**Un Modèle Hybride Alimenté par les TIC et l'Intelligence Artificielle Générative pour l'Education du Futur**

**A**rticle initialement paru dans « Cadmus Journal » le 6 mars 2024

Par  [Amine Djawadi](https://www.cadmusjournal.org/author/amine-jaouadi),

*Professeur agrégé de physique, ECE Paris School of Engineering, Paris, France ; Membre de l'Académie Mondiale des Arts et des Sciences*

[Abderrahman Maradji](https://www.cadmusjournal.org/author/abderrahmane-maaradji)

*Professeur associé de TIC, ECE Paris School of Engineering, Paris, France*

**Résumé**

Le modèle hybride, alimenté par les technologies de l'information et de la communication (TIC) pour l'éducation du futur, enrichi par l'Intelligence Artificielle Générative (IAG), est aujourd'hui un modèle d'apprentissage éducatif avancé. Il combine ingénieusement les forces des TIC et de l'IA générative pour remodeler l'expérience éducative. De nombreux établissements d'enseignement et organisations adoptent cette approche transformatrice, en harmonisant les méthodes traditionnelles de classe avec les technologies de pointe et les innovations basées sur l'IA. Dans cette étude, nous présentons une exploration approfondie de ce nouveau modèle hybride alimenté par les TIC et stimulé par l'IA générative, en disséquant ses composants complexes. Nous nous efforçons de démêler les avantages qu'il confère aux étudiants et aux éducateurs, en tentant de répondre à la question centrale : quelle valeur ajoutée ce modèle hybride apporte-t-il à l'éducation ? Nous nous lançons dans une énumération méticuleuse des divers défis rencontrés sur le chemin de la mise en œuvre de ce modèle moderne. De plus, nous soulignons les considérations essentielles que les parties prenantes doivent prendre en compte lors du déploiement efficace de cette évolution de l'éducation.

**1. Préambule**

Les technologies de l'information et de la communication (TIC) désignent les technologies qui facilitent la création, le stockage, le traitement et l'échange d'informations. Elles englobent un large éventail de technologies et d'outils (logiciels et matériels) conçus pour gérer et communiquer l'information. Leur rôle dans la société moderne est essentiel, influençant divers aspects de la vie quotidienne, notamment les affaires, les soins de santé et l'éducation. Les TIC constituent l'épine dorsale de l'ère numérique, permettant la transmission, le stockage et le traitement des données, façonnant en fin de compte la façon dont les individus et les organisations fonctionnent au 21e siècle (Roztocki, Soja et Weistroffer 2019). Dans le domaine de l'éducation, les TIC jouent un rôle transformateur en donnant accès à de vastes ressources, en favorisant l'apprentissage collaboratif et en élargissant la portée de l'éducation au-delà des salles de classe traditionnelles (McDougall et Jones, 2006).

Dans le contexte de l'éducation, les TIC englobent un large éventail de technologies. Cela inclut le matériel comme les ordinateurs, les tablettes et les tableaux blancs interactifs, qui servent de supports

pour les applications logicielles et le contenu éducatif. Les logiciels et plateformes pédagogiques permettent aux enseignants et aux élèves de participer à des leçons, des simulations et des évaluations interactives. Les outils de communication, tels que les systèmes de vidéoconférence et de gestion de l'apprentissage, facilitent l'apprentissage à distance et les projets collaboratifs, repoussant ainsi les limites de la salle de classe physique (Anderson et Dexter, 2005).

L'intégration des TIC dans l'éducation a déjà permis d'améliorer considérablement l'accès, la collaboration et l'apprentissage personnalisé, ainsi que la recherche et l'innovation (Wernsdorf, Nagler et Watzinger 2022). L'impact des TIC sur l'éducation est profond. Il révolutionne les méthodologies d'enseignement et remodèle les expériences d'apprentissage des étudiants. L'intégration des TIC dans le paysage éducatif favorise un environnement qui non seulement facilite l'apprentissage, mais donne également aux apprenants un ensemble d'avantages distincts par rapport aux méthodes traditionnelles (Amutha 2020). L'un des principaux avantages des environnements d'apprentissage améliorés par les TIC est leur capacité à cultiver des expériences d'apprentissage actives et participatives. Grâce aux outils et aux plateformes numériques, les élèves ne sont plus des destinataires passifs de l'information, mais sont activement engagés dans le processus d'apprentissage. Cette interactivité favorise un échange dynamique d'idées et encourage la pensée critique et les compétences pour la résolution de problèmes. De plus, les TIC alimentent la créativité en fournissant aux apprenants des outils pour exprimer leurs idées et explorer leurs inclinations artistiques. Les plateformes numériques permettent aux élèves de libérer leur potentiel créatif, que ce soit par le biais de projets multimédias, d'art numérique ou de récits innovants. Les TIC soutiennent également l'apprentissage intégratif, car elles permettent aux apprenants d'explorer un large éventail de ressources et de perspectives. Ils peuvent accéder de manière transparente aux bibliothèques numériques, aux bases de données de recherche et aux cours en ligne, ce qui permet une compréhension holistique des sujets et des problèmes. Les TIC favorisent l'apprentissage évaluatif en fournissant des outils d'évaluation et de rétroaction. Les élèves peuvent recevoir des informations immédiates sur leur performance, ce qui leur permet de s'auto-évaluer et d'affiner leur compréhension de la matière. Les enseignants bénéficient également d'informations basées sur les données pour adapter l'enseignement aux besoins des élèves.

La collaboration est un autre domaine dans lequel les TIC brillent. Elles favorisent l'apprentissage collaboratif, permettant aux étudiants de travailler ensemble, quel que soit leur emplacement physique. Cette interconnexion élargit les possibilités de projets de groupe, d'apprentissage par les pairs et de partage des connaissances, améliorant ainsi l'expérience éducative globale. En fait, les plateformes de collaboration dans le domaine de la recherche sont devenues de plus en plus vitales dans le monde universitaire, favorisant les connexions mondiales entre les chercheurs et les enseignants. Des plateformes telles que ResearchGate, Academia.edu et Web of Science fournissent des outils essentiels pour partager le résultat des recherches, collaborer sur des projets et se tenir au courant des derniers développements dans le domaine de l'éducation et d’autres. Les chercheurs utilisent ces plateformes pour diffuser leurs travaux, se faire connaître et entrer en contact avec leurs pairs, améliorant ainsi la base de connaissances collective dans leur domaine. Ces plateformes transforment la façon dont la recherche en éducation est menée et partagée, en promouvant une culture de collaboration ouverte et en accélérant la diffusion des connaissances (Joshi et al. 2019).

