des outils. Plusieurs personnes participantes ont décidé de réduire considérablement le nombre de fonctionnalités utilisées, ce qui fait en sorte que le canevas ne répond plus aussi intégralement aux besoins mentionnés au début du codéveloppement.

3.2 Charge de travail et priorités

Le manque de temps et la surcharge de travail ont été identifiés par six personnes participantes comme un important obstacle à l'utilisation efficiente des outils :

J'ai de la difficulté avec le partage avec les étudiants, cette section là je la trouve difficile. Puis je n'ai pas eu le temps de me l'approprier comme il faut. Donc c'est à cause de cet élément-là. La question de collaboration, de partage, je pense que quand je vais l'avoir intégrée ça va être pertinent. (Ens.8)

Le bloc-notes peut rapidement devenir complexe : les nombreuses ramifications et chemins d'accès nécessitent parfois des heures de manipulation pour organiser l'environnement selon sa propre logique de classification. Étant donné la surcharge de travail, ce temps n'était pas disponible pour plusieurs. Deux participantes ont mentionné avoir préparé leur espace virtuel pendant leurs vacances estivales en raison de cette surcharge de travail constante. Pourtant, le projet de recherche prévoyait un budget de dégagement de tâches, notamment pour payer du personnel de suppléance pendant que les enseignantes et enseignants se familiarisaient avec les outils. Deux personnes ont refusé de tirer profit de cette mesure en raison de la pénurie de main-d'œuvre et de leur souci de demeurer présentes auprès de leurs élèves, dont certains peuvent être déstabilisés par le roulement du personnel. Finalement, il était tellement difficile de se faire remplacer que toutes les personnes ont travaillé au projet sur leur temps personnel.

La charge de travail a conduit le personnel enseignant à prioriser les tâches. Ainsi, l'enseignement des fonctionnalités des outils numériques aux élèves a été jugé secondaire dans leurs priorités de formation (en comparaison à la modélisation des tâches en milieu de travail, par exemple) :

Mais honnêtement, ce n'est pas une question de paresse. Je trouve tellement que je dois travailler sur plein d'autres niveaux avec ces élèves là, ce n'est pas juste un manque de volonté de ma part. Ce que vous avez fait, et la façon dont tu me l'as fait, c'est simple, c'est facile à utiliser. Ce n'est pas que je ne voulais pas aller investiguer plus. J'avais tellement d'autres affaires à aborder avec eux. (Ens.5)

Il y a donc une compétition d'enjeux et l'innovation n'est pas priorisée. Ces activités empêchées par manque de temps ont généré un sentiment d'échec chez trois personnes, étant donné leur volonté de participer :

Quand notre réalité nous rattrape tout le temps, quand on gère autre chose que ce qu'on veut faire... le nombre de fois que je n'ai pas fait ce que je voulais parce que je devais gérer autre chose, c'est ça qui est difficile. (Ens.1)



Malgré tout, un enseignant a trouvé que former les élèves au bloc-notes et mobiliser les activités du canevas était un bon investissement de son temps :

Je veux prendre vraiment le temps de bien les former, qu'ils arrivent l'année prochaine et qu'ils soient capables d'utiliser leur application. (Ens.6)

Finalement, après avoir pris le temps de se familiariser avec le logiciel et le canevas, toutes les personnes participantes ont mentionné avoir fortement apprécié l'outil :

Je n'avais pas le temps de le configurer, mais une fois que la job de bras est faite et que c'est configuré, je trouve ça vraiment cool à utiliser. (Ens.9)

Ils permettent même à certaines personnes (3/9) de gagner du temps et d'ajouter des activités moins prioritaires au cursus, par exemple en proposant de visionner des capsules vidéo, déposées dans l'outil, à domicile. L'outil semble ainsi augmenter la marge de manœuvre enseignante une fois implanté.

3.3 Soutien organisationnel à l'innovation

Outre le manque de temps, plusieurs personnes participantes ont rapporté des difficultés importantes à l'utilisation de l'outil liées à l'organisation du travail et aux décisions administratives.

D'abord, les CSS ne fournissent pas systématiquement un téléphone avec des données Internet aux enseignantes et enseignants du PFAE, même à ceux qui se promènent d'un milieu de travail à un autre trois jours par semaine. Cette décision est surprenante, puisqu'ils doivent constamment appeler des collègues, accéder aux portails scolaires à distance, consulter le GPS pour se rendre aux entreprises, prendre des notes à distance, etc. (Bérubé, Laberge et Tondoux, 2022). Il est certain que cela représente un obstacle à l'utilisation des outils créés dans le cadre de la recherche-action.

Par ailleurs, plusieurs démarches administratives longues et pénibles ont expliqué des retards dans le projet et du découragement chez les personnes participantes. Par exemple, l'achat des tablettes pour participer à la recherche-action a pris des mois à se conclure; idem pour les démarches de remboursement du temps de participation. L'assistance informatique a été difficile à obtenir pour le démarrage des appareils et pour les personnes participantes qui avaient besoin de plus de soutien tout au long du projet, puisque ce service était lui-même en sous-effectif. C'est d'ailleurs cette raison qui a fait abandonner Ens.10.

Sur le plan du matériel pour les élèves, deux personnes ont rapporté que les équipements de l'école étaient désuets ou difficiles d'accès, ce qui a été un obstacle à la mise en place d'activités numériques :

Il n'y a qu'on a un seul local d'informatique fonctionnel. Pour le reste ce sont des flottes de portables, mais moi je suis au deuxième étage, donc il faut que je calcule mes affaires, parce qu'ils sont en bas. Il faut aller prendre l'ascenseur, il faut que j'aie le temps... donc souvent si le local d'informatique n'est pas libre, je ne peux pas. (Ens.7)

À ce titre, Ens.7 nous a demandé de lui donner les activités pédagogiques proposées dans un format imprimable en plus des pages du bloc-notes.



Finalement, mentionnons la grande disparité dans les approches des écoles par rapport au numérique, incluant celles dans un même CSS. Alors que certaines personnes participantes rapportaient réaliser la presque totalité des activités en classe à l'aide du numérique, une autre participante (Ens.9) rapportait que son école avait mis en place une nouvelle politique limitant l'utilisation des téléphones portables par les élèves. Ainsi, Ens.9 n'a pas pu solliciter la participation des élèves avec leur propre téléphone portable et devait chaque fois réserver une flotte de tablettes ou faire les démonstrations sur un tableau blanc interactif. Une telle différence dans les politiques des établissements n'avait pas été envisagée initialement et soulève des questions pour la valorisation des innovations.

3.4 Régulation collective de l'innovation

La conduite de la recherche-action a permis de nombreuses rencontres entre des personnes plus ou moins expérimentées avec le numérique. Ces rencontres pouvaient contribuer au partage de trucs, astuces ou façons de mobiliser les outils développés. Pour les personnes novices, cela a été perçu comme très favorable pour accélérer la familiarisation avec les outils, alors que pour les personnes expérimentées, le fait d'aider sur des questions pointues les amenait à chercher de nouvelles façons de procéder, action également bénéfique pour leur développement. Même entre personnes novices uniquement, les échanges ont été perçus comme des facilitateurs à la familiarisation. C'est les cas d'Ens.2 et Ens.1, collègues dans la même école, qui se sont soutenues tout au long du projet. Ces deux participantes parlaient régulièrement des outils et essayaient de résoudre les problèmes identifiés ensemble, préservant ainsi leur estime personnelle et renforçant mutuellement leur sentiment d'efficacité.

Pour les participants et participantes de la même école, les mécanismes formels de régulation collective ont été jugés bénéfiques. Ens.5 (novice) et Ens.6 (expert, mandat en technopédagogie) ont multiplié les rencontres de soutien, même en dehors du projet de recherche. Ces rencontres ont contribué au partage de méthodes de travail et à l'émergence de nouvelles stratégies collectives. L'implantation et le codéveloppement d'outils numériques permettent donc un développement plus large de l'activité enseignante qui dépasse les compétences numériques.

Bien que la régulation collective de l'activité soit perçue comme un catalyseur de la mise en place d'innovations, celle-ci nécessite également du temps :

Je trouvais tellement que [le tableau de supervision] de [Ens.1] était beau, mais on n'a pas eu le temps de s'asseoir ensemble pour qu'elle m'aide à le faire, parce que là j'attendais comme tout le temps que ça arrive. (Ens.2)

Ainsi, un participant (Ens.8) propose l'ajout de quelques journées pédagogiques consacrées à la mise en place des outils innovants en collaboration avec tous les collègues, puisqu'il considère qu'ils seront plus efficaces s'ils sont partagés par toute l'équipe.

3.5 Engouement pour l'innovation

Malgré les nombreux obstacles à l'innovation nommés précédemment, la volonté d'améliorer les pratiques et l'engouement pour l'innovation ont été fortement ressentis tout au long du projet.

Les personnes participantes sont souvent intervenues pour souligner la pertinence des outils proposés. La valeur ajoutée de nombreuses fonctions a été validée, telle que l'accessibilité, la centralisation, le stockage et la récupération des données utiles à la supervision des stages et à la prévention de l'incapacité de travail. L'outil offre une manière simplifiée de recueillir une très grande quantité et variété d'informations



en plus d'avoir des fonctionnalités qui permettent de les partager en temps réel. Trois personnes rapportent que le bloc-notes a facilité les communications avec d'autres intervenants scolaires. Ainsi, la plateforme est adaptée à un suivi complet du cheminement des élèves et facilite la collaboration :

Si la direction a une rencontre avec un jeune et un parent, il faut qu'elle ait accès à tout. Si elle veut justifier qu'on arrête son stage, il faut qu'elle ait accès tout de suite à ses heures de stages et tout. (Ens.1)

Les activités pédagogiques ayant trait à la santé et sécurité du travail ont également été très appréciées par le personnel enseignant, qui n'est pas spécialiste du sujet. Elles offraient un point de départ pour aborder ce thème, mais aussi pour réinvestir le sujet dans diverses activités pédagogiques et réflexives. Deux personnes mentionnent que le support numérique permet de facilement visualiser certains concepts qui peuvent être abstraits pour les élèves (ex. : montrer un environnement de travail unique à toute la classe grâce aux photos insérées dans le bloc-notes, montrer la différence entre les heures de stages cumulées par un élève qui s'absente et un qui est ponctuel).

Par ailleurs, deux participantes nous mentionnaient qu'arriver en supervision de stage avec une tablette qui comprend tous les outils et les informations de suivi est beaucoup plus simple que de jongler avec un téléphone et un énorme cartable :

Cette année, je traîne la tablette, ça fait professionnel je trouve, puis je me le fais dire. Donc c'est super le fun. (Ens.4)

Cet attrait pour le numérique et l'image professionnelle qu'il projette suscitent une grande motivation. Dans un contexte surchargé et parsemé d'obstacles, il semble important que les outils offerts soient cohérents avec l'activité de travail du personnel enseignant. Malgré l'impression que les outils demandent un temps de familiarisation substantiel, tous et toutes reconnaissent que la valeur ajoutée justifie le temps d'investissement initial.

4. Discussion

4.1 Facteurs de conversion (FC) à la mobilisation des innovations numériques

La présente recherche-action a permis de dégager plusieurs FC se posant en obstacles ou en facilitateurs de la mobilisation de l'innovation numérique en éducation, récapitulés au tableau 2.

Tableau 2

Résumé des facteurs de conversion identifiés qui influencent les projets en innovation numérique

Types de FC*	FC identifié dans l'étude
Individuel	Compétences numériques du personnel enseignant
	Compétences numériques des élèves
	Engouement du personnel enseignant pour l'innovation
Technique	Équipement numérique fonctionnel et suffisant
	Fiches ou formations d'autoapprentissage pour chaque outil
Organisationnel	Formations personnalisées au numérique
	Temps réservé pour la familiarisation avec les outils numériques
	Structures formelles de collaboration pour l'innovation numérique



Types de FC*	FC identifié dans l'étude
	Politique-école à propos du numérique
	Structure salariale pour compenser la participation à un projet numérique innovant
Social	Régulation collective du travail et entraide entre collègues
	Soutien de la direction scolaire
	Soutien informatique et technopédagogique pour accompagner la familiarisation

Note. *Catégories inspirées de la définition de Pavageau *et al.* (2007)

Dans cette recherche-action, le personnel enseignant a démontré un engouement marqué pour l'innovation, caractérisé par une volonté d'améliorer sa pratique et d'optimiser son temps, mais d'autres facteurs peuvent moduler la capacité à innover et à transformer le travail (Billett, 2002). Notamment, nos résultats ont démontré que le collectif de travail est un FC fort pour implanter une innovation numérique, et d'autres recherches présentent des résultats similaires. Gilbert *et al.* (2021) ont démontré que l'établissement, les collègues, les élèves et l'environnement scolaire sont des facteurs qui influencent l'innovation, au même titre que l'individu. Pavageau *et al.* (2007), quant à elles, soutiennent que la qualité des formations et l'entraide sont indispensables pour favoriser l'adaptation au changement et protéger la santé. De plus, certains mécanismes d'action par lequel le collectif de travail influence l'innovation numérique, et vice versa, ont pu être soulignés dans cet article.

Comme illustré dans le thème *Soutien organisationnel à l'innovation*, les organisations scolaires tentent de mettre en place les conditions nécessaires à l'innovation, mais ces mesures sont souvent insuffisantes, par exemple donner un téléphone aux personnes qui supervisent les stages du PFAE, mais ne pas inclure un forfait avec des données mobiles. Ce contexte amplifie également l'obstacle occasionné par les faibles compétences numériques, puisque c'est le manque de ressources humaines en technopédagogie qui oblige le personnel enseignant à s'appropriier les outils en autonomie, malgré son désir d'accompagnement. Le manque de facilitateurs organisationnels pour l'innovation numérique réduit les possibilités de changement réel offertes par les nouveaux outils :

Toute intervention qui développerait les marges de manœuvre internes des acteurs sans travailler la tolérance du milieu nécessaire à leur expression (marges de manœuvre externes) conduirait à fabriquer de l'activité empêchée (Clot, 1999) et donc à une plus grande souffrance des travailleurs. (Coutarel et Petit, 2013, p.180)

Ainsi, il faut envisager l'évolution des outils dans un cadre dynamique avec l'évolution des organisations, ce qui implique que les CSS devront eux aussi transformer leurs pratiques pour permettre l'intégration du numérique (Brousseau et Rallet, 1997). Les directions adjointes au PFAE auront certainement un rôle à jouer dans ces changements, mais notre récente étude démontre qu'elles ont elles-mêmes une faible marge de manœuvre pour modifier l'organisation du travail (ce sera éventuellement l'objet d'un prochain article). Il importe donc d'interroger les facteurs institutionnels et systémiques qui engendrent ces marges de manœuvre.

De plus, la souffrance dont parle Coutarel et Petit (2013) a été observée pendant le projet en raison du manque de temps pour utiliser les outils et participer activement à leur développement. Ces situations ont été considérées comme des « moments éthiquement importants » (Guillemin et Gillam, 2004). L'équipe et les personnes participantes concernées ont réévalué le niveau d'implication acceptable afin de préserver leur santé tout en conservant un sentiment d'efficacité personnelle. Pour cela, chaque personne impliquée dans le projet a pu déterminer son niveau de participation, faisant de ce concept un spectre plutôt qu'une dichotomie (Darses et Reuzeau, 2004; Hand *et al.*, 2019). L'impact de ces niveaux de participation



différenciés reste inconnu, et il serait pertinent de se pencher sur cette question étant donné la persistance de la surcharge de travail dans les systèmes d'éducation.

Il n'est pas surprenant que la charge de travail soit un FC à l'innovation numérique, plus souvent présenté comme un obstacle. La surcharge est depuis longtemps un obstacle à l'innovation scolaire (Collinson et Fedoruk Cook, 2001), en plus d'être un facteur influençant l'implantation des technologies numériques en milieu scolaire (Buabeng-Andoh, 2012). Cette source de contrainte, aggravée par la pénurie de main-d'œuvre et la pandémie, a eu des répercussions non seulement sur les projets innovants, mais aussi sur le travail quotidien du personnel enseignant. L'apport de cette nouvelle étude est de mettre cet obstacle en relation avec les mécanismes de priorisation des tâches, précisant ainsi les pistes d'action.

Afin de garantir le succès de l'intégration d'outils numériques dans les écoles, il faudra aborder les obstacles à leur mobilisation mentionnés dans cette étude, en plus de considérer leurs mécanismes et interactions. Étonnamment, plusieurs de ces obstacles sont similaires à ceux identifiés dans une étude qui date de 2001 : parmi les dix plus importants, on retrouvait la difficulté d'avoir accès aux ordinateurs, le manque de compétences du personnel enseignant, le manque de temps enseignant et le manque d'assistance technique (Pelgrum, 2001).

4.2 Le genre : une réflexion systémique

Dans le cadre d'un processus réflexif transversal, l'équipe s'est également positionnée au sujet de certains FC plus systémiques au sein de l'environnement de travail étudié. Dans le projet, il a été observé que le personnel enseignant déploie toutes sortes de stratégies pour assurer le succès des élèves en stage, qui parfois s'opposent aux impératifs d'utilisation du numérique. Cette observation nous paraît refléter des attentes tacites souvent imposées aux métiers typiquement féminins, comme ceux de l'éducation. Cau-Bareille (2016) a identifié ce problème qu'elle nomme « sur-engagement professionnel » et en dit ceci :

Certes, les enseignant.e.s peuvent refuser ces tâches supplémentaires, mais nous verrons qu'une telle posture peut avoir des conséquences sur leur activité et leurs conditions de travail, car cela ne correspond pas à l'implication attendue par les chefs d'établissement, par l'institution. (Cau-Bareille, 2016, p.10)

Le personnel enseignant est soumis à une pression institutionnelle, voire systémique, de s'investir pleinement auprès des élèves, sans tenir compte des activités connexes bénéfiques à long terme, telles que l'adoption d'un outil pour optimiser le temps. Cette contrainte est souvent ressentie plus intensément par les personnes ayant un rôle central dans leur structure familiale, généralement les femmes (Cau-Bareille, 2016).

Par ailleurs, il est intéressant de noter que les deux enseignants participant au projet qui sont identifiés comme étant des ressources en technopédagogie dans leurs écoles sont des hommes. Il est possible que les hommes occupent plus souvent ce type de poste, qui implique des formations supplémentaires, par intérêt ou par opportunité. Cette situation pourrait contribuer à un écart entre les compétences numériques des femmes et des hommes, comme le montrent certaines études (Jiménez-Hernández *et al.*, 2020; Krumsvik *et al.*, 2016), bien que des nuances soient nécessaires quant aux domaines de compétences pour lesquels ces écarts existent (Guillén-Gámez *et al.*, 2021). Dans un même ordre d'idées, le seul homme qui avait un niveau d'aisance faible au départ est celui qui a abandonné en constatant le manque d'assistance technique. Les enseignants ayant un faible niveau d'aisance numérique pourraient donc être particulièrement vulnérabilisés si la fracture numérique s'élargit dans le système de l'éducation (Vendramin et Valenduc, 2006). Ces différences devraient être considérées dans le cadre d'actions pour améliorer l'assistance technique et l'offre de formation.



4.3 Limites de l'étude

Les résultats de cette étude pourraient varier selon l'établissement scolaire et le type d'outil développé, ce qui limite l'étude à son contexte spécifique. De plus, une évaluation plus standardisée des compétences numériques et une triangulation avec d'autres données auraient pu permettre de mieux situer les conclusions selon les profils enseignants et les formations suivies. Les autres limites de cette étude sont celles inhérentes à un devis de recherche-action. Notamment, l'élaboration des questions de recherche a été réalisée à partir des besoins réels du milieu plutôt que selon un protocole préétabli, ce qui peut causer des angles morts dans les données collectées et conclusions tirées. Cependant, la relation de confiance construite sur quatre ans avec les personnes participantes a permis de recueillir des données longitudinales inédites sur la perception de l'intégration d'un outil numérique codéveloppé selon leurs besoins.

5. Perspectives et conclusion

Cet article souligne les FC pouvant influencer la conversion d'une ressource numérique en fonctionnement effectif dans le milieu de l'éducation. Le personnel enseignant a un intérêt marqué pour l'innovation, la recherche partenariale et l'intégration du numérique, ce qui est un levier majeur pour autant que les outils développés tiennent compte des besoins réels et représentent une valeur ajoutée.

Toutefois, plusieurs obstacles systémiques et institutionnels subsistent et doivent être considérés pour permettre l'innovation numérique. Il faut que l'organisation scolaire évolue en parallèle de l'implantation des outils numériques, tant du point de vue organisationnel et technique qu'humain. Afin que les FC identifiés deviennent des facilitateurs aux projets d'innovation numérique en milieu scolaire, nous proposons cinq axes d'action :

- 1) consacrer du temps enseignant à la familiarisation avec les outils numériques;
- 2) ajouter des périodes consacrées à la collaboration numérique;
- 3) repenser les services informatiques afin de modifier/différencier l'offre de formation et d'accompagnement;
- 4) faciliter le processus pour obtenir un matériel informatique adéquat, selon les besoins de chacun;
- 5) réduire les inégalités systémiques dans le réseau de l'éducation, spécifiquement celles qui amplifient la fracture numérique.

6. Remerciements

Les autrices tiennent à remercier les personnes qui ont évalué ce manuscrit pour leurs commentaires et les personnes ayant collaboré à la recherche, notamment Denys Denis pour ses nombreuses contributions au projet.

Cette étude a été financée par l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail (IRSST), Québec, Canada / (#2018-0001).

La première autrice a reçu un soutien financier du FRQ-SC (bourse de doctorat 2022-2023 – 310683).



Liste de références

- Abrahamsson, P., Salo, O., Ronkainen, J., et Warsta, J. (2017). *Agile Software Development Methods: Review and Analysis*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1709.08439>
- Barcellini, F. (2017). Intervention Ergonomique Capacitante : Bilan des connaissances actuelles et perspectives de développement. *Activités*, 14(14-2).
- Béguin, P. (2007). Prendre en compte l'activité de travail pour concevoir. *Activités*, 4(4-2).
- Bellemare, M., Ledoux, E., et Caroly, S. (2015). Ergonomie et conduite de projets. *EMC Pathologie professionnelle et de l'environnement*, 16.
- Bérubé, M., Laberge, M., et Tondoux, A. (2022). Insertion d'outils de communication numériques dans le travail du personnel enseignant superviseur de stages : Risques émergents et facteurs de vulnérabilité. *Actes du 56^e Congrès de la SELF, Vulnérabilités et risques émergents : penser et agir ensemble pour transformer durablement*. 56^e Congrès de la SELF, Genève.
- Billett, S. (2002). Toward a workplace pedagogy: Guidance, participation, and engagement. *Adult education quarterly*, 53(1), 27-43. <https://doi.org/10.1177/074171302237202>
- Boudokhane-Lima, F., Felio, C., Lheureux, F., et Kubiszewski, V. (2021). L'enseignement à distance durant la crise sanitaire de la Covid-19 : Le faire face des enseignants en période de confinement. *Revue française des sciences de l'information et de la communication*, 22. <https://doi.org/10.4000/rfsic.11109>
- Brousseau, E., et Rallet, A. (1997). Le rôle des technologies de l'information et de la communication dans les changements organisationnels. Dans B. Guilhon, P. Huard, M. Orillard et J. B. Zimmerman (dir.), *Economie de la connaissance et Organisation; Entreprises, territoires, réseaux* (p. 286-309). L'Harmattan.
- Buabeng-Andoh, C. (2012). Factors Influencing Teachers' Adoption and Integration of Information and Communication Technology into Teaching: A Review of the Literature. *International Journal of Education and Development Using Information and Communication Technology*, 8(1), 136-155.
- Capron Puozzo, I. (2016). Alice au pays des merveilles ou la course folle à l'innovation pédagogique. *Formation et pratiques d'enseignement en questions : revue des HEP de Suisse romande et du Tessin*, 1, 137-157. <http://hdl.handle.net/20.500.12162/219>
- Cau-Bareille, D. (2016). Les enseignantes et enseignants sont-ils égaux face aux contraintes organisationnelles au sein des établissements du second degré? *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, 18(2). <https://doi.org/10.4000/pistes.4831>
- Chatigny, C. (2022). Occupational health and safety in initial vocational training: Reflection on the issues of prescription and integration in teaching and learning activities. *Safety Science*, 147, 105580. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105580>
- Collet, I. (2016). *L'école apprend-elle l'égalité des sexes?* Belin.
- Collinson, V., et Fedoruk Cook, T. (2001). "I don't have enough time" - Teachers' interpretations of time as a key to learning and school change. *Journal of Educational Administration*, 39(3), 266-281. <https://doi.org/10.1108/09578230110392884>
- Coutarel, F., et Petit, J. (2013). Prévention des TMS et développement du pouvoir d'agir. Dans P. Fazon, (dir.), *Ergonomie constructive* (p. 175-190). Presses universitaires de France.
- Daniellou, F. (2004). L'ergonomie dans la conduite de projets de conception de systèmes de travail. Dans P. Falzon (dir.), *Ergonomie* (p. 359-373). Presses universitaires de France.
- Darses, F., Détienne, F., et Visser, W. (2004). Les activités de conception et leur assistance. Dans P. Falzon (dir.), *Ergonomie* (p. 545-563). Presses universitaires de France.
- Darses, F., et Reuzeau, F. (2004). Participation des utilisateurs à la conception des systèmes et dispositifs de travail. Dans P. Falzon (dir.), *Ergonomie* (p. 405-420). Presses universitaires de France.
- Falzon, P. (2005). Ergonomie, conception et développement. *Conférence introductive*, 12.
- Falzon, P. (2013a). *Ergonomie constructive*. PUF.



