

IA génératives en éducation : usages et limites

Les IA génératives (IA-G), notamment les grands modèles de langage (LLM), transforment rapidement les pratiques pédagogiques. Elles offrent de nouvelles possibilités d'assistance, de personnalisation et de création de contenus, mais soulèvent également des enjeux techniques, pédagogiques et éthiques qui doivent être maîtrisés.

Usages actuels

Domaine d'application	Exemples concrets	Contributions pédagogiques
Tuteurs intelligents	Plateformes RAGMan, BoilerTAI, AI-TAs, AI-guided quantum simulators (NMC2025)	Fournissent des réponses contextuelles, du feedback explicatif et un soutien en temps réel, améliorant la compréhension et la confiance des apprenants [Iris Ma' 2024-07-14][Anvit Sinha' 2024-09-20][Santiago D. Barrionuevo' 2025-09-19]
Création de contenus	Génération de quiz (OneClickQuiz), exercices de langue (mHyER), ressources multimodales (ArchiGuesser)	Accélèrent la production de matériel didactique, adaptent le niveau de difficulté et réduisent la charge de travail des enseignants [Antoun Yaacoub' 2025-05-01][Austin Xu' 2024-02-08][Joern Ploennigs' 2023-12-14]
Apprentissage personnalisé	CoTutor (knowledge tracing), AI-EDL (EduAlly), IA-assistée en design (Zhejiang)	Modélisent le profil d'apprentissage, adaptent les parcours et intègrent des boucles de rétroaction itératives [Yuchen Wang' 2025-09-28][Ning Yu' 2025-08-01][Wang Jiaqi' 2025-12-14]
Soutien à la recherche	Hackathon AIMHack2024, AI-tuteurs pour logiciels de simulation, assistants	Facilitent l'exploration de données, l'utilisation de logiciels spécialisés et la résolution de problèmes complexes [Takahiro Misawa' 2025-04-09]

	de programmation (GitHub Copilot, ChatGPT)	[Christopher Bull' 2023-03-24] [Subhankar Maity' 2024-10-14]
Développement de compétences critiques	Programmes de métacognition (DeBiasMe), cadres d'alphabétisation IA (AI & Data Acumen)	Sensibilisent aux biais cognitifs, encouragent la réflexion critique sur les sorties d'IA et renforcent l'autonomie de l'apprenant [Chaeyeon Lim' 2025-04-23][Kathleen Kennedy' 2025-10-26][Katelyn Xiaoying Mei' 2025-04-20]

Limites et risques

1. **Dépendance et atrophie cognitive** – Un usage excessif peut réduire l'engagement actif et la capacité de raisonnement autonome, menant à une « atrophie » du pensée critique [[Lucile Favero' 2025-07-09](#)][[Katelyn Xiaoying Mei' 2025-04-20](#)].
2. **Biais et équité** – Les modèles peuvent reproduire ou amplifier des biais de genre, culturels ou disciplinaires, affectant l'équité des évaluations et des recommandations [[Ehsan Latif' 2023-12-17](#)][[Linge Guo' 2024-02-07](#)].
3. **Fiabilité du contenu** – Les IA peuvent générer des informations inexactes ou non vérifiées, surtout dans les domaines hautement spécialisés, ce qui nécessite une validation humaine [[Subhankar Maity' 2024-10-14](#)][[Sanjit Kakarla' 2024-01-06](#)].
4. **Défis d'évaluation** – Les outils d'évaluation automatisée peinent à détecter les erreurs des étudiants ou à juger la profondeur des réponses, limitant leur usage pour les évaluations à haute valeur ajoutée [[Bayode Ogunleye' 2024-04-01](#)][[Sanjit Kakarla' 2024-01-06](#)].
5. **Questions éthiques et de confidentialité** – La collecte de données d'apprentissage et l'utilisation de modèles propriétaires soulèvent des préoccupations de protection de la vie privée et de transparence algorithmique [[Nabeel Gillani' 2022-12-31](#)][[Cecilia Ka Yuk Chan' 2023-05-02](#)].
6. **Impact sur les compétences humaines** – Certaines compétences sociales et émotionnelles, essentielles à l'apprentissage, restent difficilement remplaçables par l'IA, ce qui impose de préserver le rôle du professeur comme « More Knowledgeable Other » [[Anvit Sinha' 2024-09-20](#)][[Nabeel Gillani' 2022-12-31](#)].

Synthèse

Les IA génératives offrent des outils puissants pour enrichir l'enseignement: elles automatisent la création de ressources, offrent un tutorat individualisé et soutiennent la recherche. Toutefois, leur intégration doit être encadrée par des stratégies pédagogiques qui préservent la pensée

critique, atténuent les biais et assurent la validation du contenu. Un cadre d'alphabétisation IA combiné à des interventions métacognitives (ex. : DeBiasMe) apparaît comme une voie prometteuse pour exploiter les avantages tout en maîtrisant les limites [[Kathleen Kennedy' 2025-10-26](#)][[Chaeyeon Lim' 2025-04-23](#)][[Ehsan Latif' 2024-10-11](#)].