L'IA générative, un sous-ensemble de l'intelligence artificielle, se concentre sur la création de contenu, y compris du texte, des images et même du matériel éducatif. Les modèles d'IA générative, tels que ChatGPT, Bard, Claude et Synthesia, peuvent générer du texte et des réponses de type humain, ce qui les rend précieux pour la création de contenu éducatif. Les systèmes pilotés par l'IA peuvent fournir des recommandations personnalisées, analyser les performances des élèves et prendre en charge l'apprentissage adaptatif. Aujourd'hui, l'IA générative est sur le point de révolutionner le secteur de l'éducation en offrant des solutions innovantes à des défis de longue date. Ce sous-domaine de l'intelligence artificielle se concentre sur la création de systèmes/modèles intelligents capables de générer du contenu, y compris du texte, des images, etc., avec une aisance et une créativité, semblables à celles des humains. Dans le domaine de l'éducation, l'IA générative présente un large éventail d'applications, allant de la création de contenu personnalisé à l'apprentissage adaptatif, en passant par les systèmes de tutorat intelligents et de notation automatisée. Sa capacité à adapter le matériel pédagogique aux besoins individuels des élèves, à renforcer l'engagement et à rationaliser les tâches administratives est très prometteuse pour l'avenir de l'éducation. Cependant, comme pour toute technologie transformatrice, il existe également des considérations éthiques, telles que la confidentialité des données et les biais potentiels dans les algorithmes, qui nécessitent une exploration et une réglementation minutieuses. À mesure que l'IA générative continue de progresser, elle devient de plus en plus un outil essentiel dans la quête d'une éducation de haute qualité et adaptée aux apprenants de tous âges et de tous horizons. La recherche dans ce domaine évolue rapidement, les éducateurs, les chercheurs et les technologues travaillant ensemble pour libérer son plein potentiel (Ifenthaler et Schumacher, 2023) (Tapalova et Zhiyenbayeva, 2022).

Cependant, l'IA générative s'accompagne de plusieurs problèmes, tels que la tricherie aux examens (Johnson 2023), le plagiat, la confidentialité des données, etc... Cela a conduit le Forum économique mondial et AI Commons à partager un objectif commun et à publier des lignes directrices pour l'utilisation de l'IA générative. Ces lignes directrices, fruit d'un effort collectif impliquant 100 leaders d'opinion et praticiens réunis lors d'un sommet mondial en avril 2023 (Nord), s'articulent autour de trois thèmes centraux : la promotion du développement responsable des technologies, la promotion de la coopération internationale et la promotion du progrès sociétal, qui comprend des changements transformateurs dans l'éducation.

En plus de la publication du Guide de l'UNESCO pour l'IA générative dans l'éducation et la recherche en septembre 2023, ce guide représente le tout premier guide mondial sur l'IA générative dans l'éducation et la recherche, conçu pour faire face aux perturbations causées par les technologies d'IA générative et pour réglementer leur utilisation dans l'éducation (UNESCO).

**2. Éléments clés du modèle**

Le modèle hybride d'éducation, stimulé par les TIC et l'IAG, se caractérise par différents éléments clés qui travaillent de concert pour créer un environnement d'apprentissage dynamique et efficace. À la base, le modèle repose sur des plateformes d'apprentissage en ligne de pointe, qui servent d'épine dorsale numérique à l'expérience éducative. Ces plateformes hébergent une multitude de contenus éducatifs, de ressources et d'évaluations facilement accessibles aux étudiants et aux enseignants, ce qui favorise leur commodité et leur accessibilité.

De plus, l'intégration de classes virtuelles joue un rôle très important dans le modèle hybride. Ces espaces virtuels facilitent l'interaction en temps réel entre les élèves et les enseignants, transcendant les frontières géographiques et renforçant l'engagement et la collaboration.

L'un des aspects innovants du modèle hybride est l'utilisation de la création de contenu alimentée par l'IA. La technologie de l'IA générative est exploitée pour élaborer, personnaliser et adapter des supports pédagogiques, notamment des manuels, des quiz et des devoirs. Cette approche adaptative garantit que les ressources d'apprentissage sont adaptées aux besoins individuels des élèves, ce qui améliore l'expérience d'apprentissage.

Les outils d'analyse de données constituent un autre élément intégral. En suivant méticuleusement les progrès des élèves, ces outils permettent aux éducateurs d'identifier les lacunes d'apprentissage, ouvrant ainsi la voie à la création de parcours d'apprentissage personnalisés. Ce faisant, le modèle s'efforce de répondre aux divers besoins éducatifs des élèves, en favorisant un apprentissage plus efficace et efficient.

Enfin, le modèle hybride s'appuie sur l'apprentissage mixte, une méthodologie qui combine l'apprentissage en présentiel et en ligne. Cette combinaison offre aux étudiants une flexibilité dans leur parcours éducatif, leur permettant de naviguer dans le processus d'apprentissage à leur propre rythme tout en profitant des avantages d'une expérience d'apprentissage personnalisée et interactive. Essentiellement, le modèle hybride tire parti de ces éléments clés pour créer un cadre éducatif du 21e siècle qui répond aux divers besoins des apprenants, en adoptant la technologie et l'innovation pour enrichir le paysage éducatif.

**3. Avantages du modèle**

Le modèle d'éducation hybride, qui combine à la fois des approches d'apprentissage en personne et en ligne, offre une multitude d'avantages qui ont révolutionné le paysage éducatif. Ces avantages vont de l'accessibilité et de la flexibilité accrues à l'amélioration de la personnalisation et de l'engagement. Dans cette discussion, nous explorerons les différents avantages qui font du modèle hybride un choix convaincant pour l'éducation moderne.

**3.1. Accessibilité**

Le modèle hybride TIC peut rendre l'éducation plus accessible en supprimant les barrières géographiques et physiques. Il permet aux élèves de divers endroits et de divers milieux, y compris ceux qui ont un handicap, d'accéder à des ressources éducatives. Par exemple, les cours en ligne ouverts à tous (Anon) sont un excellent exemple d'accessibilité. Des plateformes telles que Coursera (Coursera), Udemy (Udemy) et edX (EdX) proposent un large éventail de cours, permettant aux apprenants du monde entier d'accéder à des contenus éducatifs de haute qualité, souvent gratuitement ou à faible coût. En fait, certaines universités et institutions académiques proposent un cours traditionnel en plus d'une version entièrement en ligne du même cours ou d'autres cours. Ils peuvent comparer les inscriptions, les données démographiques des étudiants et les résultats pour évaluer l'accessibilité et l'impact de l'offre en ligne.

En France, le ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse a créé un MOOC, qui est proposé sur la plateforme « FUN MOOC » (France Université Numérique), mis à disposition des établissements d'enseignement supérieur français et de leurs partenaires académiques dans le monde entier. Tous les cours sur le FUN sont élaborés par des professeurs d'universités et d'écoles françaises en collaboration avec leurs partenaires académiques internationaux. Les étudiants et les apprenants en ligne peuvent participer à ces cours de manière interactive et collaborative à leur propre rythme.

**3.2. Personnalisation**

L'IA générative et les plateformes d'apprentissage personnalisées peuvent adapter le contenu aux besoins individuels des élèves, créant ainsi des expériences d'apprentissage sur mesure qui répondent à différents styles et capacités d'apprentissage. Par exemple, les logiciels d'apprentissage adaptatif comme DreamBox (DreamBox Learning), utilisés dans l'enseignement de la maternelle à la 12e année, personnalisent l'enseignement des mathématiques. La plateforme ajuste la difficulté des problèmes mathématiques en fonction des performances de l'élève et adapte le programme en conséquence.

De nombreuses écoles et universités, telles que l'ECE – Paris Graduate School of Engineering, en France, proposent à leurs étudiants de multiples cours en ligne pour améliorer leurs compétences en mathématiques et en physique (Anon, Anon). C'est ce que l'on fait depuis quelques années ; Cependant, à l'ECE-Paris, la dispense de cours en ligne est devenue obligatoire depuis la pandémie afin de s'assurer que les étudiants ont le bagage nécessaire pour commencer le cursus ingénieur. En fait, les professeurs ont observé que le niveau général des étudiants a considérablement diminué en raison de la pandémie. Les écoles secondaires n'étaient pas préparées à la perturbation soudaine de l'enseignement. La plupart des écoles n'étaient pas équipées de cours numériques et en ligne, pas plus que les étudiants (Plakhotnik et al. 2021). De plus, les étudiants peuvent personnaliser les cours en ligne en choisissant différents modules en fonction de leurs niveaux et de leurs besoins. Ces plateformes sont accessibles 24h/24 et 7j/7, ce qui permet aux étudiants d'y répondre à tout moment.