- Falzon, P. (2013b). Pour une ergonomie constructive. Dans P. Falzon (dir.), *Ergonomie constructive* (p. 1-16). Presses universitaires de France
- Fossey, E., Harvey, C., McDermott, F., et Davidson, L. (2002). Understanding and evaluating qualitative research. *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry*, 36(6), 717-732. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1614.2002.01100.x>
- Gilbert, A., Tait-McCutcheon, S., et Knewstubb, B. (2021). Innovative teaching in higher education: Teachers' perceptions of support and constraint. *Innovations in Education and Teaching International*, 58(2), 123-134. <https://doi.org/10.1080/14703297.2020.1715816>
- Guérin, F., Pueyo, V., Béguin, P., Garrigou, A., Hubault, F., Maline, J., et Morlet, T. (2021). Concevoir le travail, le défi de l'ergonomie. *Octarès Éditions*.
- Guillemin, M., et Gillam, L. (2004). Ethics, reflexivity, and "ethically important moments" in research. *Qualitative Inquiry*, 10(2), 261-280. <https://doi.org/10.1177/1077800403262360>
- Guillén-Gámez, F. D., Mayorga-Fernández, M. J., et Contreras-Rosado, J. A. (2021). Incidence of Gender in the Digital Competence of Higher Education Teachers in Research Work: Analysis with Descriptive and Comparative Methods. *Education Sciences*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/educsci11030098>
- Hand, C., Rudman, D. L., McGrath, C., Donnelly, C., et Sands, M. (2019). Initiating participatory action research with older adults: Lessons learned through reflexivity. *Canadian Journal on Aging/La Revue canadienne du vieillissement*, 38(4), 512-520.
- Institut du Québec. (2019). *Qualité de l'enseignement et pénurie d'enseignants : L'État doit miser sur l'essentiel*. <https://tinyurl.com/5btsau48>
- Jiménez-Hernández, D., González-Calatayud, V., Torres-Soto, A., Martínez Mayoral, A., et Morales, J. (2020). Digital Competence of Future Secondary School Teachers: Differences According to Gender, Age, and Branch of Knowledge. *Sustainability*, 12(22). <https://doi.org/10.3390/su12229473>
- Källhammer, E., et Wikberg-Nilsson, Å. (2011). *Innovation: Change initiated by a design and gender approach*. ISPIIM Innovation Symposium.
- Krumsvik, R. J., Jones, L. Ø., Øfstegaard, M., et Eikeland, O. J. (2016). Upper Secondary School Teachers' Digital Competence: Analysed by Demographic, Personal and Professional Characteristics. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 11(3), 143-164. <https://doi.org/10.18261/issn.1891-943x-2016-03-02>
- Laberge, M., Tondoux, A., et Camiré Tremblay, F. (2017). *Évaluation des risques liés à la SST – Les critères de conception d'un outil pour les superviseurs de stage du « Parcours de formation axée sur l'emploi » : Vol. Rapport IRSST R-968* (p. 91). <https://tinyurl.com/34zv9ape>
- Laberge, M., Tondoux, A., Camiré Tremblay, F., et MacEachen, E. (2017). Occupational Health and Safety in a Vocational Training Program : How Gender Impacts Teachers' Strategies and Power Relationships : Santé et sécurité des stagiaires dans un programme de formation professionnelle : Impact du genre sur les stratégies et rapports de pouvoir. *New Solutions: A Journal of Environmental and Occupational Health Policy*, 27(3), 382-402. <https://doi.org/10.1177/1048291117725720>
- Lallemant, C., et Gronier, G. (2018). *Méthodes de design UX : 30 méthodes fondamentales pour concevoir des expériences optimales*. Editions Eyrolles.
- Lémonie, Y., et Chassaing, K. (2013). De l'adaptation du mouvement au développement du geste. Dans P. Falzon (dir.), *Ergonomie constructive* (p. 61-74). Presses universitaires de France.
- Messing, K. (2021). *Bent Out of Shape: Shame, Solidarity, and Women's Bodies at Work*. Between the Lines.
- Ministère de l'Éducation, et ministère de l'Enseignement supérieur. (2020). *Cadre de référence de la compétence numérique*. <https://tinyurl.com/wsnkyzki>
- Ministère de l'Enseignement supérieur, et ministère de l'Éducation. (2018). *Plan d'action numérique en éducation et en enseignement supérieur*. <https://tinyurl.com/ykvmay6x>
- Oudet, S. F. (2012). Concevoir des environnements de travail capacitants : L'exemple d'un réseau réciproque d'échanges des savoirs. *Formation emploi. Revue française de sciences sociales*, 119, 7-27. <https://doi.org/10.4000/formationemploi.3684>
- Paillé, P., et Mucchielli, A. (2021). *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales – 5^e éd.* Armand Colin.



- Pavageau, P., Nascimento, A., et Falzon, P. (2007). Les risques d'exclusion dans un contexte de transformation organisationnelle. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, 9-2. <https://doi.org/10.4000/pistes.2960>
- Pelgrum, W. J. (2001). Obstacles to the integration of ICT in education: Results from a worldwide educational assessment. *Computers & Education*, 37(2), 163-178. [https://doi.org/10.1016/S0360-1315\(01\)00045-8](https://doi.org/10.1016/S0360-1315(01)00045-8)
- Pera, B., Hajdukiewicz, A., et Hodak, D. F. (2022). Digital Competencies among Higher Education Professors and High-School Teachers: Does Teaching Experience matter? *Business Systems Research Journal*, 13(2), 72-95. <https://doi.org/10.2478/bsrj-2022-0016>
- Prestridge, S. (2012). The beliefs behind the teacher that influences their ICT practices. *Computers & Education*, 58(1), 449-458. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.08.028>
- Schiebinger, L. (2014). Gendered innovations: Harnessing the creative power of sex and gender analysis to discover new ideas and develop new technologies. *Triple Helix*, 1(1), 1-17. <https://doi.org/10.1186/s40604-014-0009-7>
- Schiebinger, L., et Schraudner, M. (2011). Interdisciplinary approaches to achieving gendered innovations in science, medicine, and engineering1. *Interdisciplinary Science Reviews*, 36(2), 154-167. <https://doi.org/10.1179/030801811X13013181961518>
- Sen, A. (2010). *L'idée de justice* (P. Chemla, trad.). Paris : Flammarion. (Ouvrage original publié en 2009 sous le titre *The idea of justice*. London: Penguin Books Ltd.)
- St-Vincent, M., Vézina, N., Bellemare, M., Denis, D., Ledoux, É., et Imbeau, D. (2011). *L'intervention en ergonomie*. Editions MultiMondes.
- Sun, H., et Zhang, P. (2006). The role of moderating factors in user technology acceptance. *International Journal of Human-Computer Studies*, 64(2), 53-78. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2005.04.013>
- Vendramin, P., et Valenduc, G. (2006). Fractures numériques, inégalités sociales et processus d'appropriation des innovations. *Terminal*, 2006, 137.
- Villeneuve, S., Karsenti, T., Raby, C., et Meunier, H. (2012). Les futurs enseignants du Québec sont-ils technocompétents? Une analyse de la compétence professionnelle à intégrer les TIC. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire / International Journal of Technologies in Higher Education*, 9(1-2), 78-99. <https://doi.org/10.7202/1012904ar>



L'innovation frugale en éducation : Un système innovant, responsable et inclusif

**Frugal innovation in education:
An innovative, accountable and inclusive system**

**Innovación frugal en la educación:
Un sistema innovador, responsable e integrador**

<https://doi.org/10.52358/mm.vi16.363>

Rachid El Ganbour, professeur habilité
Université Mohammed Premier, Maroc
r.elganbour@ump.ac.ma

Samira Elouelji, doctorante
Université Mohammed Premier, Maroc
s.elouelji@ump.ac.ma

Morad El Ganbour, doctorant
Université Mohammed Premier, Maroc
morad.elganbour@gmail.com

Kawtar Tahmoun, doctorante
Université Mohammed Premier, Maroc
k.tahmoun@umi.ac.ma



RÉSUMÉ

La question de l'innovation en éducation est une question assez ancienne dont la teneur a trouvé une actualité nouvelle avec l'usage accentué du numérique. Dans ce cadre, la présente étude tente de dresser un portrait, pas nécessairement complet, des pratiques pédagogiques innovantes chez les enseignants marocains pour ensuite s'atteler à celles qui concernent les manifestations de l'innovation frugale. En s'appuyant sur un cas d'étude qui concerne 139 enseignants, dont la majorité est située au primaire et au collège, l'étude cherche à mettre en perspective le rôle que pourra jouer l'université pour accompagner ces enseignants à « faire plus avec moins » et de manière responsable et inclusive en vue de diffuser les innovations et de répondre, selon les dispositions locales et avec moins de ressources, aux problèmes contextuels qui peuvent entraver la mise en place des changements souhaités.

Mots-clés : système innovant, innovation frugale, pratiques professionnelles

ABSTRACT

The question of innovation in education is a fairly old one, the content of which has found new relevance with the increased use of digital technology. In this context, the present study attempts to draw a portrait, not necessarily complete, of innovative pedagogical practices among Moroccan teachers and then to address those that concern the manifestations of frugal innovation. Based on a case study of 139 teachers, the majority of whom are at the primary and secondary levels, the study seeks to put into perspective the role that the university can play in supporting these teachers to "do more with less" in a responsible and inclusive manner in order to disseminate innovations and respond, in accordance with local provisions and with fewer resources, to contextual problems that may hinder the implementation of desired changes.

Keywords: innovative system, frugal innovation, professional practices

RESUMEN

La cuestión de la innovación en la educación es bastante antigua, y su contenido ha encontrado una nueva relevancia con el uso creciente de la tecnología digital. En este contexto, el presente estudio intenta trazar un retrato, no necesariamente completo, de las prácticas pedagógicas innovadoras de los profesores marroquíes y, a continuación, abordar las que se refieren a manifestaciones de innovación frugal. A partir de un estudio de caso de 139 profesores, la mayoría de ellos de primaria y secundaria, el estudio pretende poner en perspectiva el papel que puede desempeñar la universidad para ayudar a estos profesores a "hacer más con menos" de manera responsable e inclusiva, con el fin de difundir las innovaciones y responder, según las disposiciones locales y con menos recursos, a los problemas contextuales que pueden obstaculizar la aplicación de los cambios deseados.

Palabras clave: sistema innovador, innovación frugal, prácticas profesionales



Introduction

L'adoption d'une stratégie d'innovation en éducation est essentielle pour améliorer la qualité des apprentissages dans un contexte de plus en plus compétitif. Toutefois, il est important de noter que l'implémentation de cette stratégie sans conditions favorables peut ne pas être suffisante pour améliorer le niveau des apprenants. Dans ces situations, l'innovation frugale, également connue sous le nom d'innovation *jugaad*¹, peut être une alternative intéressante. Cette approche collaborative et inclusive, originaire de pays émergents aux ressources limitées, se caractérise par sa flexibilité et son ouverture, ce qui lui permet de gérer de manière rationnelle la rareté et de faire mieux avec les moyens disponibles. L'innovation *jugaad* est pertinente pour diverses raisons. Elle permet avant tout de trouver des solutions rapides et peu coûteuses, ce qui est particulièrement utile dans les pays en développement. En outre, elle peut également stimuler l'innovation dans les pays développés où la complexité technologique peut limiter la créativité et la flexibilité. La plus-value conceptuelle de l'innovation *jugaad* réside dans sa capacité à valoriser la créativité et l'ingéniosité, en encourageant la prise de risque et l'expérimentation. Elle favorise également la collaboration et le partage des connaissances, car les solutions *jugaad* sont souvent élaborées en collaboration avec d'autres personnes.

L'innovation frugale est un concept qui vise à concevoir des produits, des services et des processus qui sont efficaces, abordables et respectueux de l'environnement. Il s'agit souvent de trouver des moyens créatifs pour utiliser les ressources existantes et les transformer en produits ou services utiles, sans gaspillage. Dans une certaine mesure, l'innovation frugale peut être considérée comme étant alignée avec le principe de Lavoisier, qui stipule que « rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme »². Elle permet de saisir les opportunités et d'équilibrer le rapport entre l'offre et la demande, tout en garantissant un coût d'investissement convenable et un niveau requis de qualité. Elle favorise l'exploration des champs nouveaux et l'exploitation de l'existant. Ces caractéristiques font de l'innovation frugale une approche souple qui permet aux acteurs de terrain de participer activement et efficacement à la mise en place des changements souhaités.

Dans cette optique, la présente recherche vise à analyser les éléments de la problématique suivante : comment l'université pourra-t-elle accompagner la mise en place de ce nouveau paradigme à l'échelle du système éducatif? Les objectifs de l'étude sont d'analyser le concept d'innovation frugale comme stratégie alternative, responsable et inclusive, de présenter les principales manifestations chez le public cible constitué d'enseignants marocains, et finalement de proposer des pistes d'accompagnement et d'encadrement à l'échelle de l'université en vue d'une mise en œuvre éclairée de ce paradigme au sein du système éducatif marocain.

¹ L'innovation *jugaad* tire son origine de l'hindi et se réfère à la « débrouillardise ». Ce concept vise à trouver des solutions créatives, astucieuses, ingénieuses et peu coûteuses à des problèmes complexes en utilisant les ressources limitées et disponibles localement. Il s'agit de contourner les obstacles en se concentrant sur les moyens simples plutôt que sur la perfection technologique.

² En effet, l'innovation frugale consiste souvent à réutiliser ou à recycler des matériaux existants pour créer quelque chose de nouveau et d'utile. Elle s'inscrit donc dans une approche circulaire de l'économie qui favorise la réduction des déchets et la réutilisation des ressources. Toutefois, il convient de noter que l'innovation frugale ne se limite pas à la transformation des ressources existantes. Elle implique également la conception de nouveaux produits et services qui répondent aux besoins des consommateurs tout en étant abordables et respectueux de l'environnement. Ainsi, si l'innovation frugale peut être considérée comme s'inspirant du principe de Lavoisier dans sa vision de l'utilisation des ressources, elle va au-delà en cherchant à créer de nouvelles solutions innovantes pour répondre aux défis contemporains.



Nous sommes convaincus que l'adoption de ce paradigme favorisera le développement d'une conscience contextuelle de l'environnement immédiat et général, le partage de pratiques enseignantes innovantes et le renforcement des capacités en lien avec la gestion des ressources abordables et des contraintes posées à l'échelle locale. L'innovation frugale sera donc un outil important pour améliorer la qualité de l'éducation, en particulier dans les pays en développement où les ressources sont limitées.

1. Retours théoriques

1.1. L'innovation en question

Le terme « innovation » est polysémique et difficile à cerner dans un contexte terminologique et conceptuel surchargé. Les acteurs sur le terrain interprètent ce terme de manière disparate, créant une ambiguïté conceptuelle qui se répercute sur les pratiques, reflétant ainsi des conceptions et des représentations divergentes (El Ganbour, 2018).

Selon Schumpeter (1999), l'innovation se caractérise par le développement simultané des forces de destruction et de création. Ce paradoxe se montre souvent comme une « destruction créatrice » qui fabrique du neuf en même temps qu'elle démolit de l'ancien. L'innovation n'est donc pas une solution aux problèmes posés, mais elle peut engendrer à son tour de nouveaux problèmes qui n'existaient pas avant (dépendance aux innovations technologiques, adaptation difficile aux changements de paradigmes, etc.).

Pour l'OCDE (2005), l'innovation est :

la mise en œuvre d'un produit (bien ou service) ou d'un procédé nouveau ou sensiblement amélioré, d'une nouvelle méthode de commercialisation ou d'une nouvelle méthode organisationnelle dans les pratiques de l'entreprise, l'organisation du lieu du travail ou les relations extérieures. (OCDE et Statistical Office of the European Communities, 2005)

Selon cette définition, l'innovation peut couvrir différents types de changements : l'offre de biens ou de services nouveaux, l'introduction d'une méthode de production nouvelle, la réalisation d'une nouvelle organisation, l'ouverture d'un débouché et la conquête d'une nouvelle source de matières premières. Elle est donc un phénomène complexe qui nécessite l'ouverture sur différentes entrées, celles de découverte scientifique et technique et celles d'invention en lien avec les activités de recherche-développement.

Pour Clayton Christensen (1997), l'innovation n'est pas un événement, mais un processus. Dans ce sens, et selon AFNOR avec le guide FD X50-271 du management de l'innovation (Huet-Kouo, 2015),

l'innovation naît de l'observation d'un marché potentiel et se développe au sein des différentes fonctions de l'entreprise selon la chaîne centrale d'innovation. Ce modèle démontre que le processus d'innovation n'est pas linéaire, chacun des processus ayant des issues incertaines. Des boucles d'aller-retour sont nécessaires afin de développer le produit ou le service.

Dans le domaine de l'éducation, l'innovation ne se résume pas à la résolution de problèmes explicites, mais plutôt à un processus dynamique et complexe de capitalisation et d'appropriation qui englobe l'implicite et l'imaginaire collectif.



1.2. La sociologie de l'innovation

Le mot « innovation » trouve son étymologie dans le latin « innovatio », dérivé du verbe « innovare » qui signifie « rendre nouveau, renouveler ». Aujourd'hui, le terme est couramment utilisé pour désigner une nouveauté significative dans un domaine donné, représentant ainsi l'introduction d'une nouveauté dans l'ordre social. Cependant, il est important de différencier l'invention de l'innovation. « L'invention représente une nouvelle donne, la création d'une nouveauté technique ou organisationnelle, concernant des biens, des services ou des dispositifs, alors que l'innovation représente l'ensemble du processus social et économique amenant l'invention à être finalement utilisée, ou pas » (Alter, 2002).

Les sociologies de la technique et de l'innovation (Callon, 1987) reconnaissent le caractère entremêlé de social et de technique dans le processus d'innovation. Les sociologues évoquent l'idée de l'émergence de nouvelles pratiques sociales, qui est une condition nécessaire pour parler d'innovation. La nouveauté ne devient innovation que grâce aux usages qui lui sont donnés lors de la phase d'appropriation par les usagers, qui sont souvent des pratiques non inscrites dans un mode d'emploi. Selon Ménissier, l'innovation permet de réorganiser les besoins réels :

On reconnaît donc une innovation à ce qu'elle engendre des usages individuels et collectifs, d'autant plus nombreux et variés qu'elle est importante. (...) Mais on peut aussi avancer que le propre de l'innovation véritable est de réorganiser les besoins réels des hommes en les ouvrant à du possible, par définition totalement imprévisible. (Ménissier, 2011, p. 11)

Le concept de renouveau, dans le sens économique tel que compris par Schumpeter, implique un cycle temporel où toute création est suivie de destruction et de renouvellement, dans le but de maintenir la dynamique du système économique global. Dans cette vision sociétale de la croissance, les entreprises et les pays doivent constamment se renouveler pour rester compétitifs et survivre. L'innovation est donc une force omnipotente dans cette logique économique, destinée à perpétuer ce cycle.

La nouveauté donne également une perspective complexe et imprévisible. Bergson traite de l'innovation comme une impulsion directement issue de la nature insatisfaite de l'Homme. Dans *L'évolution créatrice*, Bergson (1907/2003) développait l'idée d'une création permanente de nouveauté. Il décrit l'élan vital qui pousse la nature de l'Homme à innover. Selon lui, il n'y a pas de plan « déjà prévu » ou prévisible. L'évolution est toujours imprévisible, car le monde « s'invente sans cesse » sans que le chemin tracé derrière lui ne préexiste. Bergson parle en effet de « nouveauté radicale ». Il s'agirait alors de l'ouverture à du « possible, par définition totalement imprévisible » (Ménissier, 2011).

Deux conceptions possibles de l'innovation émergent alors de ces théories :

- a) l'innovation comme force stabilisatrice dans un monde incertain : en innovant, la société continue une dynamique dans des cycles de destruction créatrice. Nous la nommons conception cyclique de l'innovation;
- b) l'innovation comme force subversive : la nouveauté radicale ouvre une nouvelle ère en rupture avec la précédente. Nous la nommons « conception radicale de l'innovation ».

Selon ces définitions, l'innovation est un processus social complexe permettant de gérer une situation qui n'est pas toujours prévisible ou équilibrée. Il semble donc que l'homme gère l'incertitude et l'imprévisible par l'idée d'innovation comme maintien d'un équilibre dans un changement cyclique, plutôt que d'envisager le progrès comme une évolution linéaire dirigée.



1.3. L'innovation frugale

En ce qui concerne l'innovation frugale, il convient de souligner l'impact significatif des nouvelles technologies qui ont permis de relier les différentes parties du monde et de faciliter la communication entre les individus. Ces technologies ont établi de nouveaux rapports horizontaux, créant une ouverture sans précédent sur les expériences des autres et modifiant les modèles économiques en faveur d'un rapport optimal entre l'offre et la demande.

Dans ce sens, l'économie numérique a aidé les pays émergents à adopter une logique d'échange et de coopération pour trouver des solutions adaptées aux problèmes rencontrés dans un monde de plus en plus concurrentiel. Certaines contraintes environnementales et contextuelles (Bhatti, 2012) ont conduit certains pays émergents à adopter une nouvelle approche de l'innovation, encourageant une dynamique créative au sein de communautés isolées et confrontées à des environnements hostiles. Cette approche novatrice est connue sous le nom d'innovation frugale.

Alors que les innovations traditionnelles ont souvent tendance à aggraver les inégalités (Knorringa *et al.*, 2016), l'innovation frugale, ou *jugaad*, quant à elle, repose sur un système de débrouillardise qui favorise l'union des compétences pour répondre aux besoins des populations en tenant compte des contraintes contextuelles. Ce système D encourage l'ingéniosité et vise à faire mieux avec moins, en utilisant de préférence des ressources locales recyclables, réutilisables, renouvelables et durables (Radjou *et al.*, 2015).

Dans ce sens, Vallée (2017) affirme qu'il s'agit d'une :

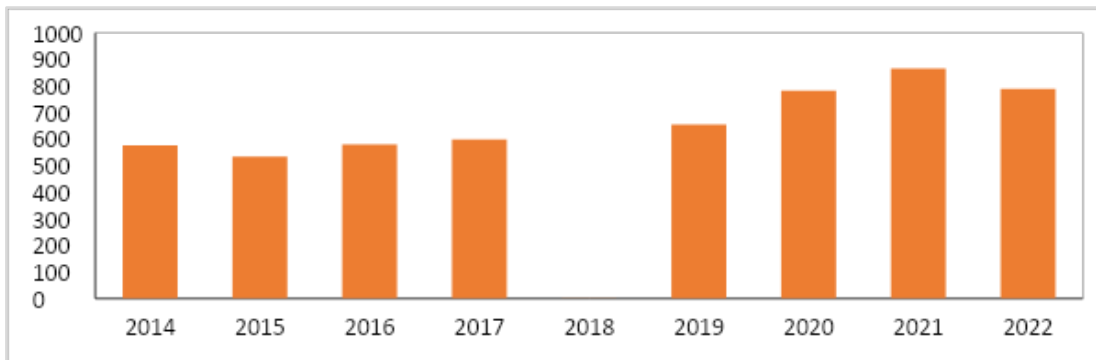
approche de l'innovation qui cherche à valoriser l'utilisation des ressources locales – de préférence renouvelables et durables –, qui favorise l'expansion de connaissances en misant sur l'habileté des différents acteurs de création de valeurs à s'adapter aux diverses contraintes (ressources financières, techniques et environnementales) dans un but commun de répondre à un besoin à coûts compétitifs pour le client et qui, généralement, change les paradigmes établis sur le marché.

Bien que présentant de nombreux avantages, ce système présente toutefois une limite en termes de capacité de commercialisation, du fait qu'il privilégie avant tout une dimension locale plutôt que la production de masse. En ce qui concerne la recherche scientifique, notre intérêt pour ce sujet est motivé par l'intérêt accru des chercheurs pour les questions liées à l'innovation en général et à l'innovation en éducation en particulier. À titre d'exemple, la base de données Érudit peut illustrer cette tendance au cours des dix dernières années.



Figure 1

Évolution de la recherche scientifique autour de l'innovation sur la base de données Érudit (2014-2022)



Note. Source : www.erudit.org

Au cours de cette période, la base de données Érudit recensait 3 742 documents en français, 1 696 en anglais, 37 en espagnol, 2 en italien et 1 en allemand. En ce qui concerne le type de publications, on dénombre 4 906 articles savants, 356 articles culturels, 47 livres, 36 rapports de recherche et 15 actes. Cependant, il est à noter que la requête « innovation en éducation » n'a généré que 10 documents en 2022, 11 en 2021, 2 en 2017 et 6 en 2015. Il convient également de mentionner que la majorité des publications étaient en anglais (36), tandis que seulement 7 étaient en français.

2. Méthodologie

Cette section a pour objectif de présenter la méthodologie adoptée pour traiter la problématique de notre recherche. Nous cherchons à explorer les manifestations de l'innovation frugale dans le contexte éducatif marocain, ainsi que les conditions de sa mise en place et le rôle potentiel de l'université dans l'accompagnement de ce système innovant en vue de sa diffusion à l'échelle du système éducatif.

Notre étude adopte une approche mixte, combinant des méthodes qualitatives et quantitatives pour collecter et analyser les données. La posture épistémologique que nous adoptons est celle de la sociologie de l'innovation (Gaglio, 2011), qui nous permet de considérer l'innovation comme un processus social complexe, impliquant à la fois des facteurs internes et externes.

Pour collecter les données, nous avons utilisé un ensemble d'outils, notamment l'observation et la description des pratiques professionnelles innovantes, des entrevues semi-directives avec des enseignants et des responsables d'établissements scolaires, ainsi que des questionnaires adressés à un échantillon représentatif d'enseignants. Nous avons également mené une recherche documentaire qui nous a permis d'explorer les différentes initiatives et projets d'innovation frugale mis en place dans le domaine de l'éducation au niveau international, en particulier dans les pays en développement. Nous avons également étudié les publications scientifiques, les articles de presse et les rapports gouvernementaux pertinents sur le sujet de l'innovation frugale dans l'éducation.

L'analyse des données collectées a été effectuée en combinant des techniques d'analyse statistique et d'analyse de contenu. Cette approche nous a permis d'analyser les données sous différents angles et de fournir une vision concrète de la situation de l'innovation frugale dans le contexte éducatif marocain.



2.1. Type d'étude

Cette étude exploratoire a pour objectif de comprendre comment l'université pourrait soutenir et encadrer les innovations frugales émergentes dans les pratiques des enseignants, et ainsi orienter la recherche scientifique vers ce domaine prometteur. Ces innovations sont considérées comme frugales, car elles sont développées et pilotées par des acteurs de terrain avec des ressources limitées pour répondre aux besoins du contexte local. De plus, ces initiatives ont une portée inclusive qui leur permet d'être diffusées de manière officielle dans le cadre du programme des enseignants innovants³ ou de manière informelle sur les réseaux sociaux (via des vidéos, des images, des textes et des retours d'expérience). Ces pratiques ont également une signification et une valeur ajoutée pour les autres enseignants, en particulier ceux qui travaillent dans des environnements difficiles ou similaires. Pour cette raison, il est temps de revisiter ces expériences pour les améliorer encore davantage en encourageant l'intervention de l'université, qui peut encadrer cette intelligence collective dans l'objectif de créer de la valeur. Dans une optique d'analyse qualitative et interprétative, nous commençons par décrire le paysage professionnel dans lequel s'inscrivent ces pratiques, afin d'analyser ensuite comment ce système d'innovation est structuré au sein de l'environnement professionnel.

2.2. Public cible

Cette étude a été menée auprès de 139 enseignants des trois cycles de l'enseignement scolaire dans 9 régions marocaines sur 12 (tableau 1), représentant ainsi 75 % des régions du pays.

³ Chaque année et depuis 2005, le ministère de l'Éducation nationale décerne le Prix des enseignants innovants dans le cadre d'un forum national consacré aux meilleures réalisations innovantes qui ont une relation avec l'enseignement. Le concours des enseignants innovants est le fruit d'une coopération entre Microsoft-Maroc et le ministère de l'Éducation nationale dans le cadre de l'initiative Partners in Learning. Le concours en question est ouvert aux enseignants qui présentent des projets pédagogiques visant l'amélioration de la qualité de l'enseignement et de l'apprentissage en matière d'intégration des technologies de l'information et de la communication dans l'éducation au Maroc. Ce concours national a pour objectifs de : contribuer à valoriser et à diffuser l'innovation pédagogique ; créer une compétitivité entre les acteurs pédagogiques ; accroître l'accès effectif et actif à la technologie en améliorant son usage dans le processus de l'enseignement-apprentissage. Plus d'informations sur <http://www.taalmice.ma/>.

