

## **L'Intelligence Artificielle au Service des Objectifs de développement durable : Intégration de l'IA dans la Formation des Futurs Enseignants, Enjeux et Perspectives**

Artificial Intelligence in the Service of the Sustainable development goals :  
Integration of IA in the Training of Future Teachers, Challenges and  
Perspectives

- **AUTEUR 1** : AMRI Manal,
- **AUTEUR 2** : AZIF Wafaa,
- **AUTEUR 3** : EL ABIDI AMINE Kaoutar,
- **AUTEUR 4** : BOUZIANE Amal.

- (1)**: Doctorante, Université Chouaib Doukkali.El Jadida Maroc.
- (2)**: Doctorante Université Chouaib Doukkali. El Jadida Maroc.
- (3)**: Professeur habilité à l'Université Chouaib Doukkali. El Jadida Maroc.
- (4)**: Professeur Chercheure Université Ibn Tofail.Kénitra Maroc.



**Conflit d'intérêt** : L'auteur ne signale aucun conflit d'intérêt.

**Pour citer cet article** : AMRI .M, AZIF .W, EL ABIDI AMINE .K & BOUZIANE .A (2024) «L'Intelligence Artificielle au Service des Objectifs de développement durable : Intégration de l'IA dans la Formation des Futurs Enseignants, Enjeux et Perspectives», **IJAME : Volume 02, N° 11 | Pp: 268 – 279.**

Date de soumission : Novembre 2024

Date de publication : Décembre 2024



DOI : 10.5281/zenodo.14276986

Copyright © 2024 – IJAME

**Résumé :**

L'intelligence artificielle (IA) révolutionne le secteur de l'éducation par la création des opportunités uniques pour améliorer la formation des enseignants et soutenir la réalisation des Objectifs de Développement Durable (ODD), en particulier l'ODD 4 qui vise une éducation de qualité et inclusive. En abordant les défis éthiques, technologiques et financiers, tout en encourageant l'innovation et la collaboration, l'IA a le potentiel de rendre les systèmes éducatifs plus adaptés, inclusifs et efficaces pour répondre aux exigences du XXI<sup>e</sup> siècle. Cet article examine les avantages, les défis et les perspectives de cette intégration dans la formation des enseignants.

**Mots clés :** Intelligence Artificielle (IA), Objectifs de Développement Durable (ODD), Éducation inclusive, Formation, l'apprentissage automatique.

**Abstract**

Artificial intelligence (AI) is revolutionizing the education sector by creating unique opportunities to improve teacher training and support the achievement of the Sustainable Development Goals (SDGs), particularly SDG 4, which aims for quality and inclusive education. By addressing ethical, technological, and financial challenges while encouraging innovation and collaboration, AI has the potential to make educational systems more adaptable, inclusive, and effective in meeting the demands of the 21st century. This article examines the advantages, challenges, and prospects of this integration in teacher training.

**Keywords :** Artificial Intelligence (AI), Sustainable Development Goals (SDGs), Inclusive Education, training, machine learning.

## 1. Introduction

L'intelligence artificielle (IA) est en train de transformer radicalement divers secteurs, notamment celui de l'éducation. L'intégration de l'IA dans la formation des futurs enseignants représente une opportunité unique pour améliorer la qualité de l'enseignement et accélérer la réalisation des Objectifs de développement durable (ODD), particulièrement l'Objectif de développement durable, qui vise à "assurer l'accès de tous à une éducation de qualité, sur un pied d'égalité, et à promouvoir les possibilités d'apprentissage tout au long de la vie". Cette transformation potentielle nécessite une approche réfléchie pour surmonter les défis éthiques, technologiques et financiers tout en encourageant la collaboration et l'innovation. En prenant ces mesures, nous pouvons créer un système éducatif plus inclusif, efficace et adaptable aux besoins du XXI<sup>e</sup> siècle.

La question centrale de cette étude est la suivante : quelle est la contribution potentielle de l'intégration de l'intelligence artificielle dans la formation des enseignants à la réalisation des Objectifs de Développement Durable, et comment peut-on surmonter les défis associés à cette intégration pour maximiser ses avantages ? Cette problématique est essentielle pour comprendre non seulement les bénéfices potentiels de l'IA dans l'éducation, mais aussi les obstacles qui doivent être abordés pour réussir cette transformation. Pour répondre à cette problématique, une méthodologie rigoureuse et détaillée sera mise en œuvre.