En fait, en mars 2023, le Réseau européen d'experts en économie de l'éducation (EENEE) a publié un rapport sur la façon dont la COVID-19 a affecté les résultats d'apprentissage des élèves. Le rapport (De Witte, François, et European Expert Network on Economics of Education 2023) couvre les recherches développées dans ce domaine dans de nombreux pays européens entre 2020 et 2022 tels que le Royaume-Uni, la France, la Belgique, l'Italie, le Danemark, la Suède, l'Espagne etc... Les principales conclusions de ce rapport sont les suivantes :

* Les répercussions de la crise de la COVID-19 sur les résultats scolaires ont présenté un paysage aux multiples facettes. Les effets allaient de perturbations minimes dans certains pays à des conséquences négatives importantes observées dans d'autres.
* L'impact néfaste de la pandémie sur les résultats d'apprentissage a été considérablement amplifié dans les pays où la fermeture physique des écoles a persisté pendant de longues périodes.
* Les pays qui avaient déjà fait des progrès substantiels en matière de numérisation et d'adoption généralisée des technologies de l'information et de la communication dans l'éducation avant la pandémie ont connu des perturbations relativement moins importantes.
* Les élèves confrontés à des désavantages socio-économiques prononcés ont connu des revers plus importants dans leur apprentissage, ce qui suscite des inquiétudes quant à l'impact de la pandémie sur l'équité en matière d'éducation.

Ces observations représentent une sorte de preuve de l'importance des ressources numériques et de l'apprentissage en ligne dans l'éducation (Hongsuchon et al. 2022) (Gopal, Singh et Aggarwal 2021) et les données ont été recueillies auprès de 544 répondants par le biais d'une enquête en ligne qui étudiaient la gestion d'entreprise (B.B.A ou M.B.A). Cependant, il convient de noter que le confinement et la transition des salles de classe traditionnelles en présentiel à l'apprentissage virtuel en ligne ont eu de profonds effets physiques et psychologiques sur les élèves. Ce changement a amplifié l'incidence du stress psychologique, de l'anxiété et de la dépression chez les étudiants universitaires. Par conséquent, il est crucial d'offrir aux étudiants une formation qui peut changer leur perspective sur l'expérience éducative, réduisant potentiellement les sentiments de dépression et de croissance liée au stress. De plus, il est nécessaire d'explorer des techniques d'enseignement virtuel améliorées pour atténuer l'anxiété et l'appréhension des étudiants concernant l'apprentissage et les examens (Azmi, Khan et Azmi 2022 ; Bangert, 2004).

D'autre part, les applications d'apprentissage des langues ont adopté le potentiel de l'intelligence artificielle (IA) pour offrir un enseignement des langues hautement personnalisé et efficace. Par exemple, des applications populaires comme Duolingo (Anon) adaptent les cours de langue en s'adaptant au niveau de compétence de l'apprenant et en fournissant des exercices et des commentaires personnalisés. Babbel (Anon) personnalise l'enseignement en fonction de la langue maternelle de l'utilisateur, de ses objectifs et de ses progrès antérieurs. Rosetta Stone (Anon) utilise l'IA pour évaluer la prononciation et ajuster la difficulté de l'exercice en fonction des performances de l'apprenant. Memrise (Anon) adapte son contenu aux styles d'apprentissage individuels, en utilisant des techniques mnémotechniques et des leçons personnalisées. Tandem Language Exchange (Anon) met en relation les utilisateurs avec des partenaires d'échange linguistique compatibles pour une pratique réelle de la conversation à l'aide de l'IA. De même, HelloTalk (Anon) utilise l'IA pour identifier les domaines à améliorer et recommande des leçons personnalisées basées sur les interactions de chat avec des locuteurs natifs. Ces applications d'apprentissage des langues exploitent l'IA pour améliorer l'expérience d'apprentissage, rendant l'acquisition de la langue plus accessible et plus attrayante pour les utilisateurs.

Plusieurs établissements d'enseignement et organisations utilisent des algorithmes avancés pour créer du matériel d'apprentissage personnalisé. L'Université Carnegie Mellon (Anon), par exemple, a adopté des manuels et des ressources d'étude générés par l'IA, en veillant à ce que le contenu réponde aux besoins individuels des étudiants et s'aligne sur des programmes spécifiques. C'est ce qu'offre l'Institut d'Interaction Homme-Machine (HCII) (Anon). Georgia Tech (Anon) a également intégré des quiz et des devoirs générés par l'IA dans certains cours en ligne, garantissant ainsi que les évaluations sont directement en ligne avec les objectifs d'apprentissage du cours. Scribe (Anon), en tant que plateforme, utilise l'IA pour générer des notes et du matériel d'étude personnalisés, en s'adaptant aux styles d'apprentissage et aux préférences uniques des étudiants. De plus, des organisations comme OpenStax (Anon) utilisent l'IA pour développer des ressources éducatives libres, telles que des manuels scolaires, rendant l'éducation plus abordable et accessible à un plus grand nombre d'étudiants. Ces exemples mettent en lumière le rôle croissant de l'IA dans la génération de contenu éducatif, l'amélioration de la personnalisation et l'alignement du matériel sur des objectifs éducatifs spécifiques, enrichissant ainsi l'expérience et les résultats d'apprentissage.

**3.3. Engagement**

Les outils TIC et les salles de classe virtuelles peuvent renforcer l'engagement des élèves en offrant un contenu interactif et multimédia et en facilitant la collaboration entre les élèves.

La réalité virtuelle (RV) dans l'éducation est une technologie excellente et attrayante (Oyelere et al. 2020). Les établissements d'enseignement peuvent créer des excursions virtuelles, des simulations de laboratoire et des expériences d'apprentissage immersives. À titre d'expérience, une école ou une université peut expérimenter la technologie VR dans les cours d'histoire. Ils peuvent mesurer l'engagement des élèves, la rétention des connaissances et l'intérêt général pour l'histoire en utilisant la RV par rapport aux méthodes traditionnelles. Par exemple, les élèves peuvent explorer l'histoire ancienne à l'aide de visites en réalité virtuelle de sites historiques. De nouvelles méthodologies de conception d'environnements virtuels (EV) promettent d'apporter des contributions précieuses à l'éducation et à la compréhension de l'histoire (Gibson et al., 2022 ; YILDIRIM, ELBAN et YILDIRIM, 2018).

De nombreuses universités et institutions se sont récemment dotées de ce que nous appelons des laboratoires de RV, en particulier pendant la pandémie. Le laboratoire de RV offre un environnement sécurisé et sans entrave permettant aux étudiants d'accéder à l'équipement de laboratoire et de mener des expériences. Cela minimise l'impact des erreurs potentielles commises par les étudiants et améliore l'expérience utilisateur en permettant de répéter des expériences sous différents angles, y compris certaines qui sont inaccessibles dans un laboratoire physique en raison de la pandémie et des handicaps d'une simple incapacité (Antonelli et al. 2023 ; Bashabsheh, Alzoubi et Ali 2019 ; Kapilan, Vidhya et Gao, 2021 ; Román-Ibáñez et al., 2018 ; Schluse, Priggemeyer et Roßmann, 2020 ; Shakirova, Al Saïd et Konyushenko, 2020).