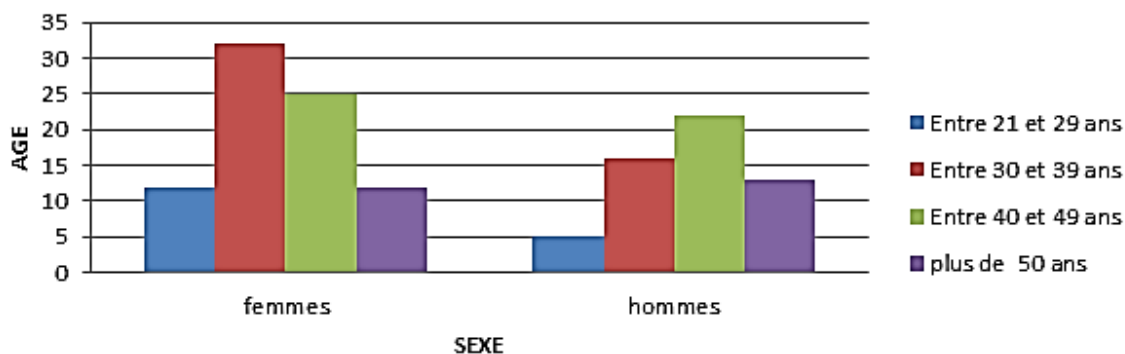


Tableau 1
Répartition du public par région

Académies régionales d'éducation et de formation (AREF)	Directions provinciales représentées	Participants (questionnaires)	Participants (entrevues)
AREF Fès-Meknès	6	10	2
AREF Rabat-Salé-Kénitra	3	11	0
AREF Tanger-Tetouan-Alhouceima	1	3	1
AREF Casablanca-Settat	4	4	1
AREF de l'Oriental	8	80	9
AREF Drâa Tafilalt	3	7	0
AREF Guelmim-Oued Noun	1	1	0
AREF Marrakech-Safi	1	2	0
AREF Souss-Massa	5	8	0
TOTAL	32	126	13

Au sein des directions provinciales (DP) du ministère de l'Éducation nationale, l'étude a recueilli des données auprès de 32 d'entre elles, soit plus d'un tiers de l'ensemble des DP. Les enseignants interrogés sont majoritairement implantés en milieu urbain (68 %) tandis que 32 % travaillent dans un milieu rural ou semi-urbain. La figure 2 montre que les femmes représentent une proportion significative de l'échantillon, avec 59,4 % des répondants. En ce qui concerne la répartition par tranche d'âge, les enseignants sont plutôt jeunes.

Figure 2
Répartition de la population par sexe et par âge



Concernant la formation scolaire, la grande majorité de la population enquêtée (87 %) dispose d'un diplôme supérieur, couvrant diverses spécialités telles que les technologies, les langues, les sciences, la didactique et la littérature. Ces diplômes peuvent être acquis avant le recrutement ou au cours des années

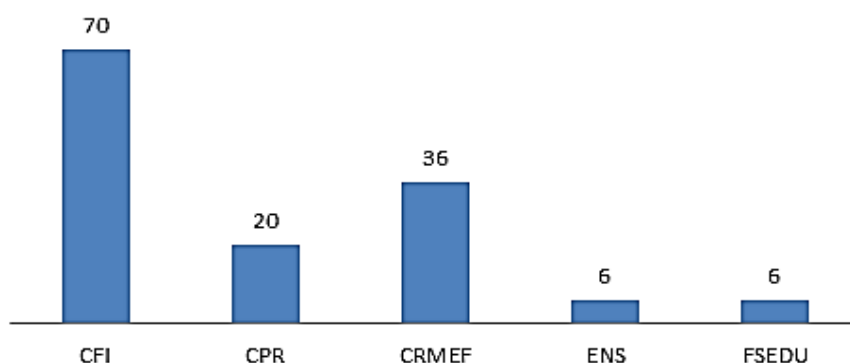


d'exercice. En revanche, 13 % des enseignants enquêtés ont au minimum un certificat d'études secondaires. Les enseignants ont acquis de l'expérience au fil du temps et se sont formés par eux-mêmes ou dans le cadre de la formation continue offerte sur leur lieu de travail.

La population enquêtée comprend des enseignants des trois cycles d'enseignement, mais le pourcentage de diplômés du centre de formation des enseignants du primaire (CFI) est considérablement plus élevé (figure 3). Le niveau de formation initiale des enseignants est un indicateur important de la qualité du capital humain et de leurs compétences professionnelles. Toutefois, les évolutions nationales et internationales ne cessent de modifier les besoins en formation continue pour répondre aux exigences de la réforme en cours.

Figure 3

Répartition de la population par diplôme professionnel



Note. Légende :

CFI : Centre de formation des instituteurs

CPR : Centre pédagogique régional

CRMEF : Centre régional des métiers d'éducation et de formation

ENS : École normale supérieure

FSEDU : Filières Sciences de l'éducation

La population enquêtée présente une répartition équilibrée en termes d'ancienneté professionnelle, allant de 5 à 29 ans. Toutefois, cette distribution est corrélée à l'âge des participants, à l'exception des enseignants qui ont intégré le métier de 2016 à 2020 et dont l'âge d'entrée peut atteindre 45 ans.

2.3. Méthodes et outils de collecte de données

Pour atteindre nos objectifs de recherche, nous avons utilisé diverses méthodes de collecte de données, notamment l'observation et la description des pratiques professionnelles innovantes, des entretiens semi-directifs et des questionnaires adressés aux enseignants pour recueillir leurs conceptions sur les innovations frugales menées généralement par des enseignants innovants.

Le groupe d'enseignants innovants constitue une communauté professionnelle socialement située qui entretient des relations mutuelles entre ses membres, tout en étant gérée par des règles, des rituels et des stéréotypes. En observant les produits partagés par les membres de cette communauté et en prenant en compte les différentes conditions situationnelles et contextuelles, nous pouvons mieux comprendre les mécanismes de fonctionnement et de dysfonctionnement de ce système.



Les techniques de collecte de données utilisées sont résumées dans le tableau 2.

Tableau 2

Outils de collecte de données

Outil adopté	Objectifs
Observations et découverte des innovations frugales	<ul style="list-style-type: none">- Dégager quelques manifestations des innovations frugales dans les produits et services partagés entre les enseignants à l'échelle du système d'éducation et formation.
Questionnaire en ligne	<ul style="list-style-type: none">- Prendre connaissance des pratiques innovantes actuelles et/ou souhaitées.- Déterminer les perceptions des enseignants vis-à-vis des innovations et leur rapport avec l'amélioration de la qualité des apprentissages.- Déterminer les perceptions des enseignants vis-à-vis du rôle de la technologie dans les innovations frugales partagées entre les enseignants.
Entrevues	<ul style="list-style-type: none">- Débroussailler le terrain.- Dégager des pistes de recherche.- Clarifier des problématiques.- Poser certains problèmes dans toute leur complexité.

Note. Les entrevues effectuées avec une dizaine d'enseignants (13) sont conçues dans une perspective de triangulation. Comme le souligne Boutin (2019), « l'entretien de recherche représente souvent le seul mode d'accès valable ». Les objectifs des entrevues sont également tirés de Boutin (2019).

2.4. Méthodes et outils d'analyse de données

En complément des données statistiques traitées avec Excel, les entretiens et questionnaires ont permis d'obtenir des témoignages authentiques reflétant les expériences, les pratiques sociales et professionnelles de chaque enseignant. Ainsi, pour l'analyse qualitative, nous avons utilisé le logiciel Tropes version 8.5, qui nous a permis de rechercher des mots-clés pertinents pour notre problématique liée au processus d'innovation frugale, à la suite d'une première lecture attentive du corpus d'étude.

3. Résultats et discussion

Lorsqu'on analyse les pratiques professionnelles, la question cruciale est de comprendre la pratique effective de chaque individu et de distinguer ce qui est stable de ce qui est éphémère, tout en évaluant sa capacité à s'adapter au changement. Cette section est axée sur la mise en pratique des objectifs de notre étude en utilisant les outils de traitement et d'analyse de données présentés précédemment. Nous allons examiner les pratiques d'enseignement à la lumière de l'innovation frugale. Nous tenons à préciser que les résultats présentés ici proviennent à la fois des questionnaires et des entrevues, car nous n'avons identifié aucune contradiction significative dans les réponses des participants.



2.5. Nature des innovations frugales en contexte scolaire marocain

Au cours de notre étude, nous avons identifié plusieurs exemples d'innovations frugales mises en place par les enseignants dans le contexte scolaire marocain. Voici quelques exemples significatifs :

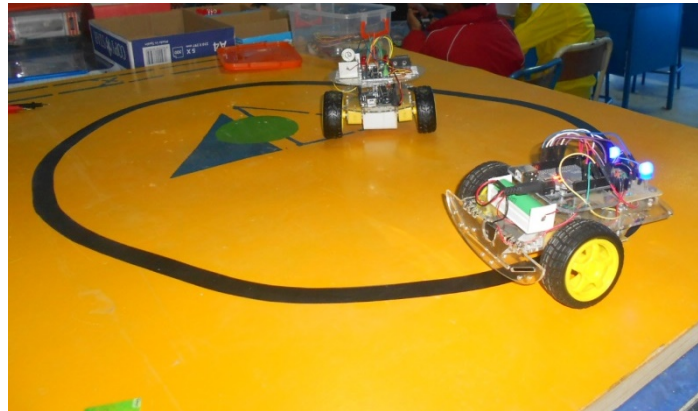
- L'utilisation de matériaux recyclés pour la création de matériels didactiques : certains enseignants ont choisi d'utiliser des matériaux de récupération tels que des boîtes en carton, des bouteilles en plastique, des morceaux de tissus ou de bois pour créer des matériels didactiques tels que des jeux éducatifs, des maquettes ou des marionnettes. Cette pratique permet de réduire les coûts et de sensibiliser les élèves à l'importance du recyclage.
- L'organisation de sorties pédagogiques dans les environs de l'établissement : des enseignants ont mis en place des sorties pédagogiques dans les environs de l'école pour découvrir le patrimoine naturel et culturel de la région. Ils ont par exemple organisé des visites dans des musées, des parcs naturels ou des monuments historiques. Cette pratique permet de diversifier les activités pédagogiques et de favoriser l'apprentissage expérientiel.
- La mise en place de partenariats avec des entreprises ou des associations : certains enseignants ont établi des partenariats avec des entreprises locales pour obtenir des ressources et des compétences supplémentaires, par exemple le domaine de la robotique éducative piloté avec les associations œuvrant dans ce domaine. Cette pratique permet de renforcer les liens entre l'établissement et la communauté locale et d'offrir des opportunités d'apprentissage concrètes aux élèves.
- L'utilisation des technologies de l'information et de la communication (TIC) pour faciliter l'apprentissage : certains enseignants ont intégré l'utilisation des TIC dans leurs pratiques pédagogiques en utilisant des applications éducatives, des jeux interactifs ou des vidéos pédagogiques. Cette pratique permet de stimuler l'intérêt des élèves pour l'apprentissage et de favoriser leur autonomie.
- L'utilisation de matériaux recyclés pour la création de supports pédagogiques : certains enseignants ont créé des supports pédagogiques en utilisant des matériaux recyclés, tels que des bouteilles en plastique, des boîtes de conserve... Ils ont ainsi pu enseigner aux élèves l'importance du recyclage tout en leur fournissant des outils pédagogiques efficaces. Ces fabrications touchent par exemple les tableaux interactifs, les tableaux blancs, le matériel didactique à partir d'objets recyclables, les décorations, les jouets pour les élèves, les chartes, la modélisation et le prototypage.

Les réseaux sociaux ont contribué à la promotion de ces innovations grâce aux partages effectués par les enseignants. Dans les figures 4, 5 et 6, nous illustrons cette situation par quelques exemples.



Figure 4

Exemple d'innovations frugales en contexte scolaire marocain – Domaine de la robotique moyennant des objets recyclables au collège



Note. Photo : Oukka Azziz. Reproduit avec son autorisation.

Figure 5

Exemple d'innovations frugales en contexte scolaire marocain – Spécimen d'une ville avec des objets à fonctionnement électronique

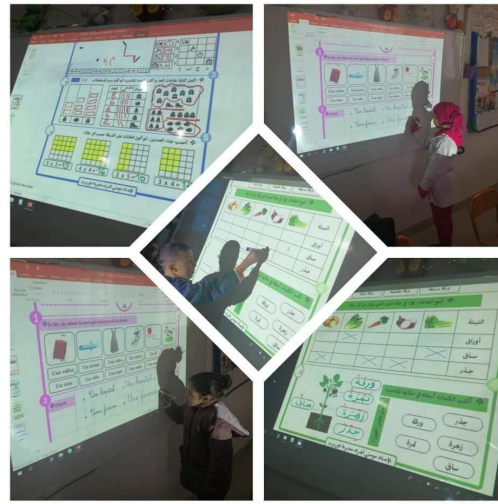


Note. Photo : Achraf Mounni. Reproduit avec son autorisation.



Figure 6

Exemple d'innovations frugales en contexte scolaire marocain – Avoir son TBI à l'aide d'un vidéoprojecteur et un stylet fabriqué par soi-même



Note. Photo : Moumni Achraf. Reproduit avec son autorisation.

Les exemples d'innovations frugales mises en place par les enseignants marocains présentent un intérêt majeur pour le contexte éducatif du pays. En effet, ces pratiques permettent de surmonter les défis liés aux ressources limitées dans les écoles publiques marocaines, en offrant des solutions économiques et durables pour améliorer la qualité de l'enseignement. De plus, ces pratiques encouragent l'implication des enseignants dans la conception de solutions innovantes, en leur offrant la liberté de créer et d'expérimenter avec des matériaux et des méthodes pédagogiques différents. Elles permettent également de stimuler l'engagement des élèves envers leur propre éducation, en leur offrant des environnements d'apprentissage plus interactifs et expérientiels. Enfin, ces pratiques favorisent la création de partenariats avec les entreprises et les associations locales, en renforçant les liens entre l'école et la communauté environnante. Ainsi, l'étude a révélé le rôle remarquable de la technologie dans le paysage de l'innovation frugale chez les enseignants; nous avons voulu comprendre les perceptions des enseignants de la place de la technologie dans ces innovations.

2.6. Perceptions de la place de la technologie dans les innovations frugales

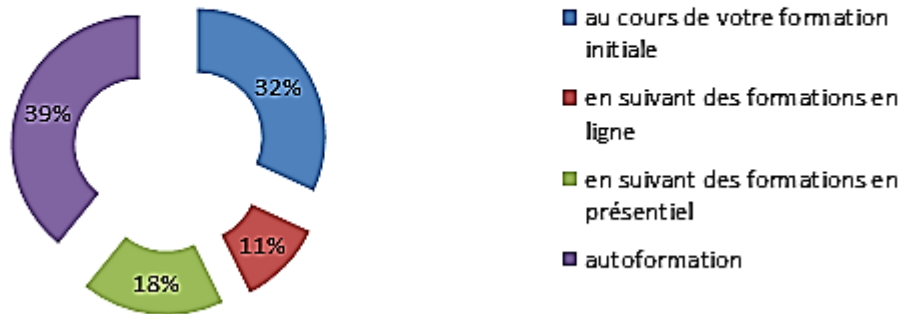
Notre étude a montré que la grande majorité des enseignants interrogés (97,83 %) considèrent que la technologie joue un rôle important dans l'innovation pédagogique. Seuls trois enseignants ont exprimé leur désaccord, représentant ainsi un pourcentage très faible.

En ce qui concerne la formation à l'utilisation innovante des technologies (figure 7), il ressort de notre enquête que 32 % des répondants ont bénéficié de cette formation dans le cadre de leur formation initiale tandis que 29 % ont suivi une formation continue en présentiel ou à distance. Cependant, il est intéressant de noter que la plupart des enseignants (38,54 %) ont opté pour l'autoformation, témoignant ainsi de leur volonté de se perfectionner et de se développer personnellement. Ils s'organisent souvent en associations ou groupes sociaux en ligne pour partager leurs expériences.



Figure 7

Usage des technologies – Mode de formation utilisé en innovation frugale



L'enquête révèle également que les enseignants ont des opinions divergentes quant au rôle des technologies en matière d'innovation pédagogique. En effet, seulement 2,17 % des répondants estiment que l'utilisation des technologies leur a permis de découvrir des choses ignorées tandis que 31,16 % considèrent que les technologies ont favorisé l'émergence de nouvelles pratiques. Pour 10,14 % des répondants, les technologies permettent à la fois de découvrir de nouvelles choses et de développer de nouvelles pratiques. En revanche, pour certains enseignants, le rôle des technologies est plutôt de générer de nouvelles idées en continuité avec ce qui existe déjà. Environ 34,78 % des répondants sont d'avis que les technologies permettent à la fois de générer de nouvelles idées et de développer de nouvelles pratiques.

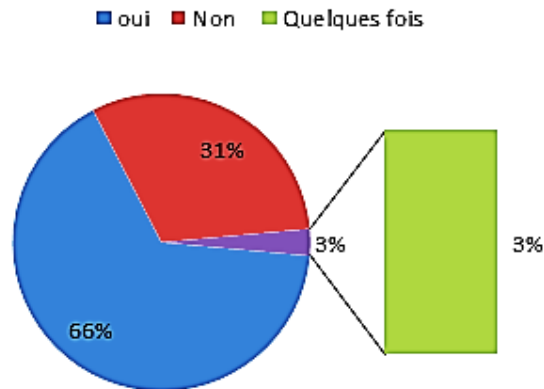
Il est important de souligner que ces résultats témoignent de la diversité des conceptions et des approches de l'innovation pédagogique. Toutefois, notre étude ne vise pas à privilégier une conception particulière, mais plutôt à comprendre les pratiques et les représentations des enseignants en matière d'innovation. Pour ce faire, nous mobilisons un cadre théorique issu de la sociologie de l'innovation, qui nous permet de prendre en compte la perspective des acteurs pédagogiques et de mieux comprendre les enjeux liés à l'innovation en contexte éducatif.

En tant qu'acteurs clés, près des deux tiers des enseignants créent des ressources pédagogiques en s'appuyant sur les innovations partagées en ligne ou dans leur contexte professionnel, dans l'espoir de faire évoluer leurs pratiques d'enseignement. Cependant, de nombreux enseignants éprouvent des difficultés à innover ou à changer leurs méthodes habituelles en reproduisant ces innovations (figure 8), ce qui contribue en partie à la perception erronée de l'innovation en tant que phénomène purement technologique.



Figure 8

Production de ressources éducatives par les enseignants



Bien que la technologie soit un catalyseur favorisant l'innovation et améliorant les processus d'enseignement-apprentissage, elle n'est pas le seul moyen de répondre aux besoins évolutifs des apprenants et des enseignants.

2.7. Contraintes et obstacles

L'innovation en tant que processus social complexe reste difficile à saisir pour de nombreux acteurs pédagogiques au Maroc, en partie en raison des contraintes environnementales locales. Les enseignants ont souvent recours à des pratiques et des innovations partagées en ligne, mais celles-ci ne sont pas toujours intégrées dans une vision d'ensemble pour améliorer les apprentissages et les expériences des apprenants. De plus, le manque de gestion de l'innovation à tous les niveaux complique la tâche des acteurs du terrain pour développer une vision d'ensemble et s'approprier leur rôle correctement. Pour remédier à cette situation, une structure institutionnelle doit être mise en place pour assurer la diffusion des technologies et des innovations frugales à l'échelle du système éducatif. L'université peut contribuer à cet effort en capitalisant les compétences sur le terrain et en soutenant les enseignants innovants pour qu'ils jouent un rôle de locomotive dans la mise en œuvre et le soutien des innovations nécessaires au changement.

Pendant, la gestion du changement reste un défi, car les établissements scolaires actuels ne peuvent souvent pas tirer profit des compétences de leurs ressources humaines. Les innovations isolées nécessitent donc une diffusion dans le cadre d'une politique de gestion du changement et de reconnaissance envers les enseignants innovants. La pandémie de COVID-19 a montré l'importance d'une capacité de transformation rapide face à des changements imprévus. En somme, la gestion de l'innovation doit être renforcée pour assurer des pratiques innovantes durables, responsables et inclusives qui répondent adéquatement aux besoins prioritaires des apprenants et des enseignants.

2.8. Quel est le rôle de l'université dans l'accompagnement des innovations frugales en contexte scolaire?

Pour surmonter les obstacles communs à la gouvernance et à la diffusion des innovations technologiques, le système éducatif doit reconnaître, à l'échelle macro, l'importance de l'innovation frugale chez les enseignants pour les aider à trouver des solutions astucieuses qui répondent à des besoins non satisfaits malgré les moyens limités. Le processus actuel de diffusion des innovations devrait être évalué pour identifier les sources de problèmes qui bloquent le processus d'innovation.



Au niveau micro, les établissements scolaires devraient encourager l'innovation en créant un environnement favorable à l'innovation frugale et en mettant à la disposition des enseignants des programmes de promotion et d'appui de l'innovation. Cela implique également la mise à niveau du système de communication pour garantir la circulation ascendante et descendante des innovations à l'échelle du système. Les innovations frugales sont souvent sous-estimées et pourtant elles peuvent apporter des réponses efficaces à des problèmes concrets.

Dans ce contexte, il convient de souligner que l'université peut jouer un rôle crucial en aidant les enseignants à identifier les besoins et les manques de leur pratique pédagogique. En travaillant de concert avec les enseignants, les chercheurs universitaires peuvent aider à concevoir des solutions innovantes et adaptées aux réalités locales. Par exemple, ils peuvent mettre à disposition leur expertise académique et technique pour aider les enseignants à utiliser des outils technologiques peu coûteux mais efficaces, ou encore pour développer des méthodes d'enseignement créatives et personnalisées.

De plus, l'université peut offrir des programmes de formation continue aux enseignants leur permettant de développer leurs compétences en matière d'innovation frugale. Ces programmes pourraient inclure des ateliers, des séminaires et des formations en ligne pour aider les enseignants à apprendre comment concevoir, développer et mettre en œuvre des solutions innovantes avec des ressources limitées.

En outre, l'université peut jouer un rôle de facilitateur en mettant en place des réseaux de partage de connaissances et de bonnes pratiques. Elle pourrait créer une plateforme de partage en ligne où les enseignants peuvent partager leurs idées et leurs innovations avec d'autres enseignants à travers le monde. Cela permettrait d'accélérer la diffusion des innovations frugales, de favoriser la collaboration et d'encourager la cocréation.

L'université peut jouer également un rôle de catalyseur en mobilisant des financements pour soutenir les projets innovants des enseignants. Elle pourrait collaborer avec des fondations, des organisations gouvernementales et des entreprises pour mobiliser des financements et des ressources supplémentaires pour les enseignants innovants. Cela permettrait d'accélérer la diffusion et l'adoption des innovations frugales dans le domaine de l'éducation.

Conclusion

Par cette étude, notre objectif était de mettre en lumière les différentes facettes de l'innovation frugale dans le contexte de l'éducation au Maroc et le rôle que pourra jouer l'université dans ce sens, en tenant compte des éléments environnementaux et contextuels. Pour mettre en place ce nouveau paradigme, il est essentiel de relever les défis qui se présentent aux enseignants, de commencer par l'adoption d'un consensus sur les concepts d'innovation et d'innovation frugale. Certes, le ministère de tutelle a déjà mis en place des efforts louables pour valoriser les innovations à grande échelle, mais il est également crucial de trouver une place pour l'université afin de garantir l'équilibre nécessaire entre les objectifs organisationnels et institutionnels d'une part, et l'exigence scientifique et les ressources disponibles sur le terrain d'autre part, en vue de soutenir l'expertise locale qui est primordiale pour créer de la valeur et mettre en place des pratiques innovantes.

Il est donc important d'accroître la collaboration et la coopération entre les acteurs de terrain et l'université en utilisant une approche de proximité pour accompagner ces changements.



L'innovation frugale nécessite une approche collective et agile, basée sur la durabilité et la flexibilité pour répondre aux besoins individuels et institutionnels malgré des ressources limitées. Pour ce faire, une politique d'innovation doit être adoptée en tenant compte de l'optimisation des dimensions telles que la simplicité, l'accessibilité, la durabilité et la qualité requise.

Bien que cette recherche ait des limites en termes de validité externe à l'échelle nationale, il est largement observable que les enseignants marocains ont une propension naturelle à innover de manière frugale. Par conséquent, il est nécessaire de mener d'autres recherches par les universités marocaines sur ce sujet afin de déterminer les conditions d'implémentation et d'ancrage local de ce modèle alternatif à l'échelle du système éducatif.

Liste de références

- Alter, N. (2002). 1. L'innovation : un processus collectif ambigu. Dans Alter, N. (dir.). *Les Logiques de L'innovation*, 13-40. La Découverte. <https://doi.org/10.3917/dec.alter.2002.01.0013>
- Bergson, H. (2003). L'évolution créatrice. Les classiques des sciences sociales. (Ouvrage original publié en 1907). Université du Québec à Chicoutimi. <https://doi.org/10.1522/cla.beh.evo>
- Bhatti, Y. A. (2012). What is Frugal, What is Innovation? Towards a Theory of Frugal Innovation. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2005910>
- Boutin, G. (2019). *L'entretien de recherche qualitatif*, 2^e édition. PUQ.
- Callon M. (1987). Society in the Making: The Study of Technology as a Tool for Sociological Analysis. Dans W. E. Bijker, T. P. Hugues, T. Pinch (dir.), *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology* (p. 83-103). MIT Press.
- Christensen, C. M. (1997). The innovator's dilemma: When new technologies cause great firms to fail. Harvard Business School Press.
- El Ganbour, R. (2018). Rupture ou incrémentation? Des jalons de mise en place d'un système innovant pour l'Ecole Marocaine. *Actes du Colloque international « L'innovation éducative et la dynamique de la réforme au Maroc »*, 94-103. <https://tinyurl.com/yae59be9>
- FD X 50-271 (2013). Guide de mise en œuvre d'une démarche de management de l'innovation. AFNOR.
- Gaglio, G. (2011). *Sociologie de l'innovation*. Que Sais-Je? PUF.
- Huet-Kouo, D. (2015). Le management de l'innovation et évolution de l'ISO 9001 – L'apport de la FD X50 271. Qualita, Nancy, France.
- Knorringa, P., Peša, I., Leliveld, A., et van Beers, C. (2016). Frugal Innovation and Development: Aides or Adversaries? *The European Journal of Development Research*, 28(2), 143-153. <https://doi.org/10.1057/ejdr.2016.3>
- Ménissier, T. (2011). Philosophie et innovation, ou philosophie de l'innovation? *Klesis – Revue philosophique*, 18. <https://shs.hal.science/halshs-01653040>
- OCDE et Statistical Office of the European Communities. (2005). La mesure des activités scientifiques et technologiques. Manuel d'Oslo. *Principes directeurs pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation*, 3^e édition. Éditions OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264013124-fr>
- Radjou, N., Prabhu, J., et Economist, T. (2015). *Frugal Innovation: How to do more with less*. Public Affairs.
- Schumpeter, J.A. (1999). *Théorie de l'évolution économique*. Dalloz-Sirey.
- Vallée, L. (2017). *Importer le concept d'innovation frugale dans une démarche de conception au Canada : le cas de l'Asclépiade* [mémoire de maîtrise, HEC Montréal, Canada]. <https://biblos.hec.ca/biblio/memoires/m2017no51.pdf>

Des espaces créatifs pour soutenir la compétence numérique : défis du cours universitaire « Technologies créatives et apprentissage en réseau en éducation »

Creative Spaces to Support Digital Competence: Challenges of the “Creative Technologies and Networked Learning in Education” University Course

Espacios creativos para apoyar la competencia digital: retos del curso universitario «Tecnologías creativas y aprendizaje en red en educación»

<https://doi.org/10.52358/mm.vi16.370>

Séverine Parent, professeure
Université du Québec à Rimouski, Canada
severine_parent@uqar.ca

RÉSUMÉ

Afin de former les personnes futures membres du personnel enseignant, un cours universitaire a été élaboré permettant à des étudiantes d'aborder des dimensions de la compétence numérique jusqu'alors absentes de leur formation. Le cours s'intéresse à la place et aux possibilités des laboratoires créatifs dans un contexte scolaire. Par son aspect réflexif et pratique, le cours aborde l'innovation pédagogique et la créativité. L'article relate les initiatives pour placer les laboratoires créatifs, leurs outils ou leurs façons de faire au cœur de l'activité du cours. L'un des enjeux rapidement révélé par l'initiative a été l'arrimage d'un espace créatif et des apprentissages informels au contexte formel d'un programme universitaire.