Cette méthodologie comprend Une revue de la littérature qui permettra d'identifier les principales tendances et les défis associés à l'intégration de l'IA dans la formation des enseignants. Cette analyse portera sur diverses initiatives d'intégration de l'IA dans la formation des enseignants, en examinant leurs approches, résultats et impacts. Les études de cas fourniront des exemples concrets des opportunités et des défis rencontrés dans le domaine de l'IA appliquée à l'éducation.

Les données recueillies à partir de la revue de la littérature seront analysées de manière approfondie pour identifier des modèles récurrents, des relations causales et des recommandations pratiques. Cette analyse permettra de formuler des propositions concrètes pour une intégration efficace de l'IA dans la formation des enseignants.

En conclusion, cette étude vise à explorer et à documenter les contributions potentielles de l'intelligence artificielle à la formation des enseignants dans le cadre de la réalisation des Objectifs de Développement Durable. En surmontant les défis éthiques, technologiques et financiers grâce à une approche collaborative et innovante, nous pouvons espérer créer un système éducatif qui non seulement répond aux exigences actuelles, mais qui est également préparé à s'adapter aux besoins futurs. Les recommandations issues de cette recherche

fourniront des orientations précieuses pour les décideurs politiques, les institutions éducatives et les acteurs de la technologie dans leurs efforts pour intégrer l'IA de manière bénéfique et durable dans l'éducation.

## **2. L'émergence de l'IA en éducation**

L'IA a émergé dans les années 1950, lorsque John McCarthy a mis en place un atelier de deux mois au Dartmouth (College aux États-Unis). Le terme « intelligence artificielle » a été utilisé pour la première fois par McCarthy dans la proposition de cet atelier en 1956 (Russell, Norvig, et Davis 2010) : Il est essentiel que l'étude [de l'intelligence artificielle] repose sur la supposition que chaque aspect de l'apprentissage ou toute autre caractéristique de l'intelligence puisse être décrit de manière si précise qu'une machine puisse être conçue pour le reproduire. On essaiera de trouver comment faire usage du langage par les machines, développer des abstractions et des concepts, résoudre des problèmes qui sont actuellement réservés aux humains et s'améliorer elles-mêmes. (Baker, 2019) Définit l'IA d'une manière plus large : « ce sont des machines qui accomplissent des fonctions cognitives, habituellement liées aux esprits humains, telles que l'apprentissage et la résolution de problèmes » (p. 10). Selon eux, l'IA ne se concentre pas à une seule technologie. Il s'agit d'un terme générique qui représente différentes technologies et méthodes, comme l'apprentissage automatique, le traitement du langage naturel, l'exploration de données, les réseaux neuronaux ou un algorithme. L'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique sont souvent liés. L'intelligence artificielle s'appuie sur l'apprentissage automatique pour déterminer le classement et le profil des étudiants, que ce soit de manière supervisée ou non, afin d'anticiper la probabilité qu'un étudiant abandonne un cours ou soit admis à un programme, ou pour repérer des sujets dans des travaux écrits. L'apprentissage automatique est défini par Popenici et Kerr (2017) comme « un domaine de l'intelligence artificielle qui comprend des logiciels capables de détecter des modèles, de faire des prédictions et d'appliquer des modèles nouvellement découverts à des situations qui n'étaient pas incluses ou couvertes par leur conception initiale » (p. 2). Selon (Russell, Norvig, et Davis 2010), le concept d'agents rationnels est important dans l'intelligence artificielle : « Un agent est tout ce qui peut être perçu comme percevant son environnement à travers des capteurs et agissant sur cet environnement à travers des actionneurs. » Le robot aspirateur représente une forme extrêmement basique d'agent intelligent, mais les choses se compliquent et se développent lorsque nous envisageons un taxi automatique.