En ce qui concerne les applications basées sur l'IA dans l'éducation de la petite enfance, il existe une multitude d'applications et de plateformes qui jouent un rôle central dans la promotion du développement cognitif et de l’alphabétisation précoce chez les jeunes enfants. Par exemple, des applications comme Homer (Anon) sont conçues pour répondre aux besoins des enfants âgés de 2 à 8 ans en utilisant l'IA pour proposer des activités, des histoires et des jeux adaptés à leur âge qui favorisent l’alphabétisation précoce. Osmo (Anon) est une autre plateforme éducative interactive qui utilise l'IA pour adapter le contenu aux compétences de chaque enfant, assurant un équilibre entre l'engagement et les activités stimulantes tout en favorisant le développement cognitif précoce. En ce qui concerne le niveau scolaire, Kiddom (Anon) utilise l'IA pour évaluer les performances des élèves et recommander des contenus adaptés au stade de développement, ce qui profite aux jeunes apprenants. Speakaboos (Anon), une plateforme d'alphabétisation précoce, personnalise les expériences de lecture pour les enfants avec des histoires et des activités interactives qui ajustent les niveaux de difficulté et le contenu en fonction des progrès individuels. De même, ABCmouse (Anon) exploite l'IA pour fournir un programme personnalisé aux enfants âgés de 2 à 8 ans en proposant des activités, des livres et des jeux qui favorisent le développement cognitif et les compétences précoces dans le parcours d’alphabétisation. Ce ne sont là que quelques-unes des nombreuses applications qui mettent en évidence la façon dont l'IA améliore l'éducation de la petite enfance en personnalisant le contenu en fonction du niveau de compétence et du rythme d'apprentissage de chaque enfant, offrant ainsi des expériences engageantes et personnalisées pour promouvoir la croissance cognitive et l’alphabétisation..

D'autres outils cruciaux qui captent l'attention des étudiants et leur fournissent les réponses à leurs questions de manière rapide et spécifique sont les chatbots et les assistants virtuels alimentés par l'IA. Ces chatbots sont devenus des outils indispensables pour les services de soutien aux étudiants dans les établissements d'enseignement. C'est le cas, par exemple, de « Pounce » à l'Université d'État de Géorgie, qui offre une assistance personnalisée dans des domaines tels que la sélection de cours et le soutien scolaire, tandis que le « Bear Chat » de l'UC Berkeley rationalise les demandes d'admission et d'aide financière. L'Université d'État de l'Arizona emploie « Ask Angie » pour s'assurer que les étudiants sont informés des dates cruciales et des ressources académiques, tandis que « Rosie » de l'Université d'État de San Jose aide à l'inscription et aux conseils académiques. Les entreprises EdTech comme « AdmitHub » fournissent des chatbots pilotés par l'IA qui guident les étudiants tout au long du processus de demande d'admission à l'université, en répondant aux questions d'admission, aux préoccupations en matière d'aide financière et aux possibilités de bourses. Par ailleurs, l'Académie de Paris a mis en place un assistant virtuel, « Déa » (Anon), pour aider les étudiants dans leurs démarches liées aux devoirs scolaires, aux programmes spécifiques, aux aides financières et à l'inscription. Ces solutions basées sur l'IA garantissent aux étudiants un accès rapide à l'information et au soutien, ce qui rend leur parcours éducatif plus facile à gérer et plus efficace.

Et aujourd'hui, nous disposons d'outils génératifs d'IA tels que ChatGPT qui jouent un rôle essentiel dans l'éducation grâce à leur capacité à fournir un soutien personnalisé, accessible et évolutif aux apprenants. Par exemple, un lycéen aux prises avec un problème mathématique complexe peut se tourner vers ChatGPT ou un outil équivalent pour une explication immédiate et détaillée, améliorant ainsi sa compréhension et ses capacités à résoudre les problèmes. Dans un scénario différent, un étudiant en histoire pourrait utiliser ces outils génératifs d'IA pour obtenir des informations supplémentaires sur un événement historique spécifique, élargissant ainsi ses connaissances et facilitant la recherche indépendante.

De plus, la polyvalence des outils génératifs d'IA brille dans divers sujets. Un étudiant en biologie peut demander des éclaircissements sur un concept difficile, tandis qu'un aspirant écrivain peut demander des conseils pour améliorer ses essais, démontrant ainsi son applicabilité interdisciplinaire. La disponibilité 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7 de ces outils permet aux étudiants d'accéder à un soutien à leur convenance, qu'ils étudient tard le soir ou le jour. Cette accessibilité favorise l'apprentissage autonome, en donnant aux élèves les moyens de prendre en charge leur parcours éducatif.

Il convient de mentionner que les outils génératifs de l'IA ne se limitent pas à aider les étudiants ; Ils aident également les éducateurs à créer du contenu. Par exemple, un enseignant peut les utiliser pour générer des quiz personnalisés, réfléchir à des idées de cours ou recevoir des explications supplémentaires pour son matériel pédagogique, ce qui lui permet de gagner du temps et d'améliorer ses ressources pédagogiques.

Grâce à leur évolutivité, que nous développerons dans la section suivante, les IA génératives peuvent servir de nombreux étudiants simultanément, ce qui en fait des ressources inestimables pour les individus et les établissements d'enseignement. Dans le paysage dynamique de l'éducation, le rôle de l'IA générative pour rendre l'apprentissage plus interactif, plus engageant et plus efficace est de plus en plus important et précieux.

**3.4. Évolutivité**

L'évolutivité du modèle hybride TIC signifie que les ressources en ligne et le contenu piloté par l'IA peuvent être facilement étendus pour accueillir un grand nombre d'étudiants sans augmentation significative des coûts. Il faut se réapproprier les Massive Open Online Courses (MOOCs), comme ceux proposés, par exemple, par l'Université de Harvard et le MIT sur edX. « Harvard Online » est la plate-forme en ligne de l'Université de Harvard. Elle propose des cours en ligne qui réunissent les professeurs et les connaissances de différents domaines de l'université. Ces cours permettent aux apprenants du monde entier de s'attaquer à d'importants problèmes mondiaux.

On peut prendre l'exemple de Coursera qui fonctionne comme une plate-forme qui fournit un large éventail de cours, de certifications et de diplômes proposés par des universités et des organisations du monde entier. Créée en 2012 par les professeurs Andrew Ng et Daphne Koller de Stanford, elle est devenue l'une des plus grandes plateformes d'apprentissage en ligne disponibles. Au sein de Coursera, les apprenants ont accès à divers cours couvrant des domaines tels que les affaires, l'informatique, les sciences humaines, etc. La durée des cours varie de quelques semaines à plusieurs mois.

L'exemple de Coursera démontre le haut niveau d'évolutivité de ce modèle hybride. Selon la plateforme, il y avait dix-neuf millions d'utilisateurs enregistrés en 2022. Cette tendance semble se poursuivre à l'échelle mondiale (Anon).

Un établissement d'enseignement pourrait expérimenter un cours magistral traditionnel et un cours de type MOOC sur le même sujet. Ils peuvent évaluer l'évolutivité et la rentabilité du modèle MOOC par rapport aux cours traditionnels.

**4. Défis et considérations**

Plusieurs travaux ont étudié la nécessité de transformer le système d'enseignement supérieur actuel tels que Olivia 202). Le modèle d'éducation hybride dont il est question ici, qui combine l'apprentissage en présentiel et en ligne, offre une voie prometteuse pour l'éducation moderne. Cependant, ce modèle n'est pas exempt de défis et de considérations qui doivent être abordés de manière réfléchie pour maximiser son efficacité.