Mots-clés : espace créatif, créativité, université, étudiants, futur enseignant, compétence numérique, laboratoire créatif, *makerspace*

ABSTRACT

To train future teachers, a university course has been developed that allows students to address dimensions of digital competence that were previously absent from their training. The course focuses on the place and possibilities of creative laboratories in a school context. The course addresses pedagogical innovation and creativity through its reflective and practical aspects. The article relates initiatives to place creative labs, their tools or ways of doing things, at the heart of the course activity. One of the issues quickly revealed by the initiation was linking a creative space and informal learning to the formal context of a university program.

Keywords: creative space, creativity, university, students, student teachers, digital competence, creative lab, *makerspace*

RESUMEN

Con el fin de formar a los futuros docentes, se desarrolló un curso universitario que permite a los estudiantes abordar dimensiones de la competencia digital que antes no formaban parte de su formación. El curso se centra en la situación y las posibilidades de los laboratorios creativos en contexto escolar. A través de sus aspectos reflexivos y prácticos, el curso aborda la innovación pedagógica y la creatividad. El artículo da cuenta de las iniciativas para situar los laboratorios creativos, sus herramientas o modos de hacer, en el centro de la actividad del curso. Uno de los retos que la iniciativa puso rápidamente de manifiesto ha sido cómo vincular un espacio creativo y de aprendizaje informal con el contexto formal de un programa universitario.

Palabras clave: espacio creativo, creatividad, universidad, estudiantes, estudiantes de magisterio, competencia digital, laboratorio creativo, *makerspace*

Des espaces créatifs pour soutenir la compétence numérique : défis du cours universitaire « Technologies créatives et apprentissage en réseau en éducation »

Dans la foulée du Plan d'action numérique en éducation et en enseignement supérieur, le gouvernement de la province de Québec a publié un cadre de référence de la compétence numérique (Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur [MEES], 2018), sa façon d'interpréter les compétences dites du 21^e siècle. Ces dernières ont rapidement trouvé leur place dans le référentiel de compétences de la profession enseignante. Afin de former le personnel enseignant du préscolaire et du primaire, un cours permettant d'aborder les dimensions de la compétence jusqu'alors absentes de leur formation a été élaboré dans le baccalauréat offert au campus de Lévis de l'Université du Québec à Rimouski (UQAR).





Ainsi, le cours « Technologies créatives et apprentissage en réseau en éducation » s'inscrit dans la foulée du Plan d'action numérique qui souligne que le système éducatif doit assurer le développement des compétences et l'acquisition des savoirs indispensables aux citoyennes et citoyens de demain qui seront libres, créatifs, responsables, autonomes, dotés d'un esprit critique et capables de communiquer et de collaborer dans un monde en constante évolution (MEES, 2018). Le cours aborde une compétence transversale du référentiel de compétences professionnelles du personnel enseignant (MEES, 2019), soit mobiliser le numérique. Le (futur) membre du personnel enseignant est invité à mobiliser le numérique et les 12 dimensions qui y sont associées. Il est invité à adopter une posture critique et avisée au regard de l'utilisation des outils numériques en contexte scolaire. Cette posture le conduit à choisir des outils qui peuvent contribuer à l'élargissement et à l'enrichissement des apprentissages.

Le cours s'intéresse à la place et aux possibilités des espaces créatifs dans un contexte scolaire. Le Plan d'action numérique (MEES, 2018) identifie les laboratoires créatifs comme l'une des tendances mondiales dans l'intégration du numérique par les systèmes éducatifs. Inspiré des *makerspaces*, qu'on pourrait aisément associer à de tiers lieux (Oldenburg, 1999; Tremblay et Krauss, 2019), les espaces créatifs permettent aux personnes utilisatrices de fabriquer, de transformer et de s'équiper, ainsi que de participer, de partager et d'apprendre. Ces actions soutiennent l'effet de démocratisation du mouvement *maker* (Hatch, 2014) ainsi que le développement du pouvoir d'agir (*empowerment*) rendu possible dans les espaces créatifs (Blikstein, 2013; Davidson et Duponsel, 2021). L'un des enjeux rapidement révélés a été d'arrimer un espace qui se veut informel (l'espace créatif) et des apprentissages liés à une compétence transversale (la mobilisation du numérique), dans le cadre d'un contexte formel d'un programme universitaire (Parent *et al.*, 2022). En effet, l'activité dans les espaces créatifs est guidée par des valeurs comme la créativité, la liberté, le souci de présenter des situations authentiques, la collaboration et l'autonomie (Giroux *et al.*, 2020) qui peuvent constituer un aspect novateur dans un contexte pédagogique formel.

Un *makerspace* serait un espace de travail collaboratif situé à l'intérieur d'une école, d'une bibliothèque ou d'une organisation qui soutient la fabrication, l'apprentissage, l'exploration et le partage, et où l'on utilise des outils de haute technologie ou non (makerspaces.com, s. d.). Les espaces créatifs, une version plus libre du *fablab*, permettent aux personnes utilisatrices de s'équiper, de bricoler et de s'améliorer ainsi que de participer, de partager et d'apprendre. C'est l'état d'esprit de la personne créatrice qui consiste à fabriquer quelque chose et à explorer ses propres intérêts qui est au cœur de l'activité de l'espace créatif.

Depuis plusieurs années, les espaces créatifs et la fabrication numérique sont envisagés comme une occasion pour les établissements scolaires de mettre sur pied un programme éducatif dans lequel l'apprentissage basé sur les projets, les intérêts et le développement des personnes apprenantes est au centre des expériences éducatives (Blikstein et Krannich, 2013). Ces espaces avaient déjà été identifiés dans les rapports Horizon 2015 et 2016 comme des tendances à surveiller en éducation (Brown *et al.*, 2020). Des initiatives de mise sur pied d'espaces créatifs, souvent modestes, émergent dans les établissements d'enseignement, aux côtés de *fablab* souvent de plus grande envergure dans les bibliothèques, les centres communautaires ou les musées (Parent, Michaud, Davidson, Sanabria et Artemova, 2022). Alors que les établissements d'enseignement doivent composer avec un programme défini par le gouvernement, les espaces créatifs dans les lieux publics soutiennent l'apprentissage en dehors des contextes formels d'apprentissage. Des initiatives ont été mises sur pied pour adapter les espaces créatifs au contexte de l'éducation formelle (Parent et Lord, 2022) en s'appuyant sur les atouts de chacun des contextes.



L'expérience de l'intégration de l'approche *maker* dans les salles de classe permet d'identifier des défis qui sont susceptibles d'être rencontrés : comment donner du sens à cet apprentissage, que faire si les élèves ne veulent pas créer ou partager, que se passe-t-il si l'on se butte à des erreurs (Hira *et al.*, 2014) et comment et quoi évaluer (Trust, *et al.*, 2018)? Il n'existe sans doute pas de réponse unique et les solutions doivent être adaptées aux milieux dans lesquels les projets sont menés. C'est l'objet de notre initiative. Dans notre contexte, l'une des questions qui s'est rapidement imposée était le défi d'intégrer l'espace créatif et l'apprentissage informel qui lui est propre dans le contexte formel d'un programme éducatif.

L'objectif du cours offert aux finissantes du baccalauréat est d'utiliser et d'apprendre à intégrer les technologies innovantes dans l'enseignement et l'apprentissage, et de construire et de mobiliser un réseau d'apprentissage. Dans son aspect réflexif, le cours aborde l'innovation et la créativité pédagogiques. L'espace créatif, le local de classe disponible pour le cours et la dynamique qu'il suscite, s'arrime à deux des trois composantes du mouvement *maker* (Halverson et Sheridan, 2014) : la fabrication en tant qu'ensemble d'activités et les espaces en tant que communautés de pratique – l'identité *maker* n'est pas abordée dans ce texte.

Des initiatives pour placer les espaces créatifs au cœur de l'activité du cours

Dans un premier temps, les initiatives pour placer les espaces créatifs, leurs outils ou leurs façons de faire au cœur de l'activité du cours seront abordées. Puis, nous présenterons les points forts et les éléments à bonifier dans ce cours qui amène la personne future membre du personnel enseignant à mobiliser le numérique. Les commentaires des étudiantes¹ ont été collectés dans l'évaluation de fin de cours de la première itération du cours² ainsi que dans les observations de la première itération (hiver 2022) et de la seconde du cours (hiver 2023). Ces commentaires, tout comme la posture de praticien réflexif adoptée, ont nourri notre réflexion.

Deux projets vécus la première fois que le cours a été offert seront présentés : le premier projet est une réflexion sur le parcours d'apprentissage dans un espace créatif et le second projet, une collaboration entre des étudiantes et des élèves. Les prochains paragraphes décrivent les objectifs et le déroulement de ces projets.

Premier projet de la première itération : parcours de formation dans des espaces créatifs de Chaudière-Appalaches

Le premier projet visait à rassembler les personnes intéressées dans les espaces créatifs dans la région où se situe l'université. Dans cette dernière, plusieurs espaces ont vu ou verront prochainement le jour dans la région. L'objectif était d'établir un curriculum des apprentissages de base dans un espace créatif pour y accompagner des personnes néophytes³. Ainsi, un groupe d'environ 40 personnes (dont la moitié était les étudiantes du cours) se sont rencontrées pour réfléchir à l'accompagnement des personnes qui désirent créer dans des espaces créatifs.

¹ Le groupe étant composé de 19 filles et d'un garçon, nous optons donc ici pour le féminin.

² Neuf personnes ont rempli le questionnaire d'évaluation de l'enseignement, sur une possibilité de 20 personnes.

³ Les comptes rendus des quatre rencontres tenues de janvier à mars 2022 peuvent être consultés sur le site de FabLab Québec : <https://monurl.ca/chantierLaboCA>.



Les étudiantes, dont certaines n'avaient aucune idée de ce qu'était un *fablab* ou un espace créatif au début du cours, ont pu entrevoir les possibilités créatives et leur adaptation en contexte scolaire. Des recommandations ont été faites par les étudiantes afin de soutenir le personnel enseignant intéressé par la création dans les espaces créatifs. De plus, les discussions entre les personnes participantes ont permis d'atteindre un objectif qui n'avait pas été formalisé d'entrée de jeu : créer une synergie entre les espaces créatifs de la région.

Deuxième projet de la première itération : projet Premiers Peuples (p1P)

Le projet Premiers Peuples (p1P) a été réalisé avec les étudiantes universitaires du cours et les élèves d'une classe de sixième année du primaire. Ce projet, développé dans le cadre d'un projet de recherche⁴, visait à développer des connaissances sur les usages du numérique susceptibles de favoriser la réussite éducative en s'appuyant sur l'établissement d'un partenariat entre une équipe de recherche en éducation et une classe du primaire. Du côté de l'université, le projet visait à soutenir le développement des dimensions de la compétence numérique des étudiantes universitaires. Du côté de l'école primaire, l'objectif pédagogique était de soutenir l'apprentissage didactique en univers social dans la classe d'un enseignant intéressé par l'intégration du numérique.

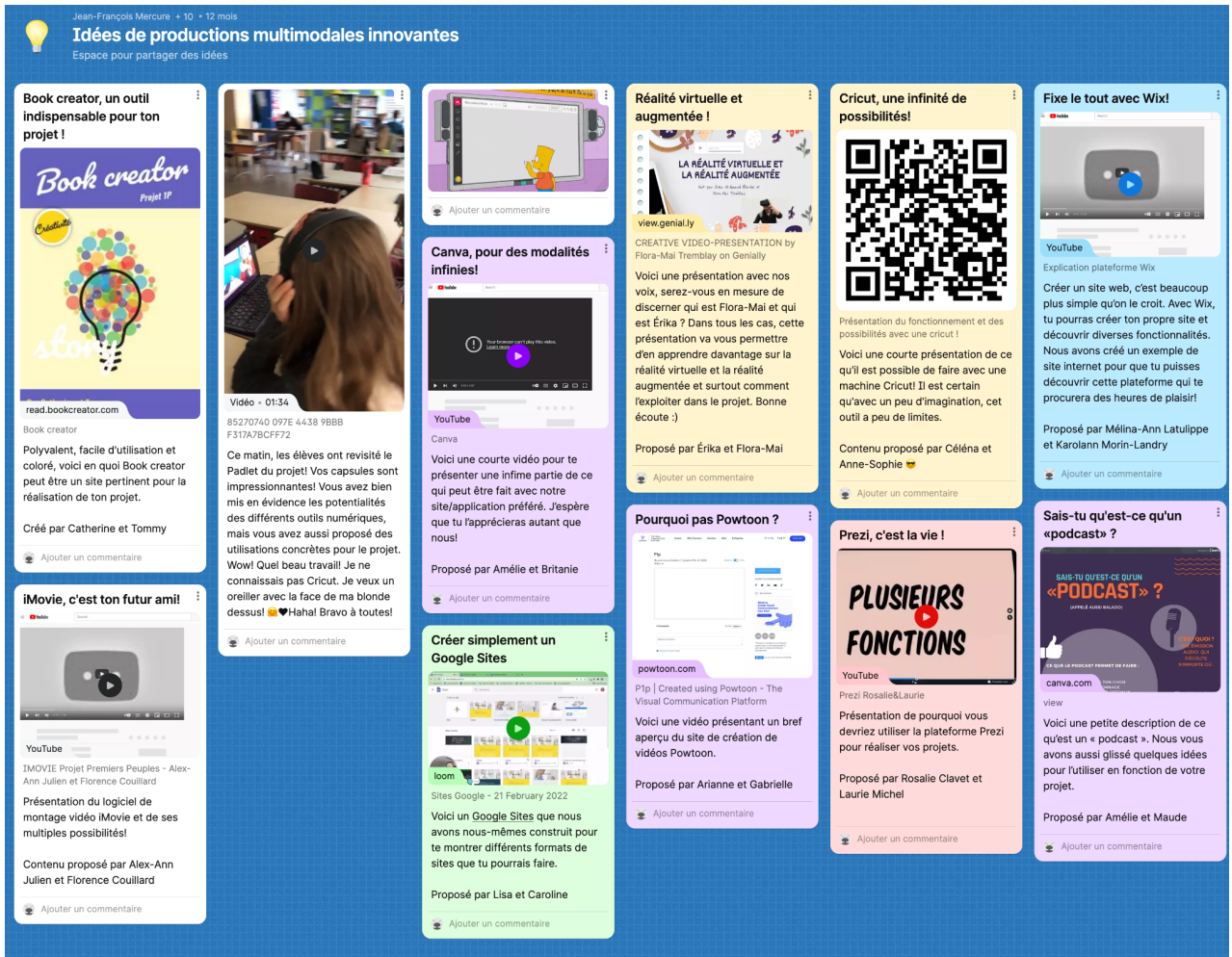
Le p1P se déploie en quatre temps : s'informer, choisir, produire et diffuser (Parent, Gicquel, Mercure et Laflamme, 2022). C'est à l'étape de production que nous nous intéressons. Pour cette étape, les étudiantes universitaires ont été invitées à proposer aux élèves des moyens de mettre en valeur les résultats de leur recherche didactique en utilisant la technologie numérique jugée innovante (figure 1). Elles ont présenté des façons jugées innovantes et créatives de communiquer l'information telles que la réalité augmentée, des supports pour produire des vidéos, des présentations interactives, des balados et même la fabrication d'objets avec une machine à découper le vinyle. Les élèves de sixième année ont ensuite librement choisi le support numérique par lequel ils souhaitaient mettre en valeur le fruit de leurs recherches et ont été jumelés avec des étudiantes universitaires pour entamer l'étape de production.

⁴ Le projet Le développement de la compétence numérique par la littératie médiatique multimodale chez des élèves du secondaire : cocréation, mise en œuvre, analyse et ajustements de pratiques pédagogiques faisant appel au numérique en français, en univers social et en arts est mené par Jean-François Boutin (UQAR) et est financé par le programme Action concertée – Programme de recherche-action sur le numérique en éducation et en enseignement supérieur – Volet Projet de recherche-action (2020-2023).



Figure 1

Capture-écran du tableau des moyens présentés par les étudiantes pour mettre en valeur les résultats de la recherche des élèves en utilisant la technologie numérique jugée innovante



Note. Les étudiantes ont déposé dans le tableau (Padlet) des explications des moyens et outils proposés, souvent à l'aide de capture-écran vidéo.



À trois reprises, les étudiantes sont allées à la rencontre des élèves de sixième année. Les étudiantes et les élèves ont été jumelés et ont travaillé en étroite collaboration. Un portfolio par élève, partagé et disponible en ligne, a permis aux membres des équipes d'être informés des avancées du projet entre les rencontres. Cette phase de collaboration a soutenu les productions de chaque élève à un niveau bien plus élevé que si seul l'enseignant avait été présent en classe. En effet, des étudiantes mentionnent qu'elles ont pu aider les élèves et que les élèves les ont parfois surprises par leur utilisation créative des technologies⁵.

Cependant, les défis ont été nombreux, tant pour les élèves et les étudiantes que pour l'équipe enseignante et de recherche. Rappelons que dans son aspect réflexif, le cours universitaire abordait l'innovation pédagogique et la créativité avec le numérique. Aucune limite n'a été fixée pour baliser la production. Les idées des élèves sur la manière d'améliorer leur projet ont été discutées avec les étudiantes de l'université qui ont veillé à soutenir la participation des élèves et à prendre en compte ce qui était faisable. La mobilisation des outils du laboratoire créatif a connu des limites pratiques : les matériaux n'étaient pas toujours disponibles lorsqu'on en avait besoin. Il fallait parfois attendre la prochaine réunion, surtout pour les machines – l'utilisation de la découpeuse de vinyle, par exemple. Même lorsque les élèves de sixième année avaient des idées de productions numériques qui impliquaient des matériaux non disponibles, l'équipe a travaillé pour les obtenir. Notons la production du balado qui a nécessité d'emprunter une console de son portative à des personnes à l'extérieur de la classe, puis à trouver un endroit adéquat dans l'école pour procéder à l'enregistrement.

Retour sur la première itération

Le nouveau cours a beaucoup plu aux étudiantes⁶. Pour plusieurs, le cours a permis d'explorer de nouveaux outils ainsi que des façons de faire inédites pour les étudiantes et les élèves. Une étudiante mentionne d'ailleurs :

« J'ai vraiment beaucoup progressé dans [le] cours. On sort de notre zone de confort. » (Étudiante anonyme 1)

Dans l'évaluation de l'enseignement⁷, l'élément qui représente le plus important défi qui reste à relever est en lien avec l'évaluation des apprentissages (le taux de satisfaction est de 89 %). Les étudiantes ont précisé dans des commentaires :

« J'aurais aimé plus de clarté dans les attentes par rapport aux différents travaux. » (Étudiante anonyme 2)

et

« Il serait bien d'avoir plus de clarté dans les explications des travaux et dans les attentes. » (Étudiante anonyme 3)

Au moment d'écrire ces lignes, cet aspect représente toujours un défi : comment établir des critères qui laissent place à la créativité, à l'agentivité des étudiantes? Ou comment rassurer des étudiantes, habituées à une formule plus magistro-centrée et des livrables universitaires alors qu'on propose, dans ce cours, de faire autrement?



Les étudiantes ont été nombreuses à mentionner avoir apprécié le projet p1P. La créativité dont il fallait faire preuve, combinée à la proximité du terrain, sont des éléments récurrents dans leur discours. De plus, la production de matériel pédagogique s'est révélée un aspect à explorer :

Une étudiante qui semble vouloir créer du matériel sans la contrainte de la collaboration, suggère :

« Je crois qu'il faut revoir le contenu du cours pour qu'il soit pertinent au métier. Ex. : création de matériel pédagogique avec le numérique. » (Étudiante anonyme 3)

Modification des projets pour la deuxième itération

Une deuxième itération du cours a été planifiée pour être offerte à l'hiver 2023. Aucun des deux projets présentés ne pouvait être repris, puisque les activités de recherche étaient terminées. Cela a été l'occasion de bonifier les projets en tenant compte des commentaires des étudiantes.

Deux nouveaux projets ont été proposés aux étudiantes inscrites au cours qui était offert pour une seconde fois. Un projet invitant les étudiantes à créer une activité d'apprentissage sollicitant le matériel d'un espace créatif pour un public d'élèves du niveau préscolaire ou primaire a été réalisé. Ainsi les étudiantes ont été invitées à explorer et à utiliser des outils numériques disponibles dans le modeste espace créatif du campus ou dans un espace partenaire⁸. Les activités pédagogiques devaient être multidisciplinaires, solliciter les technologies numériques créatives et s'inscrire dans les valeurs que les espaces créatifs visent à développer chez les élèves, dont la créativité, la collaboration et l'autonomie.

Un second projet de création ou d'amélioration de matériel pédagogique inclusif a été proposé aux étudiantes. L'objectif était d'arrimer la huitième dimension⁹ et la douzième dimension¹⁰ du cadre de référence de la compétence numérique. Au moment d'écrire ces lignes, ces projets sont menés par les étudiantes. Déjà, on peut tirer certains constats qui pourraient être utiles pour des personnes qui voudraient concilier l'autonomisation des espaces créatifs et le cadre formel des établissements d'enseignement, notamment au niveau universitaire. En accueillant la créativité dans les processus et les livrables, les étudiantes vivent chacune des expériences différentes, influencées par leurs intérêts et leurs expériences, ce qui complexifie la tâche d'enseignement. La posture de la personne enseignante oscille alors entre la posture d'accompagnement collectif, où tous ne se retrouvent pas, et le soutien individualisé, où chaque individu et chaque projet a ses particularités.

⁵ La présentation du projet et les productions des élèves peuvent être consultées sur ce site : <https://monurl.ca/p1p>.

⁶ Dans l'appréciation de l'enseignement, l'addition des taux « plutôt d'accord » et « tout à fait d'accord » obtenus aux réponses des huit questions fermées est de 94,44 %.

⁷ L'évaluation de l'enseignement est faite par les étudiantes et étudiants à la fin du cours de façon anonyme.

⁸ En plus de l'espace créatif du campus de Lévis de l'UQAR, les intervenantes pédagogiques d'Octet, l'espace créatif du Centre de services scolaire de la Capitale, participent au projet.

⁹ Dimension 8 : Mettre à profit le numérique en tant que vecteur d'inclusion et pour répondre à des besoins diversifiés.

¹⁰ Dimension 12 : Innover et faire preuve de créativité avec le numérique.



Discussion

Rappelons que nous nous intéressons à la manière d'intégrer les espaces créatifs et leur philosophie dans un contexte éducatif formel, dans notre cas, un cours universitaire. Inspiré par le mouvement *maker* qui soutient le développement de l'autonomisation rendue possible dans les espaces créatifs, le cours offre des occasions d'apprentissage authentique et s'arrime à des valeurs pédagogiques de partage et d'accueil de l'erreur (Hira *et al.*, 2014) ainsi qu'aux valeurs des espaces créatifs comme la créativité, la liberté et l'autonomie (Giroux *et al.*, 2020).

Certains défis demeurent, ils sont vécus dans le cours et trouvent écho dans le système d'éducation dans nos établissements. Si certains outils technologiques et numériques étaient moins familiers aux étudiantes, les outils conceptuels représentaient également un défi pour les étudiantes – la prise de risque, l'essai-erreur et la place de l'erreur, notamment. Les étudiants universitaires semblent plus habitués aux cours traditionnels, où on leur enseigne la théorie avant la pratique. De plus, l'organisation des classes traditionnelles n'est pas tout à fait adaptée au processus de bricolage des espaces créatifs qui nécessite du temps (qui ne se compte pas toujours en périodes) et la capacité de s'accommoder des avancées, des reculs ainsi que du bidouillage et des erreurs dans le processus d'apprentissage.

Le défi de l'évaluation des apprentissages en respectant les valeurs *maker*, dont la souplesse et les itérations (Trust *et al.*, 2018), alors que ce qui est proposé est un projet avec un point de départ précis, un point d'arrivée esquissé et un processus indéterminé, demeure à relever. Les espaces créatifs soutenant le pouvoir d'agir (Blikstein, 2013; Davidson et Duponsel, 2021), une piste pour arrimer l'évaluation au contexte pourrait être d'avoir recours à l'explicitation de l'agentivité des futures enseignantes, soit de mettre en valeur l'ensemble des actions intentionnelles orientées vers un objectif et visant à améliorer une situation (Deschênes et Parent, 2022).

Conclusion

Nous avons tiré quelques leçons de ces deux itérations du cours. Les constats de la première itération ont eu des répercussions sur la deuxième itération. Dans cette deuxième mouture, le cours est davantage axé sur l'activité des étudiantes dans les espaces créatifs. La métacognition faite sur l'élaboration de ce cours a été l'occasion de poursuivre la réflexion sur la manière d'intégrer les espaces créatifs et leur philosophie dans un contexte éducatif formel, tant à l'université que dans les milieux où évolueront les étudiantes finissantes. Des défis restent à relever et, en ce sens, nous restons à l'affût des commentaires des étudiantes en vue de bonifier la troisième itération du cours. Des défis identifiés, celui de la souplesse du processus créatif qui doit être concilié à l'organisation formelle des établissements d'enseignement et celui de l'évaluation, mériteront une attention particulière dans les prochaines itérations.

Remerciements

L'auteure tient à remercier les étudiantes du cours « Technologies créatives et apprentissage en réseau en éducation » de l'hiver 2023. Elles ont généreusement accepté de relire le texte et de proposer des bonifications, ce qui a permis d'enrichir la section qui concerne la deuxième itération du cours.