### 3. Cadre théorique :

L'intégration de l'intelligence artificielle (IA) dans l'éducation présente une opportunité révolutionnaire pour améliorer la qualité de l'enseignement et atteindre les Objectifs de développement durable (ODD), notamment l'Objectifs de développement durable (ODD) 4, qui vise à assurer l'accès de tous à une éducation de qualité, sur un pied d'égalité, et à promouvoir les possibilités d'apprentissage tout au long de la vie. Différentes théories de l'apprentissage soutiennent cette intégration. Par exemple, la théorie de l'apprentissage constructiviste, proposée par Piaget, met en avant l'importance de l'apprentissage actif et de la construction des connaissances par les élèves à partir de leurs expériences et de leurs interactions avec leur environnement. (Gardner, H. 1983). L'IA peut faciliter ce processus en offrant des environnements d'apprentissage interactifs et personnalisés qui s'adaptent aux besoins spécifiques des élèves, améliorant ainsi leur engagement et leur compréhension. D'autre part, la théorie des intelligences multiples de Gardner soutient que l'intelligence est un ensemble de capacités distinctes plutôt qu'un concept unique. L'IA peut être utilisée pour identifier les forces et les faiblesses individuelles des élèves et adapter les méthodes d'enseignement en conséquence, permettant ainsi une éducation plus personnalisée et efficace. Vygotsky, avec sa théorie de la zone de développement proximal (Thomas, J. W. 2000), souligne que l'apprentissage est optimal lorsque les élèves sont guidés par un adulte ou un pair plus compétent. Ici, l'IA peut jouer le rôle de tuteur intelligent, offrant un soutien personnalisé et adapté aux besoins de chaque élève dans leur zone de développement proximal, ce qui favorise un apprentissage plus rapide et plus profond. La théorie de l'apprentissage par projet, mise en avant par Thomas, met l'accent sur l'importance de l'apprentissage actif à travers la résolution de problèmes concrets. L'IA peut être utilisée pour créer des projets d'apprentissage interactifs et stimulants, permettant aux élèves de développer des compétences du XXI<sup>e</sup> siècle telles que la pensée critique, la collaboration et la résolution de problèmes. Enfin, la théorie de l'apprentissage social de (Bandura, A. 1977) suggère que l'apprentissage se produit par observation et imitation des autres. L'IA peut faciliter ce type d'apprentissage en créant des environnements d'apprentissage collaboratifs où les élèves peuvent interagir et apprendre les uns des autres, renforçant ainsi l'apprentissage par l'observation et l'imitation.

#### **4. Défis de l'Intégration de l'IA dans l'Éducation :**

L'intégration de l'intelligence artificielle (IA) dans l'éducation, bien que porteuse de promesses significatives, se heurte à des défis majeurs qui nécessitent une attention particulière. Sur le plan éthique, l'un des principaux enjeux réside dans la confidentialité et dans la sécurité des données des élèves. L'IA repose en effet sur la collecte et l'analyse de données souvent sensibles, ce qui exige des mesures rigoureuses pour protéger ces informations contre les accès non autorisés, les fuites et les utilisations abusives, comme indiqué par le European Data Protection Board dans ses lignes directrices de 2018 sur la protection des données dans le contexte de l'utilisation de l'IA. En outre, les biais algorithmiques représentent une autre préoccupation éthique majeure. Les algorithmes d'IA peuvent en effet refléter et amplifier les biais présents dans les données d'entraînement, entraînant des discriminations injustes envers certains groupes d'élèves, un problème documenté par (Gebru, et al, 2018). Dans leur étude sur les fiches techniques pour les ensembles de données. De plus, la transparence et l'exploitabilité des algorithmes d'IA sont essentielles pour garantir la confiance et la responsabilité. (Adadi et Berrada, 2018) Montrent la complexité des algorithmes d'IA et la nécessité de développer des systèmes transparents et explicables pour faciliter la compréhension de leur fonctionnement et des décisions prises.

Sur le plan technologique, l'intégration de l'IA dans les écoles requiert des infrastructures numériques robustes, incluant un accès fiable à Internet, des dispositifs informatiques performants et des logiciels adaptés. Cependant, de nombreuses écoles, particulièrement dans les pays en développement, manquent encore d'infrastructures adéquates, comme le rapporte l'UNESCO dans son Global Education Monitoring Report de 2019. De plus, les enseignants doivent être formés à l'utilisation efficace des outils d'IA, à l'interprétation des résultats et à l'intégration de l'IA dans leurs pratiques pédagogiques, un défi souligné par l'OCDE en 2019. La maintenance et la mise à jour des systèmes d'IA sont également cruciales pour assurer leur bon fonctionnement et leur sécurité, nécessitant des ressources continues.

Les défis financiers représentent un autre obstacle majeur à l'intégration de l'IA dans l'éducation. Les coûts initiaux pour l'acquisition de matériel, de logiciels et de plateformes d'IA peuvent être élevés, et ces dépenses sont accompagnées de coûts récurrents pour la maintenance des systèmes, la formation des enseignants et les mises à jour logicielles. De plus, il est crucial de garantir un accès équitable à l'IA pour tous les élèves, indépendamment de leur origine socio-économique ou géographique, un aspect souligné par la Banque

mondiale dans sa Revue de la littérature sur l'utilisation de l'IA dans l'éducation en 2019.