« L'IA générative a changé la donne dans le domaine de l'éducation. Il peut avoir un impact significatif sur l'apprentissage des étudiants en adaptant le contenu aux besoins individuels et en offrant une expérience d'apprentissage hautement personnalisée. »

Premièrement, l'infrastructure est une préoccupation cruciale. Pour rendre le modèle hybride inclusif et accessible à tous, il est primordial de veiller à ce que chaque élève ait accès à la technologie et à Internet qui lui sont nécessaires. Ce défi est particulièrement prononcé dans les zones défavorisées où la fracture numérique reste un obstacle à une éducation équitable. Il est essentiel de combler ce fossé grâce à des dispositions technologiques adéquates et à un accès à Internet pour offrir des chances d'apprentissage égales à tous les élèves, quel que soit leur milieu socio-économique.

La confidentialité des données est une autre considération essentielle. L'utilisation des données des élèves pour un apprentissage personnalisé est une application puissante de la technologie et de l'IA. Cependant, cela doit être fait dans le strict respect des réglementations en matière de confidentialité des données. La protection des renseignements personnels des étudiants est non seulement une obligation légale, mais aussi un impératif éthique. Il est essentiel d'instaurer la confiance grâce à des pratiques transparentes d'utilisation des données pour garantir l'application responsable et éthique des outils d'IA et de TIC dans l'éducation.

La formation des enseignants est un autre aspect essentiel. Les instructeurs peuvent avoir besoin d'une formation et d'un perfectionnement professionnel pour intégrer efficacement les outils des TIC et de l'IA dans leurs méthodes d'enseignement. La maîtrise de ces technologies est essentielle pour exploiter leur plein potentiel et offrir une expérience éducative de haute qualité aux étudiants.

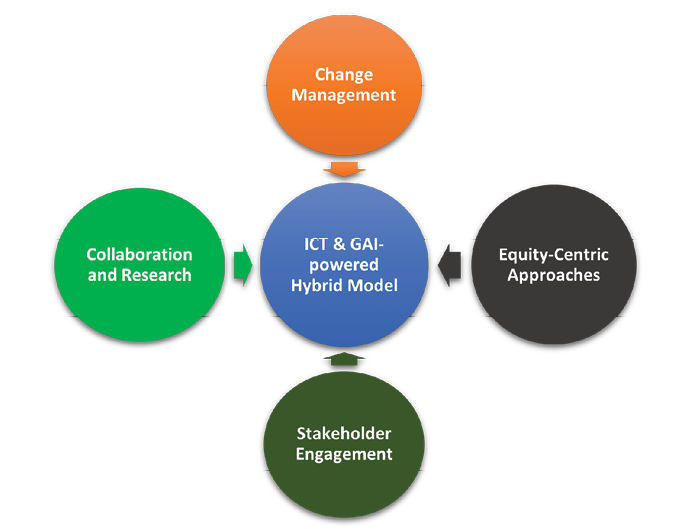
De plus, l'IA générative a changé la donne dans le domaine de l'éducation. Il peut avoir un impact significatif sur l'apprentissage des étudiants en adaptant le contenu aux besoins individuels et en offrant une expérience d'apprentissage hautement personnalisée. Le contenu généré par l'IA peut rendre les cours attrayants, pertinents et adaptés au niveau et au style d'apprentissage de chaque élève.

Néanmoins, l'utilisation de l'IA générative soulève des préoccupations en matière de droits d'auteur. La création de matériel pédagogique avec l'aide de l'IA peut soulever des questions sur les droits de propriété intellectuelle, la paternité et la propriété. Trouver le bon équilibre entre le contenu généré par l'IA et le respect des droits d'auteur est un défi que les éducateurs et les institutions doivent relever avec prudence.

De plus, la gestion des perturbations que l'IA générative introduit dans l'éducation est une question urgente. Bien qu'elle apporte de nombreux avantages, son intégration peut perturber les systèmes éducatifs traditionnels. Les enseignants et les établissements doivent s'adapter à ces changements technologiques, qui peuvent modifier la façon dont l'éducation est dispensée et vécue. Gérer efficacement cette transformation tout en assurant des résultats positifs pour les élèves est un défi de taille dans l'éducation d'aujourd'hui.

Le modèle d'éducation hybride recèle un potentiel énorme, mais il comporte son lot de défis. Il est essentiel de s'attaquer aux problèmes liés à l'infrastructure, à la confidentialité des données, à la formation des enseignants, à l'IA générative, aux droits d'auteur et à la gestion des perturbations technologiques pour s'assurer qu'il peut tenir sa promesse d'une éducation accessible, personnalisée et efficace.

Pour relever ces défis multidimensionnels associés au modèle hybride d'éducation, il faut un effort concerté et une combinaison de stratégies, comme le montre la figure 1.

Figure 1 : Des connaissances dont le monde a besoin  


* Gestion du changement

La gestion des perturbations causées par l'IA générative dans l'éducation implique un changement dans les méthodes d'enseignement, la conception des programmes d'études et les politiques institutionnelles. Les établissements devraient adopter des stratégies de gestion du changement pour faciliter une transition en douceur. Les enseignants doivent bénéficier d'un soutien et de ressources pour s'adapter efficacement aux nouvelles méthodes d'enseignement.

* Collaboration et recherche

La collaboration entre les établissements d'enseignement, les décideurs politiques et les fournisseurs de technologies est vitale. La recherche sur l'impact et l'efficacité du modèle hybride, de l'IA générative et des technologies connexes devrait éclairer les meilleures pratiques et les politiques.

* Approches centrées sur l'équité

L'équité devrait être au premier plan de la prise de décision. Des interventions et un soutien, ciblés devraient être dirigés vers les zones et les élèves défavorisés afin de combler la fracture numérique, en veillant à ce que tous les apprenants aient un accès égal à une éducation de qualité.

* Engagement des parties prenantes

Faire participer les parents, les élèves, les enseignants et l'ensemble de la communauté à des discussions sur les défis et les avantages du modèle hybride peut mener à une prise de décision plus éclairée et favoriser un sentiment de responsabilité partagée pour résoudre ces problèmes.

En adoptant une approche holistique qui combine l'élaboration de politiques, l'investissement, la formation et la recherche, les établissements d'enseignement et les décideurs peuvent relever efficacement les défis associés au modèle hybride et s'assurer qu'il réalise son potentiel pour fournir une éducation accessible, personnalisée et efficace à tous les élèves.

5. Recherche et analyse des données

Les établissements d'enseignement se sont lancés dans un parcours d'exploration et d'innovation en menant des recherches approfondies et en lançant des programmes pilotes pour évaluer l'efficacité du modèle hybride dans l'éducation moderne (Chichekian et Benteux, 2022 ; Ninaus et Sailer, 2022). Ces efforts sont essentiels pour mettre en lumière le potentiel de cette approche pour révolutionner l'expérience d'apprentissage.

Les efforts de recherche sont multidimensionnels et englobent diverses dimensions de l'impact du modèle hybride. L'accent est mis sur les résultats d'apprentissage des élèves, dans le but de déterminer comment la combinaison de l'apprentissage en présentiel et en ligne influence la réussite scolaire et le développement des compétences. Les chercheurs en éducation examinent de près si ce modèle novateur améliore la compréhension des élèves, la pensée critique, les capacités de résolution de problèmes et d’assimilation des connaissances, garantissant ainsi que l'expérience éducative est non seulement accessible, mais aussi profondément efficace.