Liste de références

- Blikstein, P., et Krannich, D. (2013, juin). The makers' movement and FabLabs in education: experiences, technologies, and research. Dans *Proceedings of the 12th international conference on interaction design and children* (p. 613-616). <https://doi.org/10.1145/2485760.2485884>
- Blikstein, P. (2013). Digital fabrication and 'making' in education: The democratization of invention. Dans J. Walter-Herrmann et C. Bóching (dir.), *FabLabs: Of machines, makers and inventors* (p. 203-222). Transcript Publishers.
- Brown, M., McCormack, M., Reeves, J., Brook, D. C., Grajek, S., Alexander, B., Bali, M., Bulger, S., Dark, S., Engelbert, N., Gannon, K., Gauthier, A., Gibson, D. Gibson, R., Lundin, B., Veletsianos, G. et Weber, N. (2020). *2020 Educause Horizon Report. Teaching and Learning Edition* (p. 2-58). Educause. <https://library.educase.edu/resources/2020/3/2020-educause-horizon-report-teaching-and-learning-edition>
- Davidson, A.-L. et Duponsel, N. (2021). Building a makerspace in a youth center and imagining futures. *2021 IEEE International Symposium on Technology and Society (ISTAS)*, p. 1-7. <https://doi.org/10.1109/ISTAS52410.2021.9629131>
- Deschênes, M. et Parent, S. (2022). Vers une définition de l'agentivité du personnel enseignant : une revue systématique de la littérature. *Revue des sciences de l'éducation*, 48(3), 1-19. <https://doi.org/10.7202/1103273ar>
- Giroux, P., Monney, N., Pépin, A., Brassard, I., et Savard, V. (2020). *Laboratoires créatifs en milieux scolaires : état des lieux, stratégies pédagogiques et compétences*. Université de Chicoutimi. <https://constellation.uqac.ca/id/eprint/6191>
- Halverson, E. R., et Sheridan, K. (2014). The maker movement in education. *Harvard educational review*, 84(4), 495-504. <https://doi.org/10.17763/haer.84.4.34j1g68140382063>
- Hatch, M. (2014). *The maker movement manifesto: Rules for innovation in the new world of crafters, hackers, and tinkers*. McGraw-Hill Education
- Hira, A., Joslyn, C. H., et Hynes, M. M. (2014, octobre). Classroom makerspaces: Identifying the opportunities and challenges. 1677-1681. Dans *2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/FIE.2014.7044263>
- Makerspaces.com. (s.d.). *What is a makerspace?* Makerspace. <https://www.makerspaces.com/what-is-a-makerspace>
- Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur. (2019). *Cadre de référence de la compétence numérique*. Gouvernement du Québec. http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/ministere/Cadre-reference-competence-num.pdf
- Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur. (2018). *Plan d'action numérique en éducation et en enseignement supérieur*. Gouvernement du Québec. http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/ministere/PAN_Plan_action_VF.pdf
- Oldenburg, R. (1999). *The great good place: Cafes, coffee shops, bookstores, bars, hair salons, and other hangouts at the heart of a community*. Marlowe.
- Parent, S. et Lord, A. (2022, 11-12 mai). Concertation régionale sur les consensus et tensions liées aux apprentissages dans les espaces créatifs [Communication orale]. Dans Joncoux, S., Baril, G., Scaillerez, A., Lafontaine, D., Guimont, D. et Davidson, A.-L., *Colloque 637 : Laboratoires vivants et autres labs, des outils pour les transitions* [Symposium]. Acfas. Québec (Canada). <https://monurl.ca/acfas2022parent>
- Parent, S., Michaud, O., Davidson, A.-L., Sanabria, J., et Artemova, I. (2022). Apprentissage non formel dans quatre espaces créatifs québécois : analyse basée sur la théorie de l'activité. *Revue internationale du CRIRES : Innover dans la tradition de Vygotsky / CRI_SAS international Journal : Vygotsky's Heritage: Innovation in Education*, 6(3), 66-85. <https://doi.org/10.51657/ric.v6i2.51549>
- Parent, S., Gicquel, A., Mercure, J-F, et Laflamme, V. (2022). Projet Premiers peuples : un contexte authentique, multidisciplinaire... et numérique! *École branchée*, 25(1), 10-11.
- Tremblay, D. G., et Krauss, G. (2019). *Tiers-lieux : Travailler et entreprendre sur les territoires : espaces de co-working, fab labs, hack labs*. PIIQ
- Trust, T., Maloy, R. W., et Edwards, S. (2018). Learning through making: Emerging and expanding designs for college classes. *TechTrends*, 62, 19-28. <https://doi.org/10.1007/s11528-017-0214-0>

Nouveaux espaces du numérique, de l'intelligence artificielle au métavers : Expérimenter en classe, pour comprendre, apprendre et appliquer

**New Digital Spaces, From Artificial Intelligence to the
Metaverse: Experimenting in the classroom to understand,
learn and apply**

**Nuevos espacios digitales, de la inteligencia artificial al
metaverso: Experimentar en clase para comprender, aprender y
aplicar**

<https://doi.org/10.52358/mm.vi16.367>

Natalie Sarrasin, maître d'enseignement
HES-SO, Suisse
natalie.sarrasin@hevs.ch

Monica Zumstein, maître d'enseignement
HES-SO, Suisse
monica.zumstein@hevs.ch

Antoine Widmer, professeur HES associé
HES-SO, Suisse
antoine.widmer@hevs.ch



RÉSUMÉ

Cet article décrit le dispositif d'un cours de marketing de premier cycle universitaire dont l'objectif est de travailler l'innovation et le développement de produit ou de service par un concours international qui récompense les productions les plus prometteuses. Chaque année les sujets changent et, pour cette édition, les travaux doivent porter sur le métavers, la réalité virtuelle, la réalité augmentée, l'intelligence artificielle, le *gaming* ou les NFT (jeton non fongible). Afin de s'assurer que les étudiants aient les connaissances et la compréhension nécessaires de ces thématiques pour effectuer leur travail de création, un dispositif de formation complet en quatre temps répartis sur une quinzaine de périodes de cours a été créé, basé sur un design pédagogique en trois parties : étudiant, contexte et employabilité. L'objectif est de s'assurer que les étudiants comprennent les notions avant de les utiliser pour le développement de produit. Cet article démontre les apprentissages effectifs réalisés et l'importance de confronter les étudiants aux technologies numériques émergentes.

Mots-clés : apprentissage, enseignement supérieur, ingénierie pédagogique, employabilité, marketing, innovation, conception créative

ABSTRACT

This article describes the framework of a bachelor-level marketing course aimed at working on innovation and developing a product or service through an international competition that rewards the most promising productions. Each year, the subjects change, and for this year's edition, the entries must be about the metaverse, virtual reality, augmented reality, artificial intelligence, gaming, and NFTs (non-fungible tokens). To ensure that students have the necessary knowledge and understanding of these topics to accomplish the required creative task, a comprehensive four-stage training program spread over fifteen class periods has been created, based on a three-part pedagogical design: student, context and employability. The aim is to ensure students understand the concepts before using them to develop a product or service. This article demonstrates the effective learning that has taken place and the importance of exposing students to emerging digital technologies.

Keywords: learning, higher education, educational engineering, employability, marketing, innovation, design thinking

RESUMEN

Este artículo describe la configuración de un curso de marketing de primer ciclo universitario diseñado para trabajar en la innovación y en el desarrollo de un producto o servicio a través de una competencia internacional que premia las producciones más prometedoras. Cada año cambian los temas, y para el concurso de este año, las propuestas se centrarán en el metaverso, la realidad virtual, la realidad aumentada, la inteligencia artificial, el *gaming* y los NFT (*token no fungible*). Para asegurarse de que los estudiantes tengan el conocimiento y la comprensión necesarios de estos temas para llevar a cabo su trabajo creativo, se ha desarrollado un programa completo de formación en cuatro etapas distribuido en quince periodos de clase, basado en un diseño pedagógico tripartito: alumno, contexto y empleabilidad. El objetivo es asegurarse de que los estudiantes comprendan los conceptos antes de utilizarlos para desarrollar un producto. Este artículo demuestra el aprendizaje



efectivo que se ha llevado a cabo y la importancia de exposer a los estudiantes a las tecnologías digitales emergentes.

Palabras clave: aprendizaje, educación superior, ingeniería pedagógica, empleabilidad, marketing, innovación, pensamiento de diseño

Introduction

En Europe, les universités des métiers ont pour objectif d'amener leurs étudiants vers une employabilité rapide. Différents, mais équivalents de ceux des universités classiques, leurs cursus se veulent professionnalisants et appliqués (Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren, 2022). Sur le plan du marché, l'adoption par le consommateur des outils numériques (Laugesen et Yuan, 2010) a imposé aux entreprises de s'adapter à ces innovations à un rythme de plus en plus rapide, tout en adoptant des stratégies marketing numériques innovantes. Ces entreprises vont recruter des collaborateurs qui sauront anticiper les changements et s'y conformer.

Selon la littérature, quelques problématiques ont été identifiées dans l'enseignement supérieur, comme d'équilibrer le triangle formé de l'étudiant, du contexte et de l'employabilité (Lanarès *et al.*, 2023). Du côté de l'étudiant, il s'agira de développer des compétences métiers, en adéquation avec le profil de compétences annoncé par son cursus universitaire.

Les compétences du 21^e siècle ne constituent pas un corpus conceptuel stable. Tous s'entendent toutefois sur leur tripolarité : savoir-faire, savoir-être et savoir-vivre-ensemble. Tous s'entendent également sur la nature de ces compétences, à la fois transdisciplinaires et ancrées dans les technologies de l'information et de la communication (TIC). (de Champlain, 2022, p. 79)

De plus, sur le plan du contexte, le besoin d'innovation des entreprises est induit entre autres par les grandes tendances qui impactent le monde : par exemple les changements démographiques, comme le vieillissement de la population ou l'immigration, l'accélération technologique dans notre cas, ou encore les crises géopolitiques (IPSOS, 2023). Enfin l'employabilité (AdvanceHE, 2019) peut être entendue selon deux approches : soit en lien avec les capacités individuelles d'un individu (Yorke, 2006), soit elle se réfère au marché du travail, où l'employabilité peut être définie comme les opportunités relatives de trouver et de conserver différents types d'emploi (Brown *et al.*, 2003).

Le dispositif présenté traite d'un cours de marketing d'une filière en économie d'entreprise d'une université des métiers, en première année de baccalauréat, dont l'un des chapitres traite de l'innovation et de la création de nouveaux produits, respectivement services. Par ce dispositif, cet article cherche à comprendre l'impact d'un nouveau design pédagogique intégrant des technologies émergentes sur l'apprentissage des étudiants de l'enseignement supérieur. Une expérience initiatique est utilisée dans notre cas comme source d'apprentissage et se basera sur les six propositions de la théorie de l'apprentissage expérientiel (*Experiential Learning Theory*) de Kolb (2015).



Contexte

Depuis 1992 en France, l'entreprise de cosmétique L'Oréal Paris organise chaque année un concours de marketing, nommé Brandstorm¹. L'objectif pour l'entreprise est double. D'une part, il s'agit de stimuler les étudiants sur un sujet précis afin d'identifier les futurs talents. Le deuxième objectif est une démarche de génération massive d'idées (*crowdsourcing*) sur une thématique choisie par l'entreprise (Jouny-rivier et Renault, 2022).

Le thème du Brandstorm 2023 est « Crack the new codes of beauty / your playing field: AR, VR, AI, NFT, gaming & Metaverse », qui pourrait se traduire par « Décode les nouvelles règles de la beauté, avec comme terrain de jeu : la réalité augmentée (AR), la réalité virtuelle (VR), l'intelligence artificielle (AI), les NFT (jetons non fongibles), le jeu (sous-entendu en ligne) et le métavers ».

Une mesure de la connaissance initiale de nos étudiants sur ces thématiques est indispensable. Pour une haute école, participer à ce concours vise à encourager chez ses étudiants l'innovation, la créativité et l'esprit d'entreprendre, autant de compétences visées par le cursus (Olaniyi, 2022). Ce projet permet de travailler les quatre compétences essentielles du 21^e siècle (de Champlain, 2022) : coopération, créativité, esprit critique et communication.

Parallèlement, des objectifs pédagogiques ont été définis pour ce projet :

- Développer des compétences professionnelles en marketing grâce à l'étude d'un cas international concret.
- Travailler en collaboration au sein d'une équipe de trois étudiants dans le cadre du Brandstorm.
- Travailler l'autonomie de l'étudiant dans son apprentissage.
- Comprendre le fonctionnement d'une entreprise internationale en se basant sur l'exemple de L'Oréal.
- Intégrer l'inclusion dans toutes les réflexions.
- Être capable de transposer des connaissances théoriques dans un cas pratique.

Situation initiale chez les étudiants

Afin de connaître le niveau de compréhension actuel des étudiants sur les six sujets proposés par le Brandstorm, un questionnaire d'entrée leur a été présenté.

Pour chacun de ces espaces, les 48 étudiants ayant participé au dispositif ($n = 48$) ont été interrogés, parmi lesquels 44 ont fourni des données exploitables ($n = 44$) regroupées dans 3 tableaux et 2 figures : Quel est votre niveau de connaissance de cet espace?² (tableau 1); Avez-vous déjà des expériences avec cet espace? (tableau 2); Quel est votre sentiment par rapport à cet espace? (tableau 3). Finalement, ils ont dû identifier la technologie avec laquelle ils étaient le plus à l'aise (figure 1), celle avec laquelle ils se sentaient le moins à l'aise (figure 2) et enfin celle qu'ils souhaitaient approfondir (figure 3).

¹ <https://brandstorm.loreal.com/en>

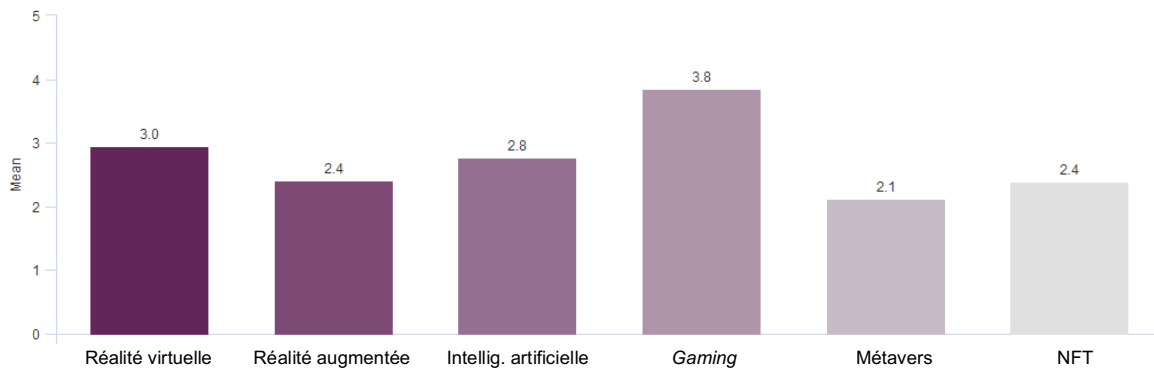
² Le terme « espace » est remplacé dans les questions par chacune des six technologies présentées (AR, VR, AI, NFT, *gaming* et métavers).



Le *gaming* est l'espace le plus connu des étudiants interrogés (tableau 1). Ceci peut s'expliquer par le fait que le jeu est une activité intrinsèquement motivante. Souvent conçus pour être interactifs et immersifs, les jeux favorisent la collaboration et le partage entre joueurs.

Tableau 1

Quel est votre niveau de connaissance de chacun des espaces suivants?
(0 = je ne connais pas / 5 = je connais parfaitement)



Note. n = 44. © Auteurs.

Le tableau 2 démontre que si le *gaming* est l'espace qui a été le plus investi, celui du métavers est largement méconnu. En Suisse, plus de 33 % de la population joue à des jeux vidéo (Hüttermann 2021). À noter que c'est également via le *gaming* que le marketing investit le marché des réalités virtuelles et augmentées actuellement. Dans ce tableau, les deux éléments de réponse « aucune expérience » et « j'ai testé une fois » (testé 1x) ont été additionnés, car un test unique ne peut être considéré comme un apprentissage efficace. Selon le modèle d'acceptation de la technologie (TAM) de Venkatesh, l'utilisateur doit être confronté à la technologie plusieurs fois pour en faire une expérience (Venkatesh *et al.*, 2012). Le TAM est un modèle largement utilisé pour expliquer l'acceptation des technologies par les individus. Il propose que l'intention d'utiliser une technologie est déterminée par deux facteurs : l'utilité perçue et la facilité d'utilisation perçue.



Tableau 2

Expérience que les étudiants ont déjà eue avec chacun des espaces

Espace	Catégorie				Total (abs)	Total (%)
	Aucune (abs)	Aucune (%)	Testé 1x (abs)	Testé 1x (%)		
<i>Réalité virtuelle</i>	18	41	23	52	41	93
<i>Réalité augmentée</i>	14	32	11	25	25	57
<i>Intelligence artificielle</i>	6	14	12	27	18	41
Gaming	5	11	7	16	12	27
<i>Métavers</i>	41	93	2	5	43	98
<i>NFT</i>	34	77	7	16	41	93

Note. n = 44. © Auteurs.

Le tableau 3 démontre que le *gaming*, qui est l'espace qui a déjà été le plus testé, est également celui qui est le plus apprécié et celui qui compte le moins de « sans avis ». Historiquement, c'est également l'espace qui s'est développé le plus tôt avec

Tableau 3

Sentiment par rapport à chacun de ces espaces

Espace	Catégorie			
	J'aime	Je n'aime pas	Je suis indifférent	Sans avis
<i>Réalité virtuelle</i>	16	3	13	12
<i>Réalité augmentée</i>	14	2	13	15
<i>Intelligence artificielle</i>	18	4	12	10
Gaming	25	5	8	6
<i>Métavers</i>	11	7	11	15
<i>NFT</i>	8	13	10	13

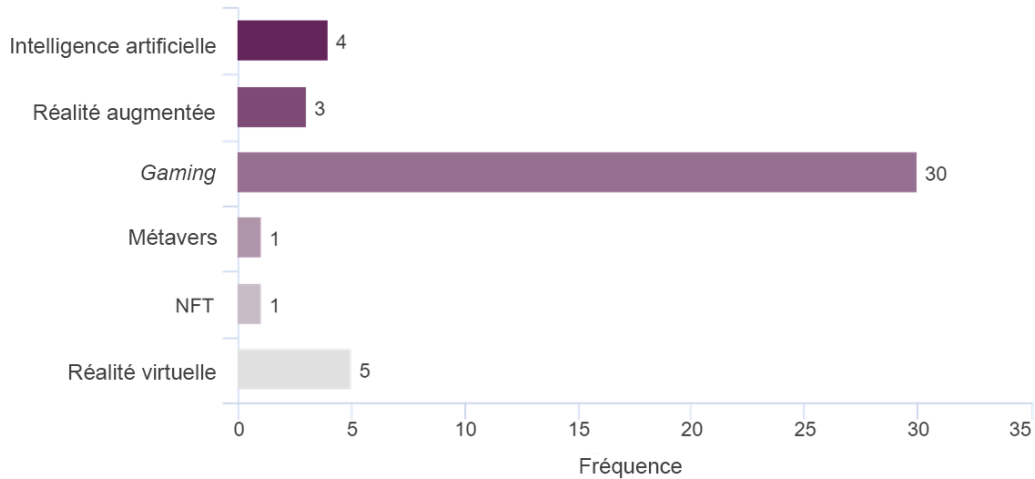
Note. n = 44. © Auteurs.

Le *gaming* est le thème où les étudiants se sentent le plus à l'aise (figure 1). Historiquement, le *gaming* est l'espace qui s'est développé le plus tôt sur le marché, avec par exemple *Pong* de la société Atari, un des premiers jeux vidéo d'arcade sorti en 1972 (1975 pour la version console de jeu). *Pong* est le premier jeu électronique à devenir populaire et, sans surprise, il est régulièrement réédité en version « rétro » pour le plaisir des *fans*. Par la multiplication des types de consoles et des éditeurs de jeux, par la diversité des techniques de jeu, la multiplicité des titres et par sa portabilité sur de nombreux appareils (par exemple le *smartphone*), le *gaming* est un succès commercial démontré. Certainement que l'aisance avec cet espace affirmée par les étudiants est liée à la pratique qu'ils ont déjà expérimenté de cet espace démocratisé.



Figure 1

Visualisation des thèmes où les étudiants se sentent le plus à l'aise

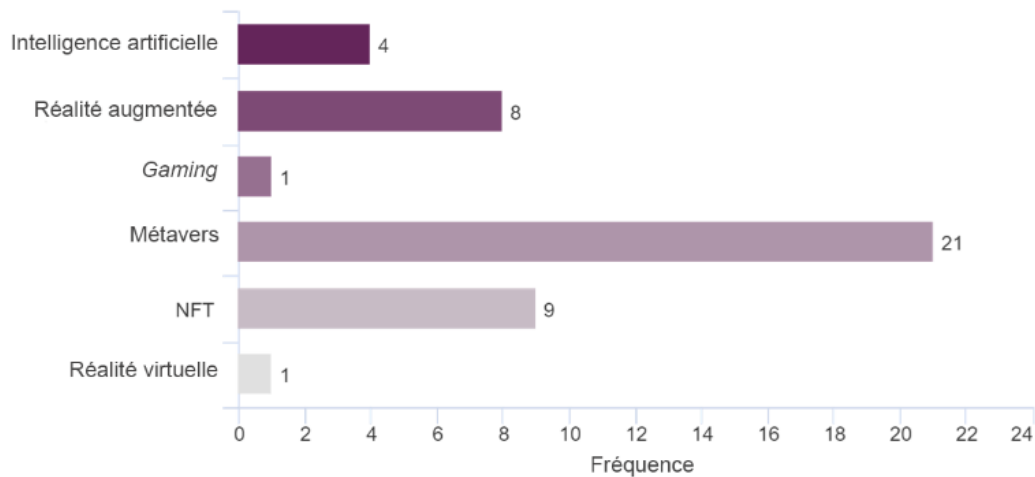


Note. n = 44. © Auteurs.

A contrario, c'est dans le thème du métavers que les étudiants se sentent le moins à l'aise (figure 2). Le métavers nécessite un équipement technologique avancé, avec des technologies d'usage coûteuses tant pour l'utilisateur final que pour l'entreprise qui souhaite y réaliser un développement.

Figure 2

Visualisation des thèmes où les étudiants se sentent le moins à l'aise

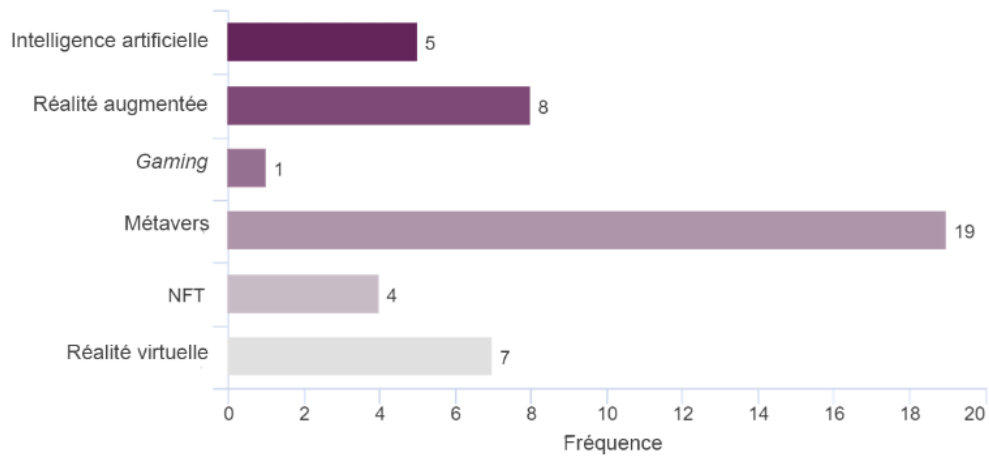


Note. n = 44. © Auteurs.

Ces barrières à l'entrée font d'une part que les étudiants estiment ne pas être à l'aise avec cette technologie, car ils ont eu peu ou pas d'occasion de l'expérimenter, et d'autre part (figure 3) qu'ils se réjouissent d'approfondir sa découverte.



Figure 3
Thèmes que les étudiants se réjouissent d'approfondir



Note. 1 seul choix possible, n = 44. © Auteurs.

En conclusion, il est évident que plus un espace est connu, plus les étudiants se sentent à l'aise avec cette thématique et moins il faudra approfondir la formation sur cette thématique. Ces résultats ont démontré qu'une formation, ou au moins une explication des différents espaces, est nécessaire avant de commencer la phase d'idéation.

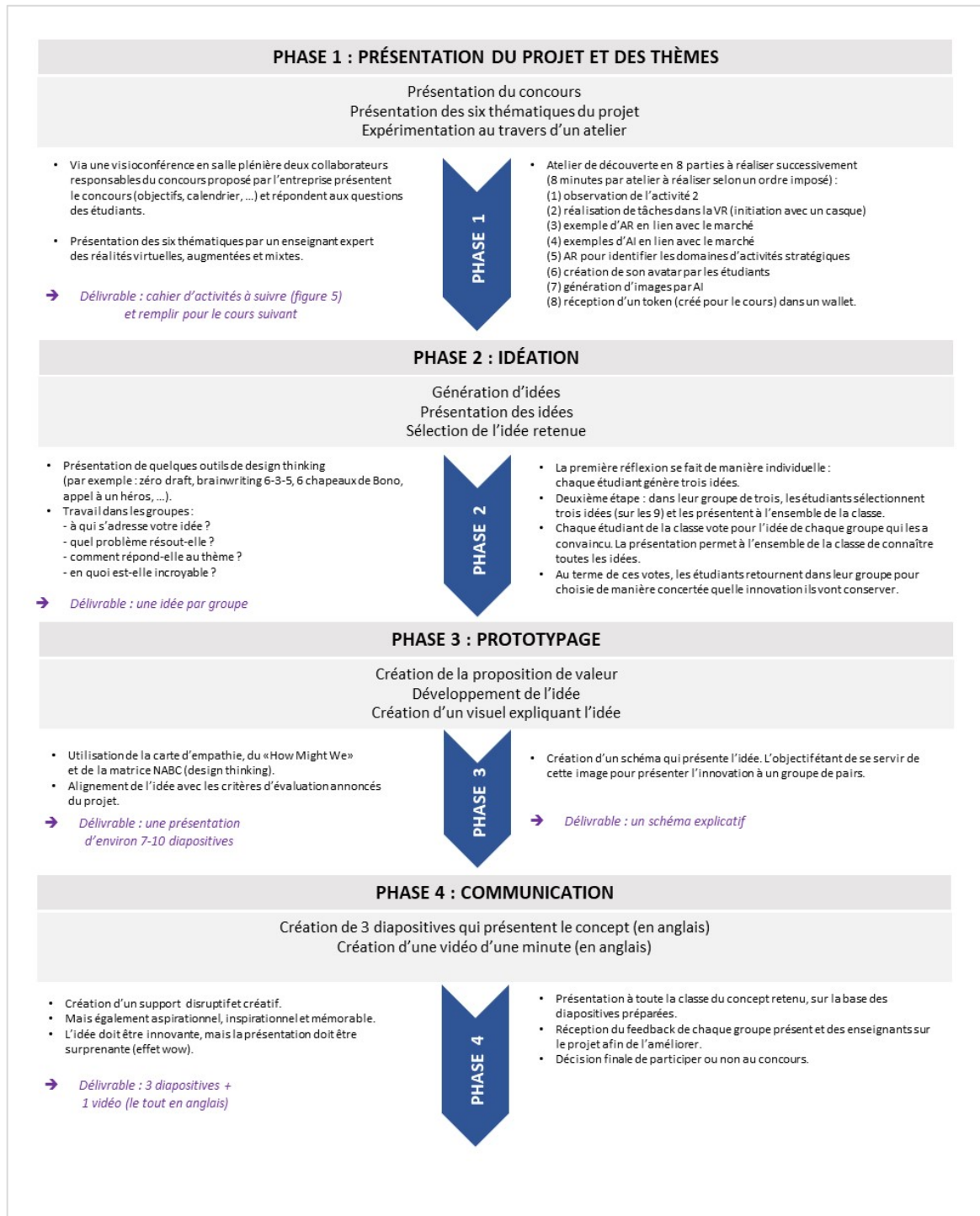
Méthodologie

Le nombre d'étudiants impliqués dans le cours (n = 48) a encouragé les enseignants à les faire travailler en parallèle, afin que chaque groupe bénéficie du meilleur suivi possible.

Le dispositif de pédagogie active (Androutsos et Brinia, 2019; Christersson et Staaf, 2019) mis en place est constitué de quatre phases réparties linéairement sur des semaines de cours consécutives. Basées sur des méthodologies du *design thinking* (Siemon *et al.*, 2018; Panke, 2019), elles nécessitent un fort encadrement par l'équipe enseignante. Ces quatre temps sont illustrés dans la figure 4. Ils ont été suivis de temps réflexifs supplémentaires, dont l'objectif est de permettre aux étudiants d'améliorer leur idée grâce au retour de leurs pairs et de les motiver à participer finalement au concours, vu que ce dernier est facultatif.