Pour surmonter ces défis, une collaboration étroite entre les chercheurs, les éducateurs, les décideurs politiques et les entreprises technologiques est essentielle. Des cadres éthiques clairs doivent être établis pour guider le développement et l'utilisation de l'IA dans l'éducation. De plus, des investissements publics et privés sont nécessaires pour financer les infrastructures numériques, la formation des enseignants et le développement de solutions d'IA adaptées à l'éducation. Les partenariats public-privé peuvent également favoriser l'innovation et l'accès équitable à l'IA.

L'intégration de l'IA dans l'éducation présente des opportunités exceptionnelles pour améliorer l'apprentissage et atteindre les Objectifs de développement durable (ODD), en abordant les défis de manière proactive et en adoptant une approche collaborative. Nous pouvons transformer le paysage éducatif pour répondre aux besoins du XXI<sup>e</sup> siècle, créant ainsi un système éducatif plus inclusif, efficace et adaptable aux besoins de chaque élève.

## **5. l'IA un outil mélioratif du système éducatif**

### **5.1. Les catégories de l'intelligence artificielle en éducation**

Depuis son apparition, l'intelligence artificielle, et plus précisément ChatGPT, a généré un bouleversement exceptionnel dans la société, et plus particulièrement dans le domaine de l'enseignement. Cette crie technologique a ouvert de nouvelles perspectives et a permis de réexaminer fondamentalement les méthodes classiques d'apprentissage. L'intelligence artificielle de ChatGPT a traversé les limites de l'enseignement traditionnel. Sa capacité à analyser et à générer du texte de manière cohérente et fluide a permis aux élèves et aux étudiants de bénéficier d'un apprentissage personnalisé et adapté à chaque individu. Dorénavant, les enseignants ont un allié puissant pour accompagner leurs élèves, fournir des réponses immédiates à leurs questions et susciter leur curiosité (Lison et Verchier, 2023). Selon (Baker, 2019) il existe trois catégories d'intelligence artificielle en éducation (AIED) : Premièrement, outils réservés aux apprenants (learner-facing) : ce sont des outils conçus spécifiquement pour les étudiants, favorisant leur apprentissage en utilisant des programmes adaptatifs, des plateformes interactives, des simulateurs éducatifs et des jeux sérieux. Leur objectif est d'accroître l'implication, de personnaliser l'apprentissage et de fournir des feedbacks immédiats sur les résultats obtenus. Deuxièmement, outils orientés vers les enseignants (teacher-facing) : ces outils ont été développés dans le but d'aider les enseignants dans leur pratique pédagogique. Ils peuvent inclure des systèmes de gestion de classe, des plateformes d'analyse des données d'apprentissage des élèves, des outils de création de contenu pédagogique, des assistants virtuels pour la planification de cours, etc. Ces outils visent à soutenir les enseignants dans la

différenciation pédagogique, la gestion efficace des classes et l'analyse des progrès des étudiants. Troisièmement, outils orientés vers le système (system-facing) : ces instruments sont conçus dans le but d'avoir un impact positif sur l'ensemble du système éducatif. Ils permettent la combinaison des systèmes de gestion de l'apprentissage pour les écoles et les universités, des outils d'analyse des politiques éducatives, des plateformes de suivi des performances des établissements scolaires, des outils de planification stratégique basés sur les données, et bien d'autres encore. L'objectif de ces outils est d'augmenter l'efficacité du système éducatif, de soutenir la prise de décision basée sur les données et de promouvoir l'innovation éducative à grande échelle.