En parallèle, ces études mettent l'accent sur l'engagement des étudiants. Ils cherchent à comprendre comment le modèle hybride affecte la motivation, la participation et l'interaction des élèves dans le processus d'apprentissage. En examinant la dynamique des interactions entre les élèves et les enseignants et leurs pairs, les chercheurs s'efforcent de découvrir comment ce modèle favorise les expériences d'apprentissage actives et collaboratives, rendant l'éducation plus attrayante et plus agréable pour les apprenants de tous âges.

L'évolutivité (l’adaptabilité) est un autre aspect essentiel qui fait l'objet d'un examen minutieux et qui doit être entièrement pris en compte. Les chercheurs évaluent la faisabilité d’adapter le modèle hybride pour répondre aux besoins d'une population étudiante plus large (Julia, Peter et Marco, 2021). Cela implique d'explorer les technologies, les ressources et l'infrastructure nécessaires pour s'assurer que les avantages de ce modèle peuvent être étendus à un large éventail d'étudiants sans en compromettre la qualité.

Essentiellement, les établissements d'enseignement sont engagés dans un processus d'examen et d'expérimentation rigoureux, motivés par un objectif commun de faire progresser l'éducation à une époque définie par la technologie et l'innovation. La recherche et les programmes pilotes menés sont essentiels pour fournir des informations qui éclairent les pratiques exemplaires et aident à naviguer sur la voie d'un système d'éducation plus accessible, engageant et évolutif qui permet aux élèves de s'épanouir à l'ère numérique.

« Les systèmes de tutorat basés sur l'IA ont le potentiel de révolutionner l'apprentissage personnalisé. »

En ce qui concerne les travaux de recherche et les études sur les performances des élèves, l'analyse des données et les sciences sont apparues comme des outils puissants dans les établissements d'enseignement (Mougiakou et al. 2023), façonnant de manière significative le paysage de l'éducation moderne. En exploitant les capacités d'analyse des données et de l'intelligence artificielle (IA), ces établissements ont débloqué une multitude d'opportunités pour améliorer l'apprentissage des étudiants, favoriser la réussite scolaire et créer des expériences éducatives plus personnalisées (Hooshyar et al. 2023).

L'une des principales applications de l'analyse des données dans les systèmes éducatifs concerne le suivi et l'analyse des performances des élèves (Namoun et Alshanqiti, 2021). Cela implique la collecte, l'organisation et l'interprétation systématiques d'un large éventail de données, notamment les notes, l'assiduité, les mesures d'engagement et même les commentaires des enseignants. Ces données sont ensuite soumises à des algorithmes analytiques avancés qui dévoilent des informations précieuses sur les progrès des élèves et les domaines de préoccupation potentiels (Al Yousufi et al. 2023).

L'une des réalisations notables des systèmes axés sur les données dans l'éducation est le système d'alerte précoce. En utilisant l'analyse prédictive, les établissements d'enseignement peuvent identifier les élèves qui risquent de prendre du retard sur le plan scolaire (Lawson et coll., 2016) ; (Nimy et Mosia 2022), (Adnan et al. 2021). Ceci est réalisé grâce à la détection de modèles et d'indicateurs qui peuvent ne pas être immédiatement apparents pour les éducateurs humains. Ces systèmes d'alerte précoce peuvent signaler les élèves qui présentent des signes avant-coureurs, tels que des notes en baisse ou une assiduité irrégulière, ce qui les incite à intervenir et à obtenir un soutien en temps opportun.

Pour les élèves à risque, cette intervention peut changer la donne. Les établissements d'enseignement peuvent s'adresser de manière proactive à ces étudiants, en leur fournissant des ressources supplémentaires, du tutorat, des conseils ou d'autres formes d'assistance adaptées à leurs besoins spécifiques. Ce soutien opportun peut éviter que des revers mineurs ne se transforment en défis scolaires plus importants et augmenter la probabilité que ces élèves atteignent leurs objectifs scolaires (Iatrellis et al., 2021).

De plus, l'analyse des données va au-delà du suivi des performances des étudiants. Il peut également être appliqué à l'amélioration des programmes d'études, en aidant les éducateurs à identifier les domaines dans lesquels les élèves peuvent avoir des difficultés ou exceller. Cela permet d'affiner les méthodes d'enseignement et d'adapter les programmes d'études pour mieux répondre aux besoins des apprenants (Gaftandzhieva et al. 2023) ; (Du 2022).

**6. En conclusion**

En résumé, le modèle hybride alimenté par les TIC et utilisant l'IA générative représente une approche innovante et prometteuse de l'éducation future. En combinant les méthodes d'apprentissage traditionnelles et numériques avec les capacités de l'IA, ce modèle a le potentiel d'offrir des expériences éducatives plus personnalisées, engageantes et accessibles aux apprenants du monde entier. Cependant, le modèle s'accompagne également de défis liés à l'infrastructure, à la confidentialité des données et à la préparation des enseignants qui doivent être résolus pour une mise en œuvre réussie. Cela ne peut se faire que si les établissements d'enseignement et les décideurs politiques relèvent efficacement les défis du modèle hybride en adoptant une approche globale, englobant l'élaboration de politiques, les investissements, la formation et la recherche. Cette approche permet de s'assurer que le modèle atteint son plein potentiel, offrant une éducation accessible, personnalisée et efficace à tous les élèves.

À l'avenir, le tutorat basé sur l'IA, la réalité augmentée (RA) (Kamińska et al. 2023) et les applications de réalité virtuelle amélioreront encore ce modèle éducatif, offrant aux étudiants une expérience d'apprentissage encore plus riche et immersive, redéfinissant la façon dont nous apprenons et enseignons à l'ère numérique.

Les systèmes de tutorat basés sur l'IA ont le potentiel de révolutionner l'apprentissage personnalisé. Ces systèmes intelligents peuvent fournir aux étudiants un retour d'information immédiat, adapter le contenu à leurs besoins spécifiques et proposer des parcours d'apprentissage personnalisés. Cela améliore non seulement la compréhension, mais permet également aux apprenants de progresser à leur propre rythme, ce qui rend l'éducation plus inclusive et plus efficace. De plus, comme mentionné ci-dessus, la RA et la RV sont des technologies immersives qui peuvent amener l'apprentissage vers de nouveaux sommets. La réalité augmentée superpose les informations numériques au monde physique, ce qui rend les leçons interactives et attrayantes. Par exemple, les élèves peuvent explorer des sites historiques grâce à des applications de réalité augmentée, donnant ainsi vie à l'histoire. La réalité virtuelle, quant à elle, offre une immersion complète dans des environnements virtuels, rendant les concepts complexes plus tangibles. Les étudiants peuvent faire des excursions virtuelles ou effectuer des expériences pratiques dans un laboratoire virtuel.