Figure 4
Présentation des différentes phases



Note. © Auteurs.



© Auteurs. Cette œuvre est distribuée sous licence [Creative Commons 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



Afin de guider les étudiants, un cahier d'activités (figure 5) a été créé. Son objectif est d'une part de permettre aux étudiants d'être autonomes à l'intérieur de chacune des activités et d'autre part d'avoir un support physique annotable qu'ils pourront totalement s'approprier et conserver.

Figure 5
Cahier d'activités

Note. Métavision du cahier d'activités. © Auteurs.



© Auteurs. Cette œuvre est distribuée sous licence Creative Commons 4.0 International.



Le passage d'une activité à l'autre est rythmé par une alarme gérée par l'enseignant. Les activités proposées dans le cahier sont par exemple : réalisation de tâches dans la VR (avec le port du casque), présentation d'exemples de AR et de AI chez L'Oréal, création de son propre avatar, ou encore utilisation de l'AI pour générer des images illustratives (avec Dall·E2 d'OpenAI).

La gestion de la partie technique des ateliers a nécessité la connaissance et le soutien technique de plusieurs assistants. En effet, les étudiants étant novices avec les casques de réalité virtuelle, il a fallu organiser la présence d'une personne en soutien technique pour chaque table de l'espace des ateliers (nombre de tables = 7). De plus, il est à relever que comme l'école ne possède pas suffisamment de casques de VR (nombre nécessaire = 7), des emprunts ont dû être effectués.

Faire fonctionner 7 casques de génération différente (4 Meta Quest 2, 3 Meta Quest 1) durant 3 heures a été un grand défi. Plusieurs éléments à améliorer ont été consignés afin de ne pas reproduire les possibles ruptures : charge des batteries, compatibilité avec les ordinateurs des étudiants, nécessité de disposer de plusieurs Wi-Fi différents afin de projeter le contenu de chaque casque, besoin en espace physique suffisamment vaste pour permettre aux testeurs d'exprimer leur créativité gestuelle, etc.

À la suite des trois premières phases décrites dans la figure 4, le concept est défini. Afin de cadrer le travail, un rôle distinct à chacun des trois membres de l'équipe est assigné. En référence à l'acronyme des conférences TED, les rôles sont les suivants : (T) = le *Team Leader* sera responsable de l'identification du problème, de l'exposition de la solution et des indicateurs de mesure de performance; (E) = l'*Experience Designer* s'occupera spécifiquement de l'identification des segments de clientèle, des solutions de rechange existantes chez les concurrents et des barrières à l'entrée; enfin le (D) = le *Dream Realizer* s'assurera de la création effective de valeur, des canaux de distribution de l'innovation et de la génération durable de revenus pour l'entreprise.

Analyse réflexive et évaluation – retour des étudiants

Au terme de l'exercice, un nouveau questionnaire est distribué aux étudiants afin qu'ils effectuent une pratique réflexive sur l'apprentissage réalisé durant les semaines du concours.

Deux questions ont été posées aux étudiants concernés par le concours : 1) « Pour ce projet, quels ont été vos plus grands succès/échecs? » 2) « Dans le cadre de ce projet, qu'avez-vous concrètement appris? ». Ces questions ouvertes permettent aux étudiants de s'exprimer de manière spontanée sur l'exercice réalisé. Les réponses à ces questions sont compilées aux tableaux 4 et 5.

Dans le tableau 4, on constate que les plus grands succès rencontrés se concentrent autour des échanges entre pairs, puisque le premier élément spontanément cité est la cohésion de groupe (cité 12 fois), suivi par le travail participatif. Les étudiants plébiscitent ainsi la démarche d'apprentissage en équipe autour d'un projet.

La mauvaise gestion du temps, citée 13 fois comme étant le plus grand échec de cet exercice, est le seul élément important négatif relevé. Durant l'avancement du projet, les étudiants ont été rendus attentifs à plusieurs reprises à la nécessité de bien s'organiser et de se répartir les tâches rapidement afin de ne pas se laisser déborder et de rendre le projet dans les temps impartis. Comme ce sont des étudiants primoarrivants, ils ne disposaient pas encore de l'expérience nécessaire pour anticiper le ralentissement prévisible du projet, lié au nombre de personnes impliquées.



Tableau 4

Succès et échecs relevés par les étudiants (n = 48)

Succès	
<i>Cohésion de groupe / communication</i>	12
<i>Travail participatif</i>	9
<i>Remise en question des idées</i>	3
Échec	
<i>Mauvaise gestion du temps / manque de temps</i>	13
<i>Absence de certains étudiants lors de cours clés</i>	1

Note. Les réponses sont spontanées.

L'apprentissage du fonctionnement des réalités immersives était au cœur de notre dispositif. Il est encourageant de constater dans le tableau 5 que les étudiants identifient clairement avoir appris de nouvelles connaissances disciplinaires, ce qui était le but premier de notre exercice. L'approche pédagogique utilisée du travail en groupe dans une démarche structurée et guidée leur a donné quelques clés pour fonctionner de manière efficace et professionnelle en équipe. Enfin la partie expérimentelle et appliquée du projet rejoint l'apprentissage théorique réalisé, puisque cet élément est également cité 15 fois par les étudiants.

Tableau 5

Qu'avez-vous concrètement appris? (n = 48)

Éléments cités	
<i>Nouvelles connaissances / web 3.0</i>	24
<i>Travail de groupe efficace</i>	23
<i>Techniques de brainstorming / créativité</i>	19
<i>Application pratique de la théorie / outils vus en classe</i>	15
<i>Projet professionnel</i>	9
<i>Analyse des tendances / nouveautés</i>	5
<i>Capacité à réaliser des recherches scientifiques</i>	3
<i>Autonomie / leadership</i>	3
<i>Évaluation des risques / gestion des erreurs / itération</i>	2
<i>Compétences linguistiques</i>	1
<i>Intégration des thèmes : durabilité, inclusion, digitalisation</i>	1

Note. Les réponses sont spontanées.

Synthèse des résultats

La réalisation du processus créatif durant un temps donné relativement court (1 mois ½) a permis de générer 17 projets innovants qui pourraient tous être présentés au concours, car ils répondent aux critères d'évaluation de ce dernier. Les idées se répartissent en deux catégories de propositions : a) celles qui nécessitent un énorme coût de recherche et développement : un miroir augmenté qui, sur la base d'une IA, propose des conseils personnalisés à la personne qui s'y confronte ou encore la visite virtuelle (en VR) de la production de certains produits de L'Oréal, afin de démontrer leur dimension durable et locale, et b) celles qui s'intègrent dans l'écosystème actuel de l'entreprise : la création d'un avatar basé sur une



analyse de peau réalisée grâce aux technologies de l'IA et de l'AR de L'Oréal, et qui permet un test et un achat du produit dans la VR.

L'attribution des différents rôles aux étudiants (TED) a obligé chacun à s'impliquer dans le projet. Afin de respecter l'alignement pédagogique, chaque étudiant a été évalué sur le projet global et plus spécifiquement sur sa partie.

Dans les trois points forts relevés spontanément par les étudiants se trouvent la communication, la coopération et la pensée critique, qui comptent parmi les compétences clés visées par le cursus suivi. Dans les points négatifs, le manque ou la mauvaise gestion du temps est un élément qui sera corrigé dans la prochaine édition. En effet, l'autonomie de l'étudiant avait été mise au centre des activités; toutefois, un accompagnement plus strict sur le plan temporel sera mis en place.

Les apprentissages identifiés par les étudiants comme étant réalisés durant le dispositif sont en corrélation avec les thématiques réellement travaillées en cours, qui elles-mêmes sont alignées avec le syllabus de ce cours de marketing. Ainsi de nouvelles connaissances tant sur le plan du web 3.0 que des techniques de *brainstorming* et de créativité ont été acquises.

Lors du questionnement des étudiants, il est ressorti de cela que c'était la première fois de leur cursus qu'ils expérimentaient un dispositif de ce type : ouvert sur la génération d'idées, mais strict sur la gestion opérationnelle.

Voici un extrait de l'analyse d'un étudiant :

Ce travail m'a permis de comprendre tout le cheminement avant qu'un produit soit disponible sur un marché. Il ne suffit pas d'avoir une idée et on claque des doigts. Cela m'a permis de comprendre la véritable démarche marketing. Comme je serai appelé à le pratiquer dans ma carrière, cette expérience a vraiment été une plus-value pour mon futur. (Et.14/2023)

Organiser un dispositif de formation de ce type nécessite une marge de manœuvre importante. La prise de risque de ces derniers, pour se lancer dans l'enseignement et l'encadrement de projets autour de technologies novatrices et non encore largement diffusées, les obligent à se former en amont du dispositif. Cela demande un lâcher-prise chez le corps enseignant qui se retrouve dans la posture du « guide on the side » plutôt que du « sage on the stage » (King, 1993).

Discussion et critères de réussite d'un tel projet

Ce nouveau design pédagogique a eu un impact positif sur l'apprentissage des étudiants qui l'ont démontré par la créativité de leurs propositions d'intégration de nouvelles technologies dans leurs projets. Or avant de pouvoir réaliser cette intégration dans les stratégies marketing des entreprises, il s'agit d'en comprendre le fonctionnement et les usages. Si l'approche expérientielle semble optimale dans ce dispositif, une étude sur la motivation des étudiants et leur intérêt devrait être réalisée sous l'angle du dispositif d'apprentissage. Pour reprendre les deux dimensions avancées par Venkatesh (Venkatesh *et al.*, 2012), il est à relever que si la partie « utilité » a bien été démontrée, celle en lien avec la « facilité d'utilisation » est restée peu explorée, puisque les étudiants étaient totalement guidés dans leur expérience et n'ont eu ni à choisir les espaces à découvrir ni à configurer les appareils utilisés pour ces activités. L'impact du groupe sur cet apprentissage a également été relevé positivement.



Le design pédagogique initié dans ce dispositif nécessite une expérience d'enseignement confirmée afin d'ajuster en continu l'alignement pédagogique souhaité, une expertise mise en place d'activités expérientielles avec de grandes cohortes (une soixantaine d'étudiants) et enfin une bonne compréhension de l'écosystème numérique utilisée pour l'expérience. Il a donc fonctionné dans notre contexte d'étudiants en formation universitaire professionnalisante, avec des enseignants expérimentés avec d'excellentes connaissances techniques, mais il ne sera pas si aisé à reproduire avec une population estudiantine plus classique. Il serait intéressant d'étudier si le dispositif pouvait s'adapter à un parcours plus académique, que ce soit sur le plan des connaissances travaillées, des compétences visées que de la réalisation du dispositif en lui-même.

Conclusion

Travailler sur un projet professionnalisant dans une université des métiers permet de remplir la mission initiale d'employabilité rapide des étudiants à la sortie de leurs études. En principe, la première année de formation met en avant un apprentissage individualisé pour se diriger de manière progressive vers des projets de groupe sur les deux années suivantes de formation. Dans le cadre de ce projet, le choix a été fait de développer des compétences de collaboration chez nos étudiants, qui leur seront nécessaires pour la suite de leur formation, tout en assurant une évaluation de la progression de l'apprentissage de manière individualisée.

Participer à des concours internationaux permet à une école de comparer le niveau de performance de ses étudiants à une échelle internationale. Cela permet également de confirmer que les formations offertes correspondent au niveau attendu par le marché. Cet élément est d'autant plus pertinent si le concours est, comme c'est le cas ici, issu d'une entreprise qui fait référence dans son domaine. À titre d'exemple, l'an dernier, c'est plus de 500 nouvelles recrues qui ont été embauchées par l'entreprise à la suite du concours.

Proposer un tel dispositif à des étudiants primoarrivants peut les déstabiliser. Issus de cursus où l'enseignement frontal est la norme, les placer au centre de leur apprentissage, leur permettre d'avancer dans leur réflexion à leur vitesse et en fonction de leurs connaissances initiales les a perturbés dans un premier temps. La communication autour du projet et la répétition des objectifs pédagogiques de la démarche devraient être renforcées dans les prochaines éditions afin que les étudiants puissent les intégrer efficacement.

Spécifiquement pour les thématiques de cette année (VR, AR, AI, métavers, *gaming* et NFT), leur impact sur le marketing, plus généralement sur le comportement du consommateur et sur les différents marchés, va être majeur. Il est donc fondamental de former nos étudiants le plus tôt possible dans leur cursus à ces nouvelles réalités (Plouffe, 2022) afin qu'ils les intègrent dans leurs futurs projets d'étudiants, puis leur pratique professionnelle.



Liste de références

- AdvanceHE. (2019). *Essential Frameworks for Enhancing Student Success. Embedding employability in Higher Education*. <https://tinyurl.com/2dutva8i>
- Androutsos, A., et Brinia, V. (2019). Developing and Piloting a Pedagogy for Teaching Innovation, Collaboration, and Co-Creation in Secondary Education Based on Design Thinking, Digital Transformation, and Entrepreneurship. *Education Sciences*, 9(2), 113. <https://doi.org/10.3390/educsci9020113>
- Brown, P., Hesketh, A., et Williams, S. (2003). Employability in a Knowledge-driven Economy. *Journal of Education and Work*, 16(2), 107-126. <https://doi.org/10.1080/1363908032000070648>
- Christersson, C., et Staaf, P. (2019). *Promoting active learning in universities. Learning & Teaching Paper #5*. European University Association. <https://tinyurl.com/2bpybk56>
- De Champlain, Y. (2022). Les compétences du 21^e siècle : Associer la pensée à la pratique. *Revue hybride de l'éducation*, 5(2), 78-105. <https://doi.org/10.1522/rhe.v5i2.1236>
- Hüttermann, M. (2021). *eSports Schweiz 2021: Eine Studie des Instituts für Marketing Management unter der Leitung von Marcel Hüttermann*. ZHAW School of Management and Law. <https://doi.org/10.21256/zhaw-22296>
- IPSOS. (2023). *A New World Disorder? Navigating a Polycrisis. Global Trends 2023*. <https://www.ipsos.com/sites/default/files/2023-Ipsos-Global-Trends-Report.pdf>
- Jouny-Rivier, E., et Renault, S. (2022). Innover via le crowdsourcing : Quel type de plateforme privilégier? *Survey Magazine*. <https://hal.science/hal-03561620>
- King, A. (1993). From Sage on the Stage to Guide on the Side. *College Teaching*, 41(1), 30-35. <https://faculty.washington.edu/kate1/ewExternalFiles/SageOnTheStage.pdf>
- Kolb, D. A. (2015). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* (Second edition). Pearson Education, Inc.
- Lanarès, J., Laperrouza, M., et Sylvestre, E. (2023). *Design pédagogique* (1^{re} édition). Épistémé. <https://doi.org/10.55430/8015VA01>
- Laugesen, J., et Yuan, Y. (2010). What Factors Contributed to the Success of Apple's iPhone? 2010 Ninth International Conference on Mobile Business and 2010 Ninth Global Mobility Roundtable (ICMB-GMR), 91-99. <https://doi.org/10.1109/ICMB-GMR.2010.63>
- Olaniyi, O. N. (2022). Digital skill and future of business education students. *International Journal of Multidisciplinary and Current Educational Research*, 4(1), 186-192. https://www.ijmcer.com/wp-content/uploads/2022/01/IJM CER_W0410186192.pdf
- Panke, S. (2019). Design Thinking in Education: Perspectives, Opportunities and Challenges. *Open Education Studies*, 1(1), 281-306. <https://doi.org/10.1515/edu-2019-0022>
- Plouffe, N. (2022, 7 mars). *Intégrer la RV en éducation : Comment ? Pourquoi ?* <https://pedagogienumerique.chaire.ulaval.ca/bloques/integrer-la-rv-en-education-comment-pourquoi/>
- Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren. (2022). *Système éducatif suisse* [Graphique] / CDIP. <https://edudoc.ch/record/215808?ln=fr>
- Siemon, D., Becker, F., et Robra-Bissantz, S. (2018). How Might We? From Design Challenges to Business Innovation. *Journal of Creativity and Business Innovation*, 4, 96-110. <https://tinyurl.com/2czxmu9m>
- Venkatesh, Thong, et Xu. (2012). Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. *MIS Quarterly*, 36(1), 157. <https://doi.org/10.2307/41410412>
- Yorke, M. (2006). *Employability in higher education: What it is – what it is not*. Higher Education Academy.
- Yvon, F., et Zinchenko, Y. (2011). *Vygotsky, une théorie du développement et de l'éducation*. Recueil de textes et commentaires. Faculté de psychologie, Université d'État de Moscou Lomonossov.



Le potentiel didactique et pédagogique des technologies immersives en classe de Monde contemporain : opportunités et défis

The Didactic and Pedagogical Potential of Immersive Technologies in Contemporary World Classroom: Opportunities and Limits

El potencial didáctico y pedagógico de las tecnologías inmersivas en el aula de Mundo contemporáneo: oportunidades y límites

<https://doi.org/10.52358/mm.vi16.359>

Normand Roy, professeur
Université de Montréal, Canada
normand.roy@umontreal.ca

Bruno Poellhuber, professeur
Université de Montréal, Canada
bruno.poellhuber@umontreal.ca

Marie-Claude Larouche, professeure
Université du Québec à Trois-Rivières, Canada
marie-claude.larouche@uqtr.ca



RÉSUMÉ

Les technologies immersives sont de plus en plus présentes dans le contexte éducatif. Même si certaines méta-analyses ont montré un résultat positif de certaines technologies immersives TI (Chen *et al.*, 2020; Coban *et al.* 2022), nous devons encore explorer ses applications pratiques dans les classes. Les avantages pédagogiques ont été mentionnés à plusieurs reprises (Freina et Ott, 2015, Di Natale *et al.*, 2020), mais ils peuvent être modérés par de nombreux défis dans la salle de classe. Dans cet article, nous avons proposé de faire la lumière sur deux études de cas d'exploitation pédagogique de la technologie immersive à l'aide de casques au niveau secondaire en univers social. Les expériences ont été documentées par des groupes de discussion avec les élèves et des entretiens individuels avec les enseignants. Le premier cas proposait d'explorer le conflit en Syrie sous différents angles, avec l'aide de vidéos à 360° et d'une application de visualisation de lieux dans le monde. Le second cas visait à amener les élèves à comparer la réalité passée et présente dans le contexte de Pékin, à partir de vidéos à 360° en réalité virtuelle. Les résultats ont montré que les TI ont un certain potentiel, mais que de nombreuses conditions doivent être mises en place pour en arriver à un usage pédagogique efficace.

Mots-clés : technologies immersives, réalité virtuelle, vidéo à 360°, technologies éducatives, secondaire, univers social

ABSTRACT

Immersive technologies are increasingly used in education. Although some meta-analyses have shown positive outcomes of certain technologies (Chen *et al.*, 2020; Coban *et al.*, 2022), we still need to explore their practical applications in classrooms. While pedagogical benefits have been mentioned several times (Freina et Ott, 2015; Lewis *et al.*, 2022), they may be moderated by numerous challenges in the classroom. In this article, we propose to shed light on two case studies involving the pedagogical use of immersive technology with headsets at the secondary level in the social sciences. The experiences were documented through student focus groups and individual interviews with teachers. The first case aimed to explore the conflict in Syria from different perspectives, using 360-degree videos and a world location visualization app. The second case aimed to encourage students to compare past and present realities in the context of Beijing, using 360 videos and virtual reality. The results showed that immersive technology has potential but several conditions must be in place to achieve effective pedagogical use.

Keywords: immersive technology, virtual reality, 360 video, educational technologies, high school, social studies

RESUMEN

Las tecnologías inmersivas están cada vez más presentes en el contexto educativo. Aunque algunos metaanálisis han mostrado resultados positivos de ciertas tecnologías (Chen *et al.*, 2020; Coban *et al.*, 2022), todavía es necesario explorar sus aplicaciones prácticas en el aula. A pesar de que los beneficios pedagógicos se han mencionado en varias ocasiones (Freina y Ott, 2015; Lewis *et al.*, 2022), estos pueden verse minorizados por numerosos retos en el aula. En este artículo, proponemos arrojar luz sobre dos estudios de caso que exploran la explotación pedagógica de la tecnología inmersiva utilizando auriculares a nivel de secundaria



en el área de las ciencias sociales. Las experiencias se documentaron mediante grupos focales con estudiantes y entrevistas individuales con profesores. El primer caso tenía como objetivo explorar el conflicto en Siria desde diferentes perspectivas, utilizando vídeos de 360° y una aplicación de visualización de ubicaciones mundiales. El segundo caso tenía como objetivo fomentar que los estudiantes compararan la realidad pasada y presente en el contexto de Beijing, utilizando vídeos de 360° y realidad virtual. Los resultados mostraron que la tecnología inmersiva tiene potencial, pero que se deben cumplir varias condiciones para lograr un uso pedagógico efectivo.

Palabras clave: tecnología inmersiva, realidad virtual, vídeo de 360°, tecnologías educativas, bachillerato, estudios sociales

Introduction

Les technologies immersives (TI) ne sont pas nouvelles : les premières initiatives remontent aux années 1960 avec les premiers casques et vidéos immersifs, dispositifs surtout expérimentaux et très complexes. Au tournant des années 1980, on peut voir l'introduction de dispositifs de formation plus proches de ceux connus aujourd'hui, notamment pour les simulations en aérospatiale. Nous pouvons considérer que c'est plutôt de 2012 à 2015 que les TI sont devenues financièrement accessibles, menant ainsi à des usages à des fins éducatives, d'après les écrits recensés dans Freina et Ott (2015). Depuis 2017, les casques « autonomes » à prix abordables (Oculus Go, Meta Quest 2, etc.) permettent d'entrevoir plus facilement des expérimentations en contexte réel de classe.

Par technologies immersives, nous entendons ici tout type de technologie qui vise à immerger l'utilisateur dans un environnement numérique. Les activités immersives peuvent se réaliser par de la vidéo à 360° (captation d'images vraies), de la réalité virtuelle (images de synthèse 3D modélisées à l'ordinateur) ou des environnements mixtes. L'ensemble de ces activités peuvent être interactives ou non. Bien que l'expression « réalité virtuelle » corresponde à celle utilisée par l'industrie (Arnaldi *et al.*, 2018), elle soulève des enjeux d'interprétation. Pour certains, elles se rattachent strictement à des environnements interactifs réalisés à l'ordinateur (Fuchs, 2017; Lee et Wong, 2008); pour d'autres, la réalité virtuelle peut inclure des environnements non interactifs (Loureiro Krassmann *et al.*, 2020) ou encore de la vidéo à 360° (Pirker et Dengel, 2021). Par souci de simplicité, nous utiliserons les termes *technologie immersive* pour englober autant la vidéo à 360° que les environnements modélisés (images de synthèse 3D), puisque tous les deux permettent une forme d'immersion par des images de synthèse ou des images analogiques, de prises de vue dans l'environnement réel.

Les technologies éducatives innovantes sont confrontées à un grand nombre d'obstacles lorsque vient le temps de les retrouver dans les salles de classe d'aujourd'hui (Lewis *et al.*, 2021), dont : 1) le coût et le processus d'acquisition de matériel non expérimenté avec les élèves; 2) la possibilité d'avoir du matériel pédagogique pertinent à l'égard des programmes de formation; 3) et la formation du personnel enseignant à des approches pédagogiques adaptées. Ajoutons à cela que selon les milieux, l'infrastructure physique et technologique (sécurité informatique, accessibilité du réseau sans fil, etc.) peut être aussi un frein à leur introduction. Après avoir surmonté ces défis, il est ensuite nécessaire d'étudier le potentiel pédagogique et didactique de l'exploitation des TI, selon les différentes intentions d'apprentissage et les contextes de classe.



Dans cet article, nous proposons un récit d'expérience intégrant de la vidéo à 360° en situation de classes du secondaire en univers social. Plus précisément, nous examinerons les conditions pédagogiques et technologiques à mettre en place, et les affordances perçues par le personnel enseignant et les élèves. Nous nous attarderons d'abord au contexte général dans la littérature scientifique, puis en signalant quelques éléments du cadre conceptuel, à la suite de quoi nous présenterons de façon générale les dispositifs pédagogiques proposés. Ensuite, nous ferons état du déroulement en classe des deux cas et, finalement, une description détaillée des usages par les élèves et personnes enseignantes concernées.

Contexte

La recherche sur les usages pédagogiques des technologies immersives (TI) est plutôt récente. Quatre méta-analyses recensent un certain nombre d'écrits depuis le début des années 2000, mais il appert que la majorité des études émergent après 2010. Les premiers résultats insistent particulièrement sur les grands domaines d'usage (Freina et Ott, 2015), sans nécessairement expliciter les contextes précis. Plus récemment, les contextes d'usage des TI pour l'apprentissage semblent être mieux définis et de plus en plus de devis expérimentaux ou quasi expérimentaux sont mis en place (Coban *et al.*, 2022). Ces derniers suggèrent un effet faible pour l'ensemble des études ($g = 0,38$)¹, avec des résultats plus marqués chez les apprenants de l'éducation supérieure. Dans leur méta-analyse, Coban *et al.* (2022) ont conservé 48 études dans une variété de disciplines et de domaines, du secondaire à l'université. La grande majorité de ces études (sans considération pour le niveau) démontrent un effet positif de la réalité virtuelle sur l'apprentissage, allant de très faible (sciences : $g = 0,03$) à très fort (architecture : $g = 1,90$), à l'exception de la chirurgie et de la dentisterie qui affichent des résultats négatifs.

L'étude de Coban *et al.* (2022) privilégie les études qui mesurent l'apprentissage par le résultat à des tests, en laissant de côté les études sur la motivation, l'engagement, l'anxiété, le sentiment d'apprentissage, et sur d'autres facteurs ou aspects contextuels de l'apprentissage qui nécessitent d'autres instruments de mesure. Il appert que les retombées de la réalité virtuelle pourraient se concrétiser dans d'autres aspects éducationnels que les apprentissages directs. Ces résultats nous informent des retombées positives des TI dans différents domaines disciplinaires sur la réussite scolaire, mais nous en disent bien peu sur le déroulement des activités mises en place et les conditions essentielles pour la réussite dans ces activités. Les usages pédagogiques semblent encore à explorer, en examinant davantage le contexte et les usages disciplinaires.

Cadre conceptuel

Pour mieux comprendre les potentialités des technologies immersives, nous nous sommes appuyés sur le concept d'affordance. Gibson (1977) est le premier à l'utiliser. Il le définit comme : « an action possibility formed by the relationship between an agent and its environment » (Nye et Silverman, 2012). En d'autres mots, par exemple, l'affordance correspond aux actions que pourrait faire un élève avec le casque de réalité virtuelle : tourner la tête, interagir avec les objets, se déplacer, etc. Cela représente aussi toutes les possibilités d'actions, ou potentialités, d'un objet technologique, autant celles prévues que celles émergentes, ou imprévues. Les actions prévues ou émergentes peuvent être découvertes au fur et à mesure que l'objet est utilisé, et s'inscrivent en cohérence avec les visées premières de l'objet. Les actions

¹ Le g de Hedge est une mesure de la taille des effets choisie par Coban *et al.* (2022). Elle permet de déterminer si une différence est importante ou non. Selon Sawilowsky (2009, cité dans Coban *et al.*, 2022), un effet minime équivaut à 0,1; un effet moyen à 0,5; et un effet de très grande taille à 1,2 ou plus.



imprévues, quant à elles, ne sont pas prévues par le concepteur. Norman (2002) suggère que l'affordance est déterminée par la perception d'utilité et les propriétés de la technologie. Gaver (1991) propose que l'affordance puisse être perçue par l'usage, mais également prévue dans le dispositif par le concepteur de l'objet technologique.