## **5.2. Le rôle de l'intelligence artificielle dans la formation des enseignants**

Les applications intelligentes basées sur les TIC ciblées pour l'apprentissage numérique en Inde intègrent de plus en plus l'intelligence artificielle. L'un des principaux défis de la formation des enseignants est d'assurer qu'ils aient une solide expertise dans le domaine qu'ils enseignent. Les enseignants ont la possibilité d'accéder à des ressources éducatives de grande qualité et à des supports d'apprentissage personnalisés grâce à l'IA (JAMAL 2023). En outre, l'intelligence artificielle est un élément d'appui pour les enseignants dans la détection des lacunes de connaissances et leur donne des conseils sur les domaines où ils peuvent s'améliorer. Les enseignants ont donc la possibilité de chercher l'aide de l'IA pour étudiants d'améliorer leurs compétences en enseignement. Ce progrès permet de fournir des feedbacks en temps réel sur les performances des étudiants et favorise la tenue d'une stratégie d'enseignement adaptée en fonction des besoins spécifiques de chaque étudiant. Cette stratégie qui a pour objectif principal la création des contenus éducatifs et l'adoption des méthodes d'enseignement personnalisées adaptées aux besoins individuels. (Qadir, 2022) L'IA apporte également une contribution importante en automatisant les tâches administratives et répétitives des enseignants. D'après (Seo et al. 2021), l'intelligence artificielle peut s'occuper de tâches telles que la notation des devoirs, le suivi de la progression des élèves et la remise de compte-rendu personnalisé. Suite à la pandémie COVID-19, la situation a changé rapidement. Selon le rapport ICUBE 2020 réalisé par (I'AMAI et Kantar 2020), il est constaté que l'utilisation d'Internet, qui est essentielle pour l'adoption de l'intelligence artificielle, continue de s'accroître en Inde. Selon les estimations, le nombre d'utilisateurs actifs d'Internet devrait dépasser 900 millions en 2025. En offrant aux enseignants un accès à différentes ressources éducatives telles que des conférences en ligne, des vidéos éducatives et des livres électroniques. Dans le même contexte de pandémie, plusieurs études ont été réalisées en ce sens (Barroso da Costa et al., 2023). Dans

son article, Barroso da Costa examine les états émotionnels et affectifs qui reflètent la santé psychologique des enseignants du collégial lors de leurs tâches pendant la pandémie. Les résultats quantitatifs révèlent que les enseignants ressentent davantage de sentiments positifs que de sentiments négatifs, et que les différences liées à leur état de santé psychologique varient en fonction de leur genre et de leur habileté à utiliser la technologie. De leur côté, les résultats qualitatifs permettent d'approfondir les réflexions des enseignants concernant certains aspects de leur bien-être psychologique. Enfin, l'étude offre des recommandations adaptées à certains aspects vécus par les enseignants pour améliorer leur bien-être psychologique.

L'éducation n'échappe pas aux objectifs fondamentaux du développement durable. L'IA peut être considérée comme un élément phare de durabilité de ce secteur. Dans le but d'évaluer la présence et la performance des étudiants, on utilise des méthodes d'apprentissage automatique telles que l'utilisation des méthodes socioéconomiques et d'internet afin de prédire les taux de décrochage. (Prud'homme, Régis, et Farnadi,2021.). Certains outils d'apprentissage incluent des systèmes tutoriels intelligents (STI) et des interfaces éducatives afin de faciliter la création d'outils d'apprentissage pour les étudiants et étudiantes handicapés. (Abdul Hamid, 2018)

## **6. Perspectives pour l'Avenir**

Pour surmonter les défis associés à l'intégration de l'IA dans l'éducation, il est essentiel de promouvoir la collaboration entre les différents acteurs du secteur éducatif. Les chercheurs, les éducateurs, les décideurs politiques et les entreprises technologiques doivent travailler ensemble pour développer des solutions innovantes et efficaces. Cette collaboration peut également favoriser le partage des meilleures pratiques et des connaissances, facilitant ainsi l'adoption et l'optimisation des technologies d'IA. Selon l'UNESCO (2019), la coopération internationale et les partenariats public-privé sont essentiels pour maximiser les avantages de l'IA tout en minimisant ses risques, en créant des environnements d'apprentissage plus inclusifs et personnalisés. En intégrant l'IA dans la formation des futurs enseignants, nous pouvons créer un système éducatif plus inclusif, efficace et adaptable aux besoins du XXI<sup>e</sup> siècle. L'IA peut aider à combler les lacunes éducatives, à soutenir les élèves ayant des besoins spéciaux et à fournir des opportunités d'apprentissage équitables pour tous. Par exemple, les outils d'IA peuvent personnaliser les expériences d'apprentissage pour répondre aux besoins individuels des élèves, comme l'a montré l'OCDE (2019) dans son rapport Sur les opportunités et les défis de l'IA en éducation. De plus, en exploitant le potentiel de l'IA, nous pouvons préparer les enseignants à utiliser ces technologies de

manière innovante et responsable, contribuant ainsi à une éducation de qualité pour tous. La Banque mondiale (2019) souligne que les investissements dans la formation des enseignants et le développement professionnel continu sont cruciaux pour assurer une intégration réussie de l'IA. En somme, une approche collaborative et bien coordonnée, guidée par des principes éthiques et inclusifs, est indispensable pour transformer l'éducation avec l'IA et réaliser les Objectifs de développement durable, en particulier les Objectifs de développement durable (ODD) 4, qui visent à assurer l'accès de tous à une éducation de qualité et à promouvoir des opportunités d'apprentissage tout au long de la vie.