Bibliographie

1. Adnan, Muhammad, Asad Habib, Jawad Ashraf, Shafaq Mussadiq, Arsalan Ali Raza, Muhammad Abid, Maryam Bashir et Sana Ullah Khan. 2021. « Prédiction des étudiants à risque à différents pourcentages de la durée des cours pour une intervention précoce à l'aide de modèles d'apprentissage automatique ». Accès IEEE 9. doi : 10.1109/ACCESS.2021.3049446.
2. Amutha, D. 2020. « Le rôle et l'impact des TIC dans l'amélioration de la qualité de l'éducation ». Revue électronique SSRN. DOI : 10.2139/SSRN.3585228.
3. Anderson, Ronald E., et Sara Dexter. 2005. « Leadership technologique en milieu scolaire : une enquête empirique sur la prévalence et l'effet ». Educational Administration Quarterly 41(1). doi : 10.1177/0013161X04269517.
4. « ABCmouse. » (consulté le 31 octobre 2023a (https://www.abcmouse.com/abc/).
5. « Babbel. » (consulté le 31 octobre 2023b (https://www.babbel.com/).
6. « Coursera. » (consulté le 31 octobre 2023c (https://www.coursera.org/).
7. « DreamBox Learning. » (consulté le 31 octobre 2023d (https://www.dreambox.com/).
8. « Duolingo. » (consulté le 31 octobre 2023e (https://www.duolingo.com/).
9. « EdX. » (consulté le 31 octobre 2023f (https://www.edx.org/learn/stem).
10. « MOOC AMUSANT. » (consulté le 31 octobre 2023g (https://www.fun-mooc.fr/en/).
11. « Institut de technologie de Géorgie. » Consulté le 31 octobre 2023 (https://www.gatech.edu/).
12. « Bonjour à parler. » (consulté le 31 octobre 2023i (https://www.hellotalk.com/?lang=en).
13. — HOMÈRE. (consulté le 31 octobre 2023j (https://learnwithhomer.com/).
14. « Institut d'interaction homme-machine ». (consulté le 31 octobre 2023 (https://hcii.cmu.edu/).
15. « IDeATe. » (consulté le 31 octobre 2023l (https://ideate.cmu.edu/).
16. “J’ai 20 En Maths : Cours En Ligne.” Retrieved October 31, 2023m (https://www.jai20enmaths.com/).
17. “J’ai 20 En Physique : Cours En Ligne.” Retrieved October 31, 2023n (https://www.jai20enphysique.com/).
18. « Kiddom » (Enfant). (consulté le 31 octobre 2023o (<https://www.kiddom.co/>).
19. « Le Chatbot Déa. » (consulté le 31 octobre 2023) (https://www.ac-paris.fr/le-nouveau-chatbot-dea-vous-aide-dans-vos-demarches-129206).
20. « Memrise. » (consulté le 31 octobre 2023q (https://www.memrise.com/).
21. « Mon Mooc. » (consulté le 31 octobre 2023r (https://www.my-mooc.com/en/).
22. « OpenStax ». (consulté le 31 octobre 2023) (https://openstax.org/).
23. « Osmo. » (consulté le 31 octobre 2023) (https://www.playosmo.com/en-US/).
24. « Pierre de Rosette. » (consulté le 31 octobre 2023u (https://fr.rosettastone.com/).
25. « Scribe. » (consulté le 31 octobre 2023v (https://scribehow.com/).
26. « Speakabo. » (consulté le 31 octobre 2023w (https://speakabo.com/).
27. « Application d'échange linguistique en tandem. » (consulté le 31 octobre 2023x (https://www.tandem.net/).
28. « Udemy. » (consulté le 31 octobre 2023y (https://www.udemy.com/).
29. Antonelli, Dario, Athanasios Christopoulos, Mikko Jussi Laakso, Valentina Dagienė, Agnė Juškevičienė, Vaida Masiulionytė-Dagienė, Maksymilian Mądziel, Dorota Stadnicka et Chrysostomos Stylios. 2023. « Un laboratoire de réalité virtuelle pour l'enseignement de l'apprentissage mixte : conception, mise en œuvre et évaluation ». Sciences de l'éducation 13(5). DOI : 10.3390/educsci13050528.
30. Azmi, Fatima M., Habib Nawaz Khan et Aqil M. Azmi. 2022. « L'impact de l'apprentissage virtuel sur le comportement éducatif des étudiants et l'omniprésence de la dépression chez les étudiants universitaires en raison de la pandémie de COVID-19 ». Mondialisation et santé 18(1). doi : 10.1186/S12992-022-00863-Z.
31. Bangert, Arthur W. 2004. « Les sept principes de bonnes pratiques : un cadre pour l'évaluation de l'enseignement en ligne ». Internet et l'enseignement supérieur 7(3). DOI : 10.1016/j.iheduc.2004.06.003.
32. Bashabsheh, Ahmad K., Hussain H. Alzoubi et Mostafa Z. Ali. 2019. « L'application de la technologie de réalité virtuelle dans la pédagogie architecturale pour la construction de bâtiments ». Journal d'ingénierie d'Alexandrie 58(2). DOI : 10.1016/j.aej.2019.06.002.
33. Chichekian, Tanya, et Bérenger Benteux. 2022. « Le potentiel de l'apprentissage avec (et non à partir de) l'intelligence artificielle dans l'éducation ». Frontières de l'intelligence artificielle 5.
34. Du, Yufan. 2022. « Application du système de prise de décision éducative basé sur les données à l'optimisation des programmes d'études de l'enseignement supérieur ». Communications sans fil et informatique mobile 2022. DOI : 10.1155/2022/5823515.
35. Gaftandzhieva, Silvia, Sadiq Hussain, Slavoljub Hilčenko, Rositsa Doneva et Kirina Boykova. 2023. « Prise de décision basée sur les données dans les établissements d'enseignement supérieur : état des lieux ». Revue internationale d'informatique avancée et de ses applications 14(6). doi : 10.14569/IJACSA.2023.0140642.
36. Gibson, Lindsay, Jennifer Roberts-Smith, Kristina R. Llewellyn et Jennifer Llewellyn. 2022. « Une nouvelle approche de la réalité virtuelle dans l'enseignement de l'histoire : le projet d'histoires orales numériques pour la réconciliation (DOHR) », dans L'enseignement de l'histoire à l'ère numérique.
37. Gopal, Ram, Varsha Singh et Arun Aggarwal. 2021. « Impact des cours en ligne sur la satisfaction et la performance des étudiants pendant la période pandémique de COVID-19 ». Éducation et technologies de l'information 26(6). DOI : 10.1007/S10639-021-10523-1.
38. Hongsuchon, Tanaporn, Ibrahiem M. M. El Emary, Taqwa Hariguna et Eissa Mohammed Ali Qhal. 2022. « Évaluation de l'impact de l'efficacité et des avantages de l'apprentissage en ligne dans la gestion des connaissances, l'antécédent des stratégies et des motivations de l'apprentissage en ligne : une étude empirique ». Développement durable (Suisse) 14(5). DOI : 10.3390/SU14052570.
39. Hooshyar, Danial, Kairit Tammets, Tobias Ley, Kati Aus et Kaire Kollom. 2023. « L'analyse de l'apprentissage dans le soutien de l'agentivité étudiante : une revue systématique ». Durabilité 15(18). DOI : 10.3390/SU151813662.
40. Iatrellis, Omiros, Ilias Savvas, Panos Fitsilis et Vassilis C. Gerogiannis. 2021. « Une approche d'apprentissage automatique en deux phases pour prédire les résultats des élèves ». Éducation et technologies de l'information 26(1) :69–88. doi : 10.1007/S10639-020-10260-X/METRICS.
41. Ifenthaler, Dirk et Clara Schumacher. 2023. « Enjeux réciproques de l'intelligence artificielle et humaine dans l'éducation ». Revue de recherche sur la technologie dans l'éducation, 55(1).