Le modèle PST (« Pedagogical, Social and Technological »), de Wang (2008), permet d'analyser une situation d'apprentissage selon trois dimensions des affordances perçues par les personnes utilisatrices. La première à considérer est d'ordre *pédagogique*, puisqu'elle concerne l'adéquation entre l'objectif de la situation d'apprentissage, les facteurs favorisant l'apprentissage et la technologie. À l'instar de Dalgarno et Lee (2010), cette dimension intègre les retombées possibles en ce qui a trait à la motivation, à l'engagement, à l'intérêt, etc. La deuxième dimension, d'ordre *social*, correspond aux interactions sociales et à la manière dont la technologie peut faciliter les échanges, la communication et les interactions, autant entre les élèves qu'avec l'enseignant. La troisième dimension, soit *technologique*, concerne davantage la perception d'utilisabilité et la facilité de réaliser des apprentissages par la technologie. Pour apprécier cette dernière dimension, le chercheur doit examiner quelles sont les caractéristiques de la technologie qui facilitent son appropriation (p. ex. : est-ce la technologie a une interface simple ou encore est-ce que la technologie est intuitive pour de nouveaux utilisateurs) et les potentialités possibles en guide d'interactivité. Ce cadre permet, selon nous, d'examiner l'intégration d'une technologie innovante en contexte pédagogique telle que perçue par les personnes impliquées dans un scénario pédagogique avec des technologies immersives.

D'autres potentialités sont aussi au cœur des usages liés aux TI, soit l'empathie et le sentiment de présence, que l'on pourrait voir comme sous-jacentes aux potentialités pédagogiques. Selon Shin (2018), l'empathie peut se définir simplement comme le fait de ressentir comme les autres, et la réalité virtuelle apparaît comme un moyen efficace pour y parvenir. Le sentiment de présence, quant à lui, est très connexe, et correspond plutôt au fait de vivre l'expérience sur place (« embodied experience » dans Shin, 2018 ou « sense of presence » dans Servotte *et al.*, 2020).

À partir d'un récit d'expérience, l'objectif principal est de comprendre les potentialités des TI, au niveau secondaire, du point de vue pédagogique, social et technologique. Pour y arriver, nous avons exploité la technologie dans le domaine de l'univers social, un domaine pour lequel l'ensemble des potentialités nous semblaient particulièrement intéressantes.

Domaine de l'univers social

Le domaine de l'univers social, qui vise à « considérer les réalités sociales et leur complexité dans une perspective spatio-temporelle » (Ministère de l'Éducation du Québec, 2006, p. 295), est présent dans l'enseignement primaire et secondaire. Dans cet article, nous nous attarderons au programme de géographie du premier cycle (Ministère de l'Éducation du Québec, 2006, p. 299) et au programme Monde contemporain au deuxième cycle (Ministère de l'Éducation du Québec, 2017). Au premier cycle du secondaire, trois compétences géographiques sont énoncées : 1) Lire l'organisation d'un territoire, 2) Interpréter un enjeu territorial, 3) Construire sa conscience à l'échelle planétaire (p. 303). Au deuxième cycle, le programme Monde contemporain en retient deux : 1) Interpréter un problème du monde contemporain et 2) Prendre position sur un enjeu du monde contemporain (p. 2).

Plusieurs défis sont inhérents au domaine de l'univers social et il appert que les TI pourraient permettre de mieux former les élèves à ces particularités, notamment par les avantages soulevés par Freina et Ott (2015). Nous choisissons de nous attarder à deux défis bien précis, soit celui de favoriser une meilleure compréhension de la relation espace-temps (Larouche et Araújo-Oliveira, 2014; Laurin, 1999) et de



développer une réflexion personnelle sur les enjeux et débats de société (Simonneaux et Legardez, 2010; Albe, 2008). Pour le premier, l'élève doit être capable de situer dans l'espace et dans le temps des événements pour mieux comprendre des réalités passées et présentes. Cette mise en relation espace-temps peut être complexe pour des jeunes construisant leurs connaissances, puisqu'elle nécessite de se projeter dans des lieux inconnus ou dans des contextes qu'ils pourraient avoir de la difficulté à s'imaginer. Les TI peuvent ainsi jouer un rôle de levier pour visualiser des endroits inaccessibles à la classe, facilitant cette projection. Pour la question des enjeux et des débats de société, Simonneaux et Legardez (2010) soulignent d'ailleurs que pour réfléchir à des questions socialement vives, il faut être capable de comprendre des données variées, de s'approprier de multiples points de vue, qui peuvent bien souvent être divergents. Dans ce cas-ci, les TI s'ajoutent à une variété de moyens (lectures, vidéos traditionnelles, échanges avec l'enseignant) pour réaliser une incursion ou une familiarisation plus en profondeur dans des réalités ou notions qui conservent possiblement un caractère très abstrait aux yeux des élèves. En ce sens, Bollmer (2017) souligne que l'utilisation d'un casque permet de développer l'empathie en voyant à travers les yeux de l'autre.

Dispositif en place

Notre récit d'expérience a trait à deux activités pédagogiques en univers social intégrant l'immersion à partir de vidéos à 360° avec un casque de réalité virtuelle. La première qui a été mise en place en 2019 vise à amener les élèves de cinquième secondaire à réfléchir au conflit en Syrie, pour développer des aspects liés aux tensions et conflits (Ministère de l'Éducation du Québec, 2012, p. 15), soit le droit humain, l'ingérence, les pays impliqués dans des conflits armés, etc. La deuxième activité a eu lieu en 2022, auprès des élèves de deuxième secondaire et portait plutôt sur la compréhension du concept de patrimoine à partir d'une analyse du cas de la Beijing, élément prescrit au programme de formation (Ministère de l'Éducation du Québec, 2014, p. 320). Nous développerons plus en profondeur chaque activité dans les sections suivantes. Comme certains éléments des activités ne sont pas explicités dans cet article (ex. : les questions posées aux élèves), nous vous invitons à prendre connaissance des guides des activités².

Les commentaires formulés lors des échanges qui se sont tenus dans cinq groupes de discussion avec les élèves, sur une base volontaire, et des entrevues individuelles avec les deux personnes enseignantes nous ont servi à prendre un certain recul sur l'expérimentation. Chaque entrevue a été transcrite et le verbatim, codé à l'aide du logiciel QDA-Miner, afin de faire ressortir les éléments les plus significatifs de chaque activité. Le logiciel a été mobilisé uniquement pour une analyse qualitative et descriptive des données, à savoir pour faire le codage et la catégorisation des unités de sens. En lien avec le cadre PST, cinq rubriques ont orienté le codage inductif : apprentissage et compétences visées (P), intérêt et motivation (P), engagement dans l'activité (P), aspects technologiques (utilisabilité et aspect techniques) (T), travail en équipe (S). Les différents propos des élèves ont d'abord été catégorisés à partir de thèmes émergents (p. ex. : intérêt envers la technologique, désintérêt pour le sujet, favorise le travail en équipe, activité ludique favorable à l'engagement, etc.). Ces différents thèmes ont été organisés dans les rubriques correspondantes.

Dans les deux cas, le processus a tout d'abord commencé par l'élaboration de scénarios précisant pas à pas le déroulement de chaque activité d'apprentissage où les TI sont mises à profit. Le processus d'élaboration des scénarios a été le même dans les deux cas et a pris la forme d'une à deux rencontres

² <https://www.recitus.qc.ca/ressources/secontaire/publication/points-de-vue-sur-le-conflit-syrien> et <https://www.recitus.qc.ca/ressources/secontaire/publication/beijing-un-patrimoine-urbain-a-risque>



de concertation entre un conseiller pédagogique du RÉCIT³, la personne enseignante et un membre de l'équipe de recherche.

Dans les deux scénarios qui seront présentés subséquemment, la technologie immersive a été mise à profit comme une amorce d'une séquence d'apprentissage ou encore comme une manière de réinvestir la matière vue en classe précédemment. D'autres activités ont eu lieu en classe, soit de la recherche documentaire (avant le cas n° 1) ou encore la création d'une ressource numérique (après le cas n° 2). Les élèves n'avaient aucune expérience préalable avec les casques de réalité virtuelle, à moins d'un usage personnel à la maison, notamment à travers les jeux vidéo.

Les salles de classe ont été aménagées en îlots de deux tables, pour faciliter le travail en dyade. Un casque Oculus Go ainsi que sa manette ont été remis à chaque dyade. Les rôles de chaque personne ont été établis dès le début de l'activité, soit une personne en immersion et une personne qui réalise une tâche scolaire (lecture ou écriture). Aucune mise en miroir du casque n'a été réalisée⁴. Une fois la vidéo écoutée, les tâches étaient interchangeables.

Cas n° 1 : Points de vue sur le conflit syrien (2^e cycle, secondaire, Monde contemporain)

Les activités ont été réalisées avec 6 classes composées de 20 à 30 élèves, regroupés en dyades, durant 2 périodes de 75 minutes. Cette séquence d'activités d'apprentissage proposée dans le guide pédagogique⁵ avait comme intention de questionner l'élève sur les tenants et aboutissants du conflit, de voir et de lire une variété de médias, et de finalement se positionner sur le concept de belligérant et celui de conflit.

Dans chaque équipe, les élèves devaient accomplir une série de cinq tâches, en dyade, pour mieux comprendre les acteurs impliqués dans le conflit en Syrie. Cela visait plus particulièrement de « Prendre position sur un enjeu du monde contemporain » et la composante « Considérer le traitement médiatique » (Ministère de l'Éducation du Québec, 2017, p. 16). Chaque tâche était similaire et correspondait à consulter deux sources médiatiques (vidéo à 360° ou texte), à répondre à des questions en discutant en dyade et l'enseignante réalisait une brève discussion sur le sujet avec le groupe. Pour chaque tâche, deux points de vue sont proposés, soit à partir de la vidéo à 360° et d'un extrait de texte. Tous les élèves avaient l'opportunité d'expérimenter le casque de réalité virtuelle pour au moins deux des quatre vidéos. Pour les autres vidéos, nous avons examiné trois degrés d'immersion : vidéos à 360° au tableau (1 groupe), vidéos à 360° sur tablette (2 groupes) et vidéos à 360° avec casque (3 groupes).

La première tâche consistait à écouter une vidéo journalistique intitulée « Comprendre la situation en Syrie en 6 minutes » et répondre en équipe aux deux premières questions. Les élèves devaient ensuite vivre la sensation d'être dans un avion de chasse (vidéo 1), pour ensuite se retrouver au sol dans les décombres d'une ville bombardés (vidéo 2), pour finalement rencontrer une jeune fille dans un camp de réfugiés (vidéo 3). La deuxième vidéo comportait des éléments audios en français, alors que les autres vidéos

³ Réseau axé sur le développement des compétences par les élèves par l'intégration des technologies.

⁴ Une mise en miroir consiste à visualiser, sur une tablette ou un ordinateur, ce qui se déroule en temps réel dans le casque de réalité virtuelle.



étaient en anglais. Toutefois, les questions du guide pédagogique étaient dirigées vers les aspects vus et non entendus. De plus, nous avons utilisé l'application Wander qui a permis aux élèves de visiter des lieux significatifs liés au conflit, de manière semblable à ce que permet l'application Google Street View. Pour les groupes sans les casques, Google Street View a été utilisé.

Entrevues avec les élèves et l'enseignante

Trois entrevues de groupe ont été réalisées. Les élèves du deuxième cycle portent un regard critique et intéressant sur les potentialités du casque de réalité virtuelle, dépassant les premières impressions. Nous proposons d'abord d'examiner les aspects se rattachant à la pédagogie (P), ensuite les potentialités sociales (S) et finalement technologiques (T).

Après l'expérimentation, les avis des élèves étaient mitigés sur le potentiel d'apprentissage avec le casque de réalité virtuelle et la vidéo à 360° : ils voyaient le casque comme un outil ludique plutôt qu'éducatif.

Moi, je suis un peu « *old fashion* », c'est un cours où on fait de l'éducation et pour moi la RV c'est un jeu plus qu'un travail. (entrevue 001-2019)

Certains mentionnent qu'ils avaient déjà discuté de certains éléments associés au conflit en Syrie en classe avec l'enseignante lors d'une autre activité quelques mois auparavant, et que les apprentissages avaient déjà été réalisés avec des lectures ou les cours magistraux. En ce sens, ils ne considèrent pas que la vidéo à 360° favorise l'apprentissage. Une élève souligne tout de même :

[...] moi je pense que l'émotion qui est transmise avec les messages, c'est un point positif dans l'apprentissage. (entrevue 1-US)

Les classes qui ont expérimenté d'autres modes mixtes (tablettes ou tableau interactif) avaient des commentaires similaires lors des entrevues, c'est-à-dire que le choix de la vidéo à 360° apporte à l'activité, mais pas nécessairement l'immersion avec le casque. En fait, certains élèves soulignent même que :

[...] le iPad serait plus adapté, car on a l'habitude d'utiliser des tablettes, mais comparé à VR [réalité virtuelle]..., c'est nouveau et c'est principalement pour le divertissement. On sait comment utiliser les tablettes pour être productif. (entrevue 3-US)

Le fait de répondre aux questions du guide pédagogique en même temps qu'ils visionnaient les vidéos rendait plus facile la complétion de l'activité, car avec le casque, il fallait attendre après la fin de la vidéo. Il ressort ainsi que même si les TI permettent de vivre une expérience particulière, la tablette répond mieux aux besoins pédagogiques dans ce cas-ci :

Quand je lis quelque chose en monde contemporain, je ne suis pas capable de me placer dans la peau des gens et bien visualiser, mais quand je regarde une vidéo de ça je me mets dans la place et je suis entouré de tout ça, ça m'aide à visualiser et comprendre. (entrevue 001-2019)

En fait, les élèves soulignent même que le caractère inhabituel et innovant du casque le rend moins pertinent pour l'apprentissage :

C'est un outil qui distrait trop. (entrevue 3)



Ainsi, les élèves ont suggéré qu'ils ont l'habitude d'apprendre par des lectures ou encore par la réalisation de tests. Même s'ils ont perçu un bon potentiel et qu'ils ont aimé l'activité, ils voyaient l'activité réalisée en classe comme un projet de recherche ou comme une occasion inédite d'utiliser la RV.

Sur le plan des potentialités sociales (S), au regard de la technologie elle-même, aucun élément n'a été soulevé, puisque rien n'était prévu dans l'environnement virtuel. Toutefois, les élèves ont mis en évidence les potentialités du scénario qui, lui, favorisait l'échange et le partage de deux points de vue (le texte et la vidéo). Sur le plan des potentialités technologiques (T), les élèves ont trouvé le casque simple à utiliser, bien que d'avoir un peu plus de temps pour l'appropriation aurait été apprécié. Rappelons ici que les élèves étaient plus âgés et, donc, plus expérimentés de façon générale avec la technologie.

L'enseignante a été très positive à la suite de l'activité, mais a également signalé qu'elle aurait modifié des choses au scénario après en avoir fait l'expérience, notamment dans l'animation des discussions avec les élèves. Elle fait la remarque que même entre les six groupes participants, son implication a évolué. Elle s'est permis une plus grande implication dans la réflexion, notamment sur l'influence des médias, les messages véhiculés, etc. Elle souligne que le scénario n'avait pas comme objectif d'apprendre de nouvelles choses, mais bien de se réappropriier des contenus importants et que, dans ce contexte, elle a aussi animé une discussion sur le rôle des médias dans les conflits. Finalement, l'entrevue a mis en évidence que le sentiment d'empathie a été particulièrement mobilisé pendant l'activité, et l'enseignante nous partage que :

[...] quand ils ont lu le texte, leur imagination ne se rend pas là. (Enseignante US)

Entre les statistiques et la description des faits d'une part, pouvoir l'expérimenter ou le « vivre » en virtuel d'autre part, la seconde modalité permet aux élèves de mieux comprendre ce qu'ils ont entendu ou lu dans les autres activités en classe. Sur le plan des affordances technologiques (T), aucun aspect particulier n'a été souligné.

Les observations de l'équipe de recherche mettent en exergue quelques points intéressants. En premier lieu, bien que les jeunes expérimentent des vidéos à 360°, ils sont très statiques lors de l'écoute. Cela peut s'expliquer par la nature des vidéos, puisqu'elles proposent des actions dirigées (p. ex. : une personne qui parle) ou encore par l'organisation physique du local, soit des chaises régulières et des îlots de travail (quatre tables regroupées en carré). Voici un autre point saillant : l'enseignante avait plusieurs points de contrôle dans l'activité, soit des moments où elle posait des questions aux élèves, ce qui permettait quand même de recadrer ou d'assurer les apprentissages. En ce sens, bien qu'un cahier de l'élève ait été rempli par les élèves, l'enseignante, en temps réel, a dirigé les discussions. Les propos et échanges ont mis en évidence une plus grande richesse de l'activité, tout particulièrement la dernière vidéo⁶, qui a suscité une large gamme d'émotions chez les élèves : tristesse, colère, fort ressenti, souffrance, etc.

⁶ *Clouds over Sidra* est un documentaire professionnel dans un camp de réfugié syrien : https://en.wikipedia.org/wiki/Clouds_Over_Sidra



Cas n° 2 : À Beijing, le présent et le passé peuvent-ils cohabiter? (1^{er} cycle, secondaire, géographie)

Dans ce deuxième scénario, réalisé en contexte post-COVID, les élèves de deux classes étaient invités à développer la compétence 2, qui vise à interpréter un enjeu territorial, soit celui de la Chine. Plus précisément, ils devaient être capables de : situer un territoire, caractériser un territoire, établir des faits et déterminer des causes et des conséquences. Pour y arriver, les élèves visitaient plusieurs lieux sélectionnés pour mettre en évidence les tensions du passé et du présent liées au patrimoine : une expérience dans Shanghai en 360°, une vue aérienne à 360° du mur de Chine, finalement, une visite en 360° de la Cité interdite. Il s'agissait de permettre la réflexion sur les éléments qui concernent le développement économique et de conservation de patrimoine, notamment le tourisme, la restauration des biens historiques, la modernité, l'étalement urbain et la densité.

En plus de ces trois expériences, toutes trois sans audio, huit courts documents réflexifs (voir guide) ont été proposés pour discuter de l'afflux des visiteurs, du développement urbain et de l'implantation de la population locale, et des enjeux environnementaux, sociaux et politiques, etc. à Beijing. Lors de l'activité, les élèves devaient, en dyade, expérimenter une activité avec le casque immersif. Alors qu'un des jeunes de la dyade était en immersion, il devait décrire ce qu'il voyait; l'autre devait tenter de représenter sous forme de pictogrammes ce qu'il entendait. Le pictogramme avait comme objectif de faire ressortir les éléments significatifs. Finalement, ils devaient discuter d'une question précise sur le sujet (voir guide⁷). À noter que dans ce scénario, une deuxième activité était prévue sur la même thématique. Dans cette deuxième partie, les élèves devaient créer un parcours immersif dans une plateforme en ligne. Nous ne traiterons pas de cet aspect dans ce texte, puisque nous nous intéressons davantage au volet lié à la technologie immersive.

Entrevue avec les élèves et l'enseignant

Trois entrevues de groupes ont été réalisées avec les élèves. Ils ont été interrogés à partir du même guide d'entrevue, soit d'abord sur les affordances pédagogiques, ensuite sur les affordances sociales et finalement sur les affordances technologiques.

À propos de la valeur ajoutée du casque pour l'apprentissage, des éléments associés au sentiment de présence sont des aspects les plus mentionnés lors des entrevues. Les élèves soutiennent que le fait d'avoir l'impression d'être sur place les a aidés à comprendre les enjeux traités dans l'activité. Lorsque les élèves ont été interrogés sur les apprentissages réalisés, ils rapportent principalement des constatations générales (le mur est grand, il y a beaucoup de monde, on voit les détails, etc.), mais ils mobilisent peu les termes visés (restauration, densité, étalement urbain, etc.) dans la séquence pédagogique (enjeux liés à un développement économique). Ainsi, l'activité immersive a plutôt été associée à des éléments affectifs liés à la présence et à l'immersion, et non de façon explicite aux savoirs abordés. Il appert que même si les élèves nommaient des enjeux pertinents par rapport à l'intention initiale, une activité supplémentaire apparaît nécessaire pour mieux circonscrire les enjeux.

⁷ <https://www.recitus.qc.ca/ressources/secontaire/publication/beijing-un-patrimoine-urbain-a-risque>



Toutefois, dans certains groupes, la discussion en classe a permis de faire émerger les aspects recherchés dans l'activité. Des élèves ont souligné qu'il aurait été pertinent d'avoir une réelle intégration de l'activité avec la réalité virtuelle, soit de « Mettre des panneaux, que tu lises, un peu un peu t'expliquer ou quelqu'un qui te parle puis en même temps [...] ». Il apparaît nécessaire d'explicitier ce qui a été vu, au-delà de la première impression avec le casque. De plus, les élèves ont mentionné que le casque permettait vraiment d'être concentré dans l'environnement numérique, mais auraient aimé plus de liberté ou d'interaction. Comme l'activité consistait à observer uniquement des vidéos à 360°, cette interaction directe était absente.

Le scénario prévoyait des interactions (potentialité sociale) entre les élèves, en proposant à l'élève qui portait le casque de décrire ce qui était vu, alors que l'autre représentait ce que le premier voyait. Plusieurs élèves ont mentionné qu'ils auraient aimé « voir » les autres à partir du casque de réalité virtuelle ou collaborer à l'intérieur de la simulation. En ce sens, les jeunes ont mentionné ceci :

Mais par exemple, peut être un bon travail en équipe. Ça serait par exemple que on soit 2. Ah bah on travaille on, on, on travaille en équipe, mais genre dans le monde virtuel. (Entrevue 2-2022)

La perception d'utilisabilité du casque varie d'un élève à l'autre (potentialité technologique). Alors que certains le qualifient de facile et simple à utiliser, d'autres le voient comme plutôt complexe et peu intuitif :

Moi je trouve que si t'es une personne qui n'est pas très proche des trucs électroniques, si c'est la première fois que tu utilises le casque moi je trouve que ça serait facile de l'utiliser parce que ça dit sur quoi peser puis il n'y a pas trop de boutons sur la télécommande. (Entrevue 1-2022)

Moi j'ai trouvé ça quand même difficile parce que quand tu quittais ça te mettait tout puis je ne savais pas comment retourner sur la vidéo. (Entrevue 1-2022)

L'enseignant rapporte que pour l'apprentissage, le côté immersif du casque est un aspect favorable. Il souligne également que les apprentissages plus conceptuels venaient de l'activité, pas spécifiquement de la réalité virtuelle en elle-même qui devait plutôt servir à concrétiser les savoirs mentionnés précédemment. Lors de l'entrevue, il souligne qu'une deuxième partie, subséquente à la période de réalité virtuelle, a été réalisée en classe, où les élèves devaient effectuer une recherche documentaire plus classique, pour ensuite terminer par une réalisation d'une production médiatique. Il souligne que :

C'est vraiment la 2^e phase que l'élève apprenait selon moi, donc l'utilité de la 2^e phase, c'est vraiment la phase d'apprentissage. (Entrevue enseignant 2022)

Pour ce dernier, les aspects techniques n'ont pas été un frein à l'activité. Il souligne les potentialités de l'appareil choisi, Oculus Go®, puisqu'il est simple d'utilisation et comprend peu d'obstacles à son usage. L'enseignant avait déjà une certaine expérience avec des casques plus avancés (Oculus Quest®) et il avait une bonne préparation à l'activité; la technologie permet d'être au service de l'apprentissage. Finalement, il souligne l'importance de l'appropriation d'une technologie pour en arriver à faire des usages pédagogiques.



L'équipe de recherche souligne que, dans le contexte de cette activité, les élèves n'avaient pas d'écouteur pour l'activité. D'un côté, cela a permis des échanges entre les élèves en immersion et l'autre qui ne l'était pas. De l'autre, cela a entraîné un environnement de classe plus bruyant. Avec le recul, il pourrait apparaître souhaitable d'en faire plus une activité individuelle, et planifier une tâche secondaire pour pallier le manque de matériel informatique⁸ ou encore de rendre la tâche de collaboration plus importante pendant l'activité pour ce scénario.

Synthèse des deux scénarios

Les propos des jeunes sont unanimes sur le fait que les activités immersives ont marqué les esprits, sans toutefois être capables d'explicitement cette perception. Toutefois, il ne semble pas que cette immersion ait vraiment favorisé les apprentissages dans le cas 1 :

Je ne crois pas que j'ai plus appris avec ça, j'ai mieux compris. (Entrevue 1-US)

Par ailleurs, l'enseignante semble penser que l'activité a rejoint davantage les élèves sur le plan affectif, ce qui n'a pas été mesuré et ne figurait pas dans les objectifs de l'activité. En ce qui concerne le cas 2, il semble avoir manqué une étape pour discuter des impressions recueillies ou pour les analyser. Ainsi, les TI semblent s'inscrire comme une étape « marquante » dans une activité, qui peut agir soit comme un levier important ou comme une façon de rendre « tangible » l'apprentissage (Huang et Liaw, 2018), plutôt que comme une activité entièrement autonome. Si comprendre, c'est apprendre, nous pouvons conclure que la réalité virtuelle favorise l'apprentissage, mais les dispositifs en place n'ont pas permis de mesurer explicitement cet apprentissage.

Conclusion

Évaluer les potentialités d'une technologie immersive en contexte de classe est complexe, puisque cela dépend d'un grand nombre d'éléments, notamment la scénarisation des activités, le déroulement en classe, les apprentissages visés et les choix technologiques. En conclusion, nous proposons de revenir sur deux des trois éléments du modèle PST, soit la pédagogique et la technologie. De plus, nous porterons un regard critique sur la mise en place d'une telle activité en contexte réel. Finalement, nous proposerons des recommandations au regard de nos expérimentations.

Les enjeux traités dans les deux scénarios étaient en lien avec différents défis didactiques associés à l'univers social, soit à la fois la relation temps-espace (le patrimoine) et des questions socialement vives (tensions et conflits). Dans les deux scénarios, et plus particulièrement dans celui expérimenté par les jeunes du premier cycle, l'immersion et la présence ressortent comme deux des trois piliers essentiels de l'expérience en TI (le troisième étant l'interactivité), comme souligné par Mütterlein (2018). L'immersion permet de « faire vivre » des expériences inédites aux élèves, ce qui est continuellement mentionné dans toutes les entrevues de groupe. Les élèves pouvaient « être là » ou « voir de leurs yeux » des lieux qui leur sont inaccessibles. Les éléments liés à la présence, à l'empathie et aux éléments affectifs ont été prégnants, particulièrement dans le cas 2, et constituent probablement une voie prometteuse pour amorcer une séquence d'apprentissage en engageant les apprenants sur le plan affectif. Le fait qu'ils soient plus jeunes les a peut-être marqués davantage.

⁸ Comme les groupes du secondaire sont composés de plus de 30 élèves, il n'était pas possible d'avoir un casque par élève.