Key Topic Groups ^

Enquêtes d'impact pédagogique et développement de compétences critiques : 9 references found

Les enquêtes d'impact pédagogique et le développement de compétences critiques constituent un fil conducteur essentiel pour comprendre comment les IA génératives transforment l'enseignement supérieur: elles permettent de cartographier les compétences en IA et données à travers des cadres structurés (niveau de maîtrise, dimensions de connaissance) afin de guider l'intégration progressive du raisonnement algorithmique, de l'éthique et de la conscience socioculturelle dans les programmes universitaires [[Kathleen Kennedy' 2025-10-26](#)]; elles éclairent les pratiques émergentes dans des secteurs spécifiques, comme le développement logiciel où les assistants génératifs (GitHub Copilot, ChatGPT) suscitent à la fois enthousiasme et inquiétudes, incitant à repenser les objectifs pédagogiques et les recommandations d'enseignement [[Christopher Bull' 2023-03-24](#)]; elles démontrent, à travers des expériences en architecture, que des modules combinant formation technique et débats éthiques favorisent l'acquisition de compétences numériques et de cognition stratégique tout en assurant un soutien institutionnel adéquat [[Wang Jiaqi' 2025-12-14](#)]; elles soulignent l'importance d'interventions métacognitives pour rendre les étudiants conscients des biais humains (ancrage, confirmation) lors de l'interaction avec l'IA, proposant des frictions délibérées, un soutien bi-directionnel et un encadrement adaptatif (ex. projet « DeBiasMe ») [[Chaeyeon Lim' 2025-04-23](#)]; elles mettent en garde contre le risque que les outils génératifs, capables de reproduire des connaissances disciplinaires et des compétences analytiques, puissent limiter l'apprentissage s'ils sont employés de façon non éthique, tout en révélant leurs limites selon les disciplines évaluées [[Bayode Ogunleye' 2024-04-01](#)]; elles illustrent, dans le domaine HCI, comment l'IA générative peut servir de « persona » créatif ou de « miroir » critique, tout en appelant à une évaluation rigoureuse des littératies et des suppositions des étudiants [[Ahmed Kharrufa' 2024-05-08](#)]; elles montrent que des modèles avancés comme o1-preview surpassent les humains dans plusieurs formes de pensée systémique, computationnelle, créative et scientifique, mais restent en retrait sur le raisonnement logique, critique et quantitatif, soulignant la nécessité de développer des compétences humaines complémentaires [[Ehsan Latif' 2024-10-11](#)]; elles distinguent la pensée critique démontrée (observable) de la pensée critique performée (soutenue par l'IA), appelant à repenser les recherches et les systèmes d'IA qui visent à augmenter la réflexion critique [[Katelyn Xiaoying Mei' 2025-04-20](#)]; enfin, des études transnationales révèlent que l'usage des LLM améliore l'accès à l'information et la performance académique, mais génère des préoccupations d'over-reliance, d'éthique et de maintien de la pensée critique, ce qui justifie l'élaboration de cadres pédagogiques inclusifs et éthiques guidés par des théories de la motivation et de la littératie [[Shahin Hossain' 2025-07-02](#)].

Notable references:

[AI & Data Competencies: Scaffolding Holistic AI Literacy in Higher Education \(26 oct. 2025\)](#) >

Évaluations empiriques de l'efficacité des tuteurs IA : 5 references found

Les études empiriques sur l'efficacité des tuteurs IA montrent que l'intégration de l'IA générative dans les environnements d'apprentissage peut à la fois alléger la charge cognitive du personnel enseignant et maintenir, voire améliorer, la qualité de l'assistance aux étudiants ; ainsi, une plateforme d'assistance basée sur un grand modèle de langage a permis aux assistants pédagogiques de pré-répondre aux questions des forums de programmation sans différence notable dans la perception des étudiants, tout en réduisant leur effort cognitif [[Anvit Sinha' 2024-09-20](#)]. Des approches plus avancées, comme CoTutor, combinent le suivi bayésien des connaissances avec le traitement du signal pour modéliser les états d'apprentissage et fournir un feedback adaptatif, ce qui a conduit à des gains mesurables des résultats d'apprentissage dans des essais universitaires [[Yuchen Wang' 2025-09-28](#)]. Le cadre AI-EDL, appliqué à la plateforme EduAlly, a démontré que le feedback généré par l'IA, lorsqu'il est transparent et encadré par l'instructeur, améliore significativement les performances entre deux tentatives et aligne les auto-évaluations des étudiants avec les notes finales [[Ning Yu' 2025-08-01](#)]. Dans le domaine des langues étrangères, des évaluations mixtes ont mis en évidence l'importance de la qualité conversationnelle des tuteurs IA et ont proposé des critères d'évaluation incluant la confidentialité des données des apprenants [[Nikolaos Avouris' 2025-08-07](#)]. Enfin, le système RAGMan, basé sur la génération augmentée par récupération, a offert des réponses précises (98 % de pertinence) à des questions d'exercices de programmation, avec 78 % des utilisateurs déclarant que le tuteur a favorisé leur apprentissage et créé un environnement d'apprentissage sans jugement [[Iris Ma' 2024-07-14](#)].