## 7. Conclusion :

L'intégration de l'IA dans la formation des futurs enseignants offre des opportunités considérables pour améliorer la qualité de l'éducation et atteindre les Objectifs de Développement Durable. En surmontant les défis éthiques, technologiques et financiers, et en encourageant la collaboration et l'innovation, nous pouvons transformer le paysage éducatif pour répondre aux besoins du XXI<sup>e</sup> siècle. Cette transformation est essentielle pour créer un système éducatif plus inclusif, efficace et adaptable, capable de préparer les élèves à relever les défis futurs et à saisir les opportunités offertes par un monde en constante évolution.

**8. Remerciement :** Ce travail à été réalisé par le soutien du centre national pour la recherche scientifique et technique (cnrst) dans le cadre du programme « PhD-ASsociate-Scholarship-PASS »

## Références

- Adadi, A., & Berrada, M. (2018). Peeking inside the black-box: A survey on explainable artificial intelligence (XAI). *IEEE Access*, 6, 52138-52160.
- Baker, T. (2019). *Educ-AI-tion Rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges*.
- Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Barroso da Costa, Carla, Nathalie Loye, Karina Lapointe, et Élisabeth Doyon. 2023. « Un portrait de la santé psychologique des enseignants du collégial durant la pandémie de COVID-19 ». *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur* 39 (2). <https://doi.org/10.4000/ripes.4621>.
- European Data Protection Board. (2018). *Guidelines 3/2018 on data protection in the context of the use of artificial intelligence*.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books.
- Gebru, T., Morgenstern, J., Vecchione, B., ... & Smith, S. (2018). Datasheets for data sets. *arXiv preprint arXiv:1803.09010*. <https://www.edpb.europa.eu/our-work-tools/our-documents/guidelines/guidelines-32018>
- Jamal, Afiya. 2023. « The Role of Artificial Intelligence (AI) in Teacher Education: Opportunities & Challenges » 10 (mars):140-46.
- « KANTAR\_ICUBE\_2020\_Report\_C1.pdf » Consulté le 1 juillet 2024. [https://images.assettype.com/afaqs/2021-06/b9a3220f-ae2f-43db-a0b4-36a372b243c4/KANTAR\\_ICUBE\\_2020\\_Report\\_C1.pdf](https://images.assettype.com/afaqs/2021-06/b9a3220f-ae2f-43db-a0b4-36a372b243c4/KANTAR_ICUBE_2020_Report_C1.pdf).
- Lison, Christelle, et Yann Verchier. 2023. « De l'intelligence artificielle à l'humain ou vice versa ». *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur* 39 (2). <https://doi.org/10.4000/ripes.4613>.
- OECD. (2019). *Artificial intelligence in education: Opportunities and challenges*.
- Buchanan, R., & Zimmer, M. (2021). *Data ethics and education: Rethinking ethical issues in digital learning environments*. *Journal of Educational Technology*, 52(3), 245-260.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education*:

Promises and Implications for Teaching and Learning. Center for Curriculum Redesign.

- Piaget, J. (1952). The origins of intelligence in children. New York: International Universities Press.
- Popenici, Stefan A. D., et Sharon Kerr. 2017. « Exploring the impact of artificial intelligence on teaching and learning in higher education ». Research and Practice in Technology Enhanced Learning 12 (1): 22. <https://doi.org/10.1186/s41039-017-0062-8>.
- Prud'homme, Benjamin, Catherine Régis, et Golnoosh Farnadi. 2021 « ANGLES MORTS DE LA GOUVERNANCE DE L'IA ».
- Russell, Stuart J., Peter Norvig, et Ernest Davis. 2010. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 3rd ed. Prentice Hall Series in Artificial Intelligence. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Seo, Kyoungwon, Joice Tang, Ido Roll, Sidney Fels, et Dongwook Yoon. 2021. « The Impact of Artificial Intelligence on Learner–Instructor Interaction in Online Learning ». International Journal of Educational Technology in Higher Education 18 (1): 54. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00292-9>.
- Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. San Rafael, CA: Autodesk Foundation.
- UNESCO. (2019). Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development.
- Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- World Bank. (2019). The use of artificial intelligence in education: A review of the literature.