42. Johnson, Arianna. 2023. « ChatGPT dans les écoles : voici où il est interdit et comment il pourrait potentiellement aider les élèves. » Forbes.
43. Joshi, Neil D., Bryan Lieber, Karren Wong, Eliana Al-Alam, Nitin Agarwal et Vicki Diaz. 2019. « Les médias sociaux en neurochirurgie : utilisation de ResearchGate ». Neurochirurgie mondiale 127. DOI : 10.1016/j.wneu.2019.04.007.
44. Julia, Kasch, Van Rosmalen Peter et Kalz Marco. 2021. « Évolutivité pédagogique dans les MOOC : analyser les conceptions pédagogiques pour trouver les meilleures pratiques ». L'informatique et l'éducation 161. DOI : 10.1016/j.compedu.2020.104054.
45. Kamińska, Dorota, Grzegorz Zwoliński, Anna Laska-Leśniewicz, Rui Raposo, Mário Vairinhos, Elisabeth Pereira, Frane Urem, Martina Ljubić Hinić, Rain Eric Haamer et Gholamreza Anbarjafari. 2023. « Réalité augmentée : tendances actuelles et nouvelles dans l'éducation ». Electronique (Suisse) 12(16).
46. Kapilan, N., P. Vidhya et Xiao Zhi Gao. 2021. « Laboratoire virtuel : une aubaine pour l'enseignement du génie mécanique pendant la pandémie de COVID-19 ». L'enseignement supérieur pour l'avenir, 8(1). DOI : 10.1177/2347631120970757.
47. Lawson, Celeste, Colin Beer, Dolene Rossi, Teresa Moore et Julie Fleming. 2016. « Identification des étudiants « à risque » à l'aide de l'analyse de l'apprentissage : les dilemmes éthiques des stratégies d'intervention dans un établissement d'enseignement supérieur ». Recherche et développement en technologie éducative 64(5) :957–68. doi : 10.1007/S11423-016-9459-0/METRICS.
48. McDougall, Anne, et Anthony Jones. 2006. « Théorie et histoire, questions et méthodologie : enjeux actuels et futurs de la recherche sur les TIC dans l'éducation ? » Technologie, pédagogie et éducation 15(3). DOI : 10.1080/14759390600923915.
49. Mougiakou, Sofia, Dimitra Vinatsella, Demetrios Sampson, Zacharoula Papamitsiou, Michail Giannakos et Dirk Ifenthaler. 2023. « Enseigner l'analytique ». 189–235. DOI : 10.1007/978-3-031-15266-5\_4.
50. Namoun, Abdallah et Abdullah Alshanqiti. 2021. « Prédire le rendement des élèves à l'aide de techniques d'exploration de données et d'analyse de l'apprentissage : une revue systématique de la littérature. » Sciences appliquées (Suisse) 11(1).
51. Nimy, Eli et Moeketsi Mosia. 2022. « Identifier les élèves à risque pour une intervention précoce – une approche probabiliste d'apprentissage automatique ». Revue électronique SSRN. DOI : 10.2139/SSRN.4253016.
52. Ninaus, Manuel, et Michael Sailer. 2022. « Boucler la boucle – Le rôle de l'humain dans l'intelligence artificielle pour l'éducation ». Frontières de la psychologie 13. DOI : 10.3389/fpsyg.2022.956798.
53. Nord, Madeleine. « L'IA générative a bouleversé l'éducation. Voici comment il peut être utilisé pour le bien – UNESCO | Forum économique mondial. (consulté le 31 octobre 2023) (https://www.weforum.org/agenda/2023/09/generative-ai-education-unesco).
54. Olivia, Bina. 2023. « Vers un « tournant de vie » dans l'éducation : une expérience de pensée ». Revue CADMUS.
55. Oyelere, Solomon Sunday, Nacir Bouali, Rogers Kaliisa, George Obaido, Abdullahi Abubakar Yunusa et Ebunayo R. Jimoh. 2020. « Explorer les tendances des jeux éducatifs de réalité virtuelle : une revue systématique des études empiriques ». Environnements d'apprentissage intelligents 7(1).
56. Plakhotnik, Maria S., Natalia V. Volkova, Cuiling Jiang, Dorra Yahiaoui, Gary Pheiffer, Kerry McKay, Sonja Newman et Solveig Reißig-Thust. 2021. « L'impact perçu de la COVID-19 sur le bien-être des étudiants et le rôle médiateur du soutien universitaire : données probantes de la France, de l'Allemagne, de la Russie et du Royaume-Uni ». Frontières de la psychologie 12. DOI : 10.3389/fpsyg.2021.642689.
57. Román-Ibáñez, Vicente, Francisco A. Pujol-López, Higinio Mora-Mora, Maria Luisa Pertegal-Felices et Antonio Jimeno-Morenilla. 2018. « Un système de réalité virtuelle immersif à faible coût pour l'enseignement de la programmation de manipulateurs robotiques. » Durabilité (Suisse) 10(4). DOI : 10.3390/SU10041102.
58. Roztocki, Narcyz, Piotr Soja et Heinz Roland Weistroffer. 2019. « Le rôle des technologies de l'information et de la communication dans le développement socio-économique : vers un cadre multidimensionnel\* ». Technologies de l'information au service du développement 25(2).
59. Schluse, Michael, Marc Priggemeyer et Jürgen Roßmann. 2020. « Le laboratoire de robotique virtuelle dans l'éducation : expériences pratiques avec des systèmes robotiques virtuels à l'ère de l'industrie 4.0 » dans 52e Symposium international sur la robotique, ISR 2020.
60. Shakirova, Nurzhanat, Nidal Al Saïd et Svetlana Konyuchenko. 2020. « L'utilisation de la réalité virtuelle dans la géo-éducation ». Revue internationale des technologies émergentes dans l'apprentissage 15(20). DOI : 10.3991/ijet.v15i20.15433.
61. Tapalova, Olga, et Nadezhda Zhiyenbayeva. 2022. « L'intelligence artificielle dans l'éducation : l'AIEd pour des parcours d'apprentissage personnalisés ». Journal électronique de l'apprentissage en ligne 20(5). DOI : 10.34190/ejel.20.5.2597.
62. UNESCO. « UNESCO : les gouvernements doivent rapidement réglementer l'IA générative dans les écoles | l'UNESCO. (consulté le 31 octobre 2023 (https://www.unesco.org/en/articles/unesco-governments-must-quickly-regulate-generative-ai-schools).
63. Wernsdorf, Kathrin, Markus Nagler et Martin Watzinger. 2022. « TIC, collaboration et innovation : données probantes de BITNET ». Revue d'économie publique 211. DOI : 10.1016/j.jpubeco.2022.104678.
64. De Witte, Kristof, Maxime François, et le Réseau européen d'experts en économie de l'éducation. 2023. Analyse des déficits d'apprentissage liés à la Covid-19 en Europe et recommandations pratiques : rapport analytique. Office des publications de l'Union européenne. DOI : 10.2766/881143.
65. YILDIRIM, Gürkan, Mehmet ELBAN et Serkan YILDIRIM. 2018. « Analyse de l'utilisation des technologies de réalité virtuelle dans l'enseignement de l'histoire : une étude de cas ». Revue asiatique de l'éducation et de la formation 4(2). DOI : 10.20448/journal.522.2018.42.62.69.
66. Al Yousufi, Anfal, Vikas Rao Naidu, Karan Jesrani et Vishal Dattana. 2023. « Suivre les progrès des étudiants à l'aide de l'analyse des mégadonnées pour améliorer l'employabilité des étudiants : une revue ». SHS Web de conférences 156. DOI : 10.1051/shsconf/202315607001.