Sur le plan pédagogique, les scénarios pédagogiques ont permis de développer certains éléments associés aux compétences disciplinaires, en fonction de ce qu'il a été observé dans les réponses des guides pédagogiques et des discussions en classe. Par exemple, pour le conflit en Syrie, les élèves ont soulevé des réflexions au regard des médias (questions 3.6 et 3.7, guide de l'élève), alors que dans le contexte de la réflexion sur le patrimoine, les élèves ont constaté les enjeux de densité (vidéo 1 du cas 1) ou encore de restauration (vidéo 2 du cas 2). Les vidéos étaient pertinentes et adaptées pour les élèves, mais il nous était impossible d'en modifier la trame narrative. Par conséquent, nous étions contraints de voir comment intégrer ce qui est dit dans notre scénario, ou encore d'ignorer l'audio. Les élèves ont d'ailleurs déploré le manque d'interactivité, la troisième caractéristique mise en évidence par Mütterlein (2018). Dans ce contexte, l'activité immersive n'était pas essentielle aux apprentissages, mais visait plutôt une réappropriation de certains contenus qui ont été lus ou présentés, ce qui favoriserait un meilleur transfert des connaissances dans l'environnement immersif (Lewis *et al.*, 2021). Un montage personnalisé de vidéos à 360° existantes permettrait probablement de créer des ressources plus directement utiles aux apprentissages visés.

Sur le plan technologique, la complexité technique de la mise en place de tels scénarios demeure élevée. Cela nous laisse quand même songeurs sur la faisabilité du déploiement d'activités immersives à large échelle dans les classes actuelles. L'accompagnement en classe (présence d'un conseiller ou d'un agent de la recherche) est incontournable pour faciliter la mise en place de l'activité. Il faut penser à la charge des casques et des manettes, à la connectivité sur Internet, aux mises à jour et à la présence des ressources pédagogiques sur les casques. Une fois en immersion, il est difficile de faire un étayage efficace des apprentissages, puisqu'il était quasi impossible d'intervenir auprès des élèves, sans arrêter constamment l'activité. Par exemple, il est arrivé à multiples reprises qu'un élève soit dans le noir pendant plusieurs minutes, alors que le casque était encore éteint, sans même qu'il signale ce problème. Il serait possible d'avoir des systèmes « miroirs » permettant de voir sur une tablette ce qui est vu à partir du casque. Cela pourrait favoriser la verbalisation autour de l'expérience et ainsi que la socioconstruction des apprentissages. Toutefois, ce type d'environnement miroir exige davantage de matériel et des configurations techniques parfois difficiles à réconcilier avec les réseaux sans fil institutionnels.

Les deux scénarios pédagogiques expérimentés semblent prometteurs, mais pourraient être peaufinés à la lumière de l'expérience vécue. Dans le cas n° 1, l'enseignante a joué un rôle de plus en plus actif dans les discussions au fur et à mesure des expérimentations. Dans le cas n° 2, une étape de discussion ou d'analyse sur les premières impressions semblerait pertinente. Ces éléments soulignent l'importance de la qualité du scénario pédagogique, comme le souligne par Poellhuber *et al.* (sous presse).

Finalement, il nous apparaît aussi essentiel de disposer d'espaces physiques aménagés pour apprendre avec les TI et comportant le matériel requis pour faciliter et favoriser la mise en place d'expériences enrichissantes en réalité virtuelle. Les tables de travail, les chaises et même le choix du casque sont des contraintes dont on doit tenir compte pour le déroulement de l'activité en salle de classe. Comme indiqué, les élèves étaient en îlots de travail et la personne avec le casque se retrouvait coupée de son environnement physique, pouvant provoquer des contacts physiques ou des décrochages dans l'activité (distraction par les pairs).

En conclusion, les possibilités de présence, d'empathie et de sensibilisation émotionnelle ou affective à la réalité des autres semblent constituer des potentialités sur lesquelles il est possible d'élaborer des situations pédagogiques pertinentes en univers social. Des scénarios pédagogiques soignés intégrant la RV à certaines étapes semblent prometteurs. En ce qui concerne l'utilisation des TI dans d'autres



contextes, d'autres études sont nécessaires pour cibler d'autres opportunités d'apprentissage, notamment pour le développement de certaines compétences procédurales (Levac *et al.*, 2019) ou encore pour des compétences scientifiques (Durukan *et al.*, 2020). Les résultats de Coban (2022) et de Yu (2021) nous indiquent qu'il existe bien des scénarios favorisant l'apprentissage; nos résultats confirment aussi que cela peut s'opérationnaliser dans certaines conditions dans les matières comme l'univers social, mais que pour inscrire les TI dans une pratique durable, il faut considérer tout autant la pédagogie, l'accompagnement et les aspects techniques.

Liste de références

- Albe, V. (2008). Students' positions and considerations of scientific evidence about a controversial socioscientific issue. *Science & Education*, 17(8), 805-827. <https://doi.org/10.1007/s11191-007-9086-6>
- Arnaldi, B., Guitton, P., et Moreau, G. (2018). *Réalité virtuelle et réalité augmentée : Mythes et réalités*. ISTE Group.
- Bollmer, G. (2017). Empathy machines. *Media International Australia*, 165(1), 63-76.
- Chen, F. Q., Leng, Y. F., Ge, J. F., Wang, D. W., Li, C., Chen, B., et Sun, Z. L. (2020). Effectiveness of Virtual Reality in Nursing Education: Meta-Analysis. *Journal of medical Internet research*, 22(9). <https://doi.org/10.2196/18290>
- Coban, M., Bolat, Y. I., et Goksu, I. (2022). The potential of immersive virtual reality to enhance learning: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 100452. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100452>
- Dalgarno, B. and Lee, M.J.W. (2010), What are the learning affordances of 3-D virtual environments? *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 10-32. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.01038.x>
- Di Natale, A. F., Repetto, C., Riva, G. et Villani, D. (2020). Immersive virtual reality in K-12 and higher education: A 10-year systematic review of empirical research. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2006-2033. <https://doi.org/10.1111/bjet.13030>
- Durukan, A., Artun, H., et Temur, A. (2020). Virtual Reality in Science Education: A Descriptive Review. *Journal of science learning*, 3(3), 132-142. <https://doi.org/10.17509/jsl.v3i3.21906>
- Freina, L., et Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives. Dans *The International Scientific Conference eLearning and Software for Education*, vol. 1, n° 133, p. 10-1007. <https://www.itd.cnr.it/download/eLSE%202015%20Freina%20Ott%20Paper.pdf>
- Fuchs, P. (2017). *Virtual Reality Headsets - A Theoretical and Pragmatic Approach* (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315208244>
- Gaver, W. W. (1991). Technology affordances. Dans Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, p. 79-84.
- Gibson, J.J. (1977). The Theory of Affordances. Dans R. Shaw et J. Bransford. *Perceiving, Acting, and Knowing*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ.
- Huang, H. M., et Liaw, S. S. (2018). An analysis of learners' intentions toward virtual reality learning based on constructivist and technology acceptance approaches. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 19(1). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v19i1.2503>
- Larouche, M. C., et Araújo-Oliveira, A. (2014). *Les sciences humaines à l'école primaire québécoise : regards croisés sur un domaine de recherche et d'intervention*. Presses de l'Université du Québec.
- Laurin, S. (1999). La relation espace-temps dans la formation à l'univers social. Dans J.-L. Klein et S. Laurin (dir.), *L'éducation géographique : formation du citoyen et conscience territoriale*, p. 9-32. Presses de l'Université du Québec.
- Lee, E. A. L., et Wong, K. W. (2008). *A review of using virtual reality for learning*, p. 231-241. Springer Berlin Heidelberg.
- Levac, D. E., Huber, M.E. et Sternad, D. (2019). Learning and transfer of complex motor skills in virtual reality: a perspective review. *Journal of NeuroEngineering Rehabilitation*, 16. <https://doi.org/10.1186/s12984-019-0587-8>



- Lewis, F., Plante, P., et 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://doi.org/10.52358/mm.vi5.161>
- Loureiro Krassmann, A., Melo, M., Peixoto, B., Pinto, D., Bessa, M., et Bercht, M. (2020). Learning in virtual reality: Investigating the effects of immersive tendencies and sense of presence. Dans *Virtual, Augmented and Mixed Reality. 22nd HCI International Conference, HCII 2020, Copenhagen, Denmark, July 19-24, 2020, Proceedings, Part II 22*, p. 270-286. Springer International Publishing.
- Ministère de l'Éducation du Québec (2006). *Programme de formation de l'école québécoise* (PFEQ). Enseignement secondaire, premier cycle. Québec, QC : Gouvernement du Québec. http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/PFEQ/prfrmsec1ercyclev2.pdf
- Ministère de l'Éducation du Québec (2012). Précision des apprentissages au secondaire. Québec, QC : Gouvernement du Québec. <https://tinyurl.com/2ntz5fks>
- Ministère de l'Éducation du Québec (2014). *Programme de formation de l'école québécoise* (PFEQ). Enseignement secondaire, premier cycle, chapitre 7, Domaine de l'univers social. Québec, QC : Gouvernement du Québec. http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/PFEQ/chapitre071v2.pdf
- Ministère de l'Éducation du Québec (2017). *Programme de formation de l'école québécoise* (PFEQ). Enseignement secondaire, deuxième cycle, Monde contemporain. Québec, QC : Gouvernement du Québec. <https://tinyurl.com/s88f685h>
- Mütterlein, J. (2018). The three pillars of virtual reality? Investigating the roles of immersion, presence, and interactivity. *Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences*.
- Norman, D. (2002). *The design of everyday things*. Basic Books.
- Nye, B.D. et Silverman, B.G. (2012). Affordance. Dans Seel, N.M. (dir.) *Encyclopedia of the Sciences of Learning*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_369
- Pirker, J., et Dengel, A. (2021). The potential of 360 virtual reality videos and real VR for education—a literature review. *IEEE computer graphics and applications*, 41(4), 76-89.
- Poellhuber, B., Marquis, C., Wall-Lacelle, S., Fortin, M.N., Roy, N. (sous presse). Pedagogical Practices Associated with Sophisticated Pedagogical Scenarios Using VR Simulations in Science Courses. Proceedings of the ISLS 2023 conference, Montreal, June 2023.
- Sawilowsky, S. S. (2009). New effect size rules of thumb. *Journal of modern applied statistical methods*, 8(2), 26.
- Servotte, J. C., Goosse, M., Campbell, S. H., Dardenne, N., Pilote, B., Simoneau, I. L., Guillaume, M., Bragard, I. et Ghuysen, A. (2020). Virtual reality experience: Immersion, sense of presence, and cybersickness. *Clinical Simulation in Nursing*, 38, 35-43.
- Shin, D. (2018). Empathy and embodied experience in virtual environment: To what extent can virtual reality stimulate empathy and embodied experience? *Computers in human behavior*, 78, 64-73.
- Simonneaux, J., et Legardez, A. (2010). The epistemological and didactical challenges involved in teaching socially acute questions. The example of globalization. *JSSE-Journal of Social Science Education*. <https://doi.org/10.4119/jsse-539>
- Wang, Q.Y (2008). A generic model for guiding the integration of ICT into teaching and learning. *Innovations in Education and Teaching International*, 45(3), 411-419. <https://doi.org/10.1080/14703290802377307>
- Yu, Z. (2021). A meta-analysis of the effect of virtual reality technology use in education. *Interactive Learning Environments*, 1-21. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1989466>

La piste de l'éducation à, par et pour la prudence numérique : un outil pour professionnaliser les enseignants

**The Path of Education to, Through and for Digital Prudence:
A Tool to Professionalise Teachers**

**El camino de la educación en, por y para la prudencia digital:
una herramienta para la profesionalización del profesorado**

<https://doi.org/10.52358/mm.vi16.362>

Laurent Heiser, maître de conférences
Université Côte d'Azur, LINE, France
laurent.heiser@univ-cotedazur.fr

Didier Mouren, professeur documentaliste
INSPE de l'Académie de Nice, France
didier.mouren@univ-cotedazur.fr

RÉSUMÉ

Viser le passage à l'échelle de l'éducation critique au numérique est une difficulté majeure pour la formation des enseignants. Nous envisageons cette piste, « l'éducation à, par et pour la prudence numérique », en montrant que cette dernière pourrait être mise en œuvre dès la formation des entrants dans le métier.

Mots-clés : éthique, expérience vécue, prudence numérique, innovation



ABSTRACT

Aiming to transition to critical digital education is a major challenge for teacher training. We are looking at this avenue - education in, by and for digital prudence - by showing that it could be implemented by training those entering the profession.

Keywords: ethics, experience, digital prudence, innovation

RESUMEN

Apuntar a la transición hacia una educación digital crítica es un reto importante para la formación del profesorado. Estudiamos esta vía (la educación en, por y para la prudencia digital) demostrando que podría implantarse desde la formación de quienes acceden a la profesión.

Palabras clave: ética, experiencia, prudencia digital, innovación

Introduction

Les deux auteurs partagent l'idée d'exploiter une nouvelle « éducation à » en proposant des formes de prudence numérique. Ils montrent, à l'aide de références bibliographiques variées, que la prudence, comme vertu et principe de responsabilité, offre un cadre fécond pour penser les transformations pédagogiques. Ils proposent de s'appuyer sur ces formes pour que des enseignants pensent le numérique sous une approche plus humaniste et holistique.

Laurent Heiser, chercheur en sciences de l'éducation et de la formation au laboratoire LINE, et Didier Mouren, professeur documentaliste de l'Académie de Nice, formateur à l'Institut national supérieur du professorat et de l'éducation, formulent aussi leur souhait d'animer et de développer des recherches collaboratives pour soutenir la professionnalisation des enseignants. Les formes de prudence numérique, comme outil, permettent de légitimer les savoirs numériques et les règles implicites d'usages de ce dernier sans entrer en concurrence avec les connaissances scolaires. Raison pour laquelle ils proposent d'explicitier leur démarche en invitant les enseignants à concevoir des plans de séance au regard de l'éducation à, par et pour la prudence numérique.



Comment en êtes-vous venus à créer ce partenariat?

Nous sommes impliqués, depuis plusieurs années, dans le numérique éducatif, mais en précisant que nos travaux se sont tournés vers les usages des outils et des médias éducatifs (Moeglin, 2005) centrés sur les apprenants (Albero, 2010). Le contexte des mutations, la question du réchauffement climatique et la prise de conscience de l'impact environnemental du numérique sont des points d'ancrage certains pour notre coopération. Après plusieurs années à participer aux mêmes réunions ou événements, nous en sommes arrivés à cette question : comment aider les enseignants à donner du sens aux différents usages (Romero *et al.*, 2017) du numérique éducatif?

Nous formulons ici l'hypothèse que l'éducation à, par et pour la prudence peut mettre les enseignants en situation de concevoir des usages qui vont transmettre des savoirs numériques. Le cadre techniciste des usages est très présent dans les esprits en raison d'une approche déterministe, ce qui peut s'expliquer par une idéologisation (Mœglin, 2016). Or, les recherches ont démontré que les équipements impactent peu ou pas la pédagogie (Cerisier, 2016), ce dont se rendent finalement compte les enseignants. Il faut donc dépasser leur doute en essayant de déplacer la question du numérique vers la question du sens et donc de ne pas faire de la pédagogie le parent pauvre (comme l'illustre parfaitement Bruno Devauchelle dans ses nombreuses chroniques numériques¹ de la formation). Cependant, ce déplacement ne peut être envisagé que sous certaines conditions : premièrement, faire acquérir aux enseignants les savoirs numériques pendant leur formation; deuxièmement, les amener à se les représenter comme légitimes et non concurrentiels avec les disciplines traditionnelles; troisièmement, leur faire assimiler le fait que ces savoirs numériques doivent être problématisés en situations didactiques et pédagogiques qu'ils reconnaîtront comme une activité intégrée à leur métier; enfin, leur faire comprendre que leurs actions peuvent avoir une visée transformatrice. Le problème est complexe, micro (pour la conception des situations d'enseignement), méso (pour la représentation du métier) et macro (pour les normes qui vont permettre d'accélérer ce type de pratiques).

Pourquoi faire émerger la prudence numérique aujourd'hui?

Nous venons de dire que les savoirs numériques ne devraient pas entrer en concurrence avec les connaissances traditionnelles. La connaissance que les enseignants ont de leur discipline, donc leur savoir disciplinaire et scientifique, a la capacité de recontextualiser les choses. Nous interrogeons donc les représentations en nous appuyant sur le levier des problématiques socioenvironnementales, le but étant de penser sa conception de séances en intégrant des formes de prudence numérique. Il s'agit bien de créer des bougés dans les pratiques pédagogiques sans envisager de rupture, mais des transformations progressives qui mettent au centre l'expérience vécue (Heiser, 2020) des enseignants. Nous sommes donc face à un véritable problème de professionnalisation.

¹ <https://www.cafepedagogique.net/2022/12/13/les-chroniques-numeriques-de-b-devauchelle/>



S'agit-il donc de décoder les choses pour encourager la professionnalisation des enseignants?

Nous venons d'avancer l'idée de la nécessité d'amener les enseignants à accepter d'enseigner des contenus qui sont en lien avec nos usages quotidiens du numérique. Nous pensons que le champ des « éducation à » a intégré le numérique éducatif, mais que cela nécessite encore d'être explicité pendant la formation. Sous l'angle de la prudence numérique, nous avons un outil qui précise les formes de prudence. Les enjeux de l'anthropocène nous rappellent aussi que le numérique peut avoir un impact positif sur la planète. Cela signifie continuer à créer des usages technocratifs (Romero *et al.*, 2017) en amplifiant leur articulation avec les disciplines. L'enjeu de la problématisation va de pair avec celui de l'explicitation du rôle de l'enseignant du 21^e siècle. Face à l'omniprésence du numérique dans l'existence des élèves, le rôle de l'enseignant est de fournir les ressources (Giddens, 2012), des points d'appui pour que les élèves développent leur pouvoir d'agir. De ce dépassement naît l'idée de considérer la place de l'éthique dans la posture de l'enseignant, ce qui est compatible avec ce que Roelens (2022) appelle « l'action prudentielle ». Cette éthique passe par l'acquisition des savoirs numériques et des règles implicites dans les usages.

Vous proposez plusieurs formes de prudence numérique, lesquelles exactement?

Nous proposons que les enseignants transmettent ces savoirs numériques et les règles des usages en identifiant plusieurs formes de prudence numérique. Nous pensons que la prudence numérique remet en question les normes et en impose de nouvelles. Cela dépend de la manière dont les enseignants vont décoder le numérique éducatif en s'appropriant, ou non, les enjeux.

Notre cadre de référence (figure 1) se situe du côté d'une « éducation à ». Nous l'avons, pour une meilleure compréhension, représentée à la fois sous forme de tableau et d'infographie. Précisons que cette proposition est assise sur un cadrage théorique alimenté par des champs voisins sur la question du numérique pour l'éducation.









Figure 1


Formes de prudence numérique : apprendre à problématiser

FORMES DE PRUDENCE NUMERIQUE

► Education à, par, pour la prudence numérique
► Problématiser

	 <p>individuelle</p> <p>Se protéger de : la désinformation, du harcèlement, du piratage, du vol de données, de l'hyperconnexion, des ondes, de la lumière bleue, des troubles de l'attention et du sommeil.</p>	 <p>info communicationnelle</p> <p>Etat d'esprit et pratiques pour adopter un esprit technocritique, EMI, maîtrise sociotechnique des TIC, pensée algorithmique</p>
 <p>sociale</p> <p>Porosité pro/perso, taylorisation des emplois, accélération, automatisation, creusement des inégalités, ubérisation, facilitation du terrorisme, des trafics et de la dépravation, guerre informatique...</p>	 <p>environnementale</p> <p>Surconsommation énergétique, en eau, carence en métaux rares, pollution électronique</p>	 <p>humaniste</p> <p>Orienter, piloter et réguler la technique par la formation et la construction citoyenne, ralentir, intégrer l'idée de bien commun, faire évoluer les paradigmes : écocène vs capitalocène/anthropocène</p>

(c) Céci, Heiser, Mouren, 2023





Quelle est l'originalité de cette éducation à, par et pour la prudence numérique?

Dans l'actualité, le robot conversationnel d'OpenAI, ChatGPT, est très en vogue. Nous avons voulu lui demander de définir la prudence numérique. Tout ce qu'il propose est vraiment très pertinent. Il énumère plusieurs exemples qui illustrent des problèmes de sécurité auxquels les utilisateurs peuvent être confrontés. À la différence de l'IA, nous pensons qu'il serait préférable d'identifier des situations concrètes mettant en relief ce que l'utilisateur va pouvoir faire de mieux pour lui, les autres et la planète. Nous mettons donc l'accent sur le mieux vivre, raison pour laquelle nous avons choisi plutôt de définir les formes de prudence par des entrées positives, qui encouragent la recherche du bien devenir. Nous pensons même que, en l'état actuel de l'outil ChatGPT, notre proposition est encore plus utile dans le cadre de la formation des enseignants.

Quels sont les effets attendus par cette éducation à, par et pour la prudence numérique?

Les formes de prudence numérique doivent conduire les enseignants à élaborer des projets qui ont une visée transformatrice. Si l'élève adopte une vision sociocritique du numérique, il partage celle-ci avec les autres et agit pour le mieux vivre. L'éducation à, par et pour la prudence numérique poursuit une visée pragmatique et philosophique. Pragmatique, d'abord, parce que les élèves vont apprendre des savoirs très contextualisés. Philosophique ensuite, parce que ces derniers vont augmenter leur conscientisation (Bouchez, 2015) ou capacitation (Bernard, 2018) à l'égard du numérique. Les formes de prudence numérique donnent à voir le profil de l'enseignant du 21^e siècle ayant l'ambition, dans le temps scolaire, de développer l'intelligence numérique (Fourquet-Courbet et Courbet, 2020) des élèves. Les contenus en lien avec la culture du numérique vont remettre en question à la fois les connaissances à acquérir et les performances à atteindre (Tremblay et Poellhuber, 2022), ou encore les processus qui les engagent dans les situations d'enseignement.

D'où vient ce concept de prudence numérique? À quoi se rattache-t-il?

La modernité dans laquelle nous agissons nous oblige à éduquer à plus d'interdépendance : interdépendance entre nos gestes et leurs conséquences, interdépendance entre l'homme et son environnement, interdépendance des valeurs professionnelles que l'on se donne aujourd'hui et le devenir d'un métier demain pour les jeunes générations qui le reprennent. On a souvent loué le côté précurseur du film *Avatar* (Cameron, 2009) qui montrait cette symbiose interspèces comme outil de survie et d'avenir. Les efforts de réduction de notre empreinte carbone passent par des actions individuelles au bénéfice de la planète. Comme la transition numérique doit aller dans le même sens que cette transition environnementale, il devient nécessaire d'inculquer une pensée plus systémique sur le numérique. Cela a pour conséquence d'intéresser les élèves au cycle de production de nos équipements, de prendre conscience de certains effets rebonds ou encore de discuter des enjeux de gouvernance. La vertu de la prudence est donc « la plus moderne » (Deslandes, 2010, p. 64) des vieilles vertus de la pensée.



L'enseignant pourrait s'en emparer et s'interroger ainsi : comment dois-je conduire mon activité professionnelle pour aider mes élèves à mieux conscientiser ces enjeux? Que pourrais-je faire pour encourager mes élèves à chercher à faire du bien à eux-mêmes, aux autres et à la planète? Qu'est-ce que cela induirait dans leurs comportements en contexte numérique?

La prudence numérique peut-elle avoir des effets sur la pédagogie?

C'est une hypothèse, selon nous, mais elle n'ira pas de soi (Petit, 2018). Former des enseignants stagiaires à concevoir des plans de séance intégrant les formes de prudence numérique relève d'une ingénierie particulière, et ce n'est certainement pas une vocation (Dubet, 2002). Nous pensons aussi que la formation des enseignants doit démultiplier les opportunités de rencontres entre les acteurs de l'éducation populaire et les personnes formées. De plus, nous avons aussi remarqué que l'acquisition de solides connaissances sur les concepts informatiques, le codage et le fonctionnement des algorithmes permet de mieux maîtriser la conception d'usages créatifs du numérique. Dans nos activités de recherche et de formation, nous souhaitons développer un axe compréhensif sur les activités numériques de l'éducation non formelle puis, selon un axe collaboratif, opérer leur transposition dans la classe. Les sciences de l'éducation et de la formation peuvent offrir un éclairage très intéressant sur cela, l'urgence climatique nous forçant à nous placer au carrefour de l'éducation formelle et non formelle.

Liste de références

- Albero, B. (2010). Une approche sociotechnique des environnements de formation. *Éducation et didactique*, 4(1), 7-24. <https://doi.org/10.4000/educationdidactique.715>
- Bernard, F. (2018). Penser et vivre « l'expérience » : Apports pragmatistes de John Dewey. Dans S. Leleu-Merviel, D. Schmitt, et P. Useille, *De l'UXD au LivXD design des expériences de vie* (ISTE Editions). Hermes Science Publishing Ltd.
- Bouchez, P. (2015). Fluidités individuelles et collectives pertinentes en contexte multiculturel d'apprentissage socionumérique. Dans P. Bonfils, P. Dumas et L. Massou, *TICE & multiculturalité : Usages, publics et dispositifs* (p. 247-263). Presses universitaires de Nancy – Editions universitaires de Lorraine.
- Cameron J. (réalisateur). (2009). *Avatar* [film cinématographique]. 20th Century Fox.
- Cerisier, J.-F. (2016). La forme scolaire à l'épreuve du numérique. Dans P. Bonfils, P. Dumas et L. Massou (dir.), *Numérique et éducation : Dispositifs, jeux, enjeux, hors jeux* (p. 195-209). Presses universitaires de Nancy – Editions universitaires de Lorraine.
- Deslandes, G. (2010). Éthique des organisations : Le retour de la vertu. *L'Expansion Management Review*, 137(2), 103-111. <https://doi.org/10.3917/emr.137.0103>
- Dubet, F. (2002). *Le déclin de l'institution*. Seuil.
- Fourquet-Courbet, M.-P., et Courbet, D. (2020). *Connectés et heureux! Du stress digital au bien-être numérique*. Dunod.
- Giddens, A. (2012). *La constitution de la société : Éléments de la théorie de la structuration*. Presses universitaires de France.
- Heiser, L. (2020, avril). L'éducation aux médias des élèves : Une question d'expérience vécue? *Ticemed12 – L'éducation aux médias tout au long de la vie : des nouveaux enjeux pédagogiques à l'accompagnement du citoyen*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03172732>



- Moeglin, P. (2005). *Outils et médias éducatifs : Une approche communicationnelle*. Presses universitaires de Grenoble.
- Moeglin, P. (2016). Pourquoi industrialiser? Remarques conclusives. Dans P. Moeglin (dir.) *Industrialiser l'éducation. Anthologie commentée (1913-2012)* (p. 335-345). Presses Universitaires de Vincennes.
- Petit, L. (2018). Forme scolaire et évolutions paradigmatiques. *Distances et médiations des savoirs*, 24.
<https://journals.openedition.org/dms/3233>
- Roelens, C. (2022). Éthique enseignante, individualisme démocratique et présentisme. *Éthique en éducation et en formation : les Dossiers du GREE*, 13, 11-28. <https://doi.org/10.7202/1094521ar>
- Romero, M., Lille, B., et Patiño, A. (2017). *Usages créatifs du numérique pour l'apprentissage au XXI^e siècle* (1^{re} éd.). Presses de l'Université du Québec.
- Tremblay, C., et Poellhuber, B. (2022). Analyse qualitative de référentiels de compétences du XXI^e siècle, numériques et informationnelles : Tendances mondiales observées. *Formation et profession*, 30(2), 1.
<https://doi.org/10.18162/fp.2022.648>