Notable references:

[BoilerTAI: A Platform for Enhancing Instruction Using Generative AI in Educational Forums \(20 sept. 2024\)](#) >

[Future-Proofing Programmers: Optimal Knowledge Tracing for AI-Assisted Personalized Education \(28 sept. 2025\)](#) >

Études de cas sur la génération automatisée de ressources pédagogiques : 4 references found

Les études de cas sur la génération automatisée de ressources pédagogiques illustrent à la fois le potentiel transformateur de l'IA générative et les enjeux qui l'accompagnent : d'une part, l'IA permet de créer rapidement du contenu personnalisé et d'enrichir l'apprentissage (par exemple, le plugin OneClickQuiz qui intègre un cadre d'alignement cognitif, d'analyse linguistique et de garde-fous éthiques pour la génération de quiz [[Antoun Yaacoub' 2025-05-01](#)]), d'autre part, elle doit surmonter des obstacles techniques et pédagogiques, comme la complexité des simulations en science des matériaux, que le Neuromorphic Materials Calculator 2025 adresse en couplant un tuteur conversationnel basé sur un grand modèle de langage à des workflows de calcul automatisés, favorisant l'exploration autonome et la compréhension conceptuelle [[Santiago D. Barrionuevo' 2025-09-19](#)]. Dans le domaine de l'apprentissage des langues, le système mHyER montre comment la génération d'exercices hypothétiques par IA comble le fossé sémantique entre les requêtes des apprenants et les exercices disponibles, améliorant ainsi la pertinence de la recherche sans données d'étiquetage [[Austin Xu' 2024-02-08](#)]. Enfin, le jeu éducatif multisensoriel ArchiGuesser

démontre l'usage judicieux de l'IA générative – combinant modèles de texte, génération d'images et vision par ordinateur – pour enseigner l'histoire de l'architecture tout en familiarisant les élèves aux technologies d'IA [[Joern Ploennigs' 2023-12-14](#)]. Ces exemples soulignent les opportunités offertes par l'IA générative pour rendre l'enseignement plus interactif, adaptatif et accessible, tout en rappelant la nécessité d'encadrer ces outils par des principes cognitifs et éthiques rigoureux.

Notable references:

[Enhancing AI-Driven Education: Integrating Cognitive Frameworks, Linguistic Feedback Analysis, and Ethical Considerations for Improved Content Generation \(1 mai 2025\)](#)

[AI-Guided Quantum Material Simulator for Education. Case Example: The Neuromorphic Materials Calculator \(19 sept. 2025\)](#)

Études de mise en œuvre, d'évolutivité et de coût des solutions IA : 3 references found

Les études de mise en œuvre, d'évolutivité et de coût des solutions IA se concentrent sur la manière dont l'intelligence artificielle générative peut être intégrée de façon efficace et économique dans des contextes éducatifs variés. Le hackathon AIMHack2024 a illustré la collaboration interdisciplinaire nécessaire pour développer des essais logiciels assistés par IA, des tuteurs IA et des interfaces graphiques, offrant ainsi un premier aperçu des stratégies d'intégration et des exigences de ressources dans la science des matériaux, mais également transposables à l'éducation [[Takahiro Misawa' 2025-04-09](#)]. Dans le domaine de l'apprentissage des langues, l'utilisation de grands modèles de langage (LLM) pour classer automatiquement des textes selon le CEFR montre que le fine-tuning et le probing permettent d'améliorer la précision tout en exploitant des jeux de données synthétiques, soulignant le potentiel de ces modèles pour des applications éducatives évolutives et rentables [[Elias-Leander Ahlers' 2025-12-06](#)]. Enfin, la plateforme Pensieve Discuss, qui combine édition synchronisée et tuteurs humains et IA, a prouvé que les environnements de tutorat en petits groupes peuvent être déployés à grande échelle (800 étudiants) avec un haut niveau de collaboration et de satisfaction, tout en réduisant les coûts liés à la présence de tuteurs humains grâce à l'assistance IA [[Yoonseok Yang' 2024-07-24](#)]. Ces travaux convergent vers une vision où les solutions IA sont non seulement performantes sur le plan pédagogique, mais aussi conçues pour être scalables et maîtriser leurs coûts.

Notable references:

[Exploring utilization of generative AI for research and education in data-driven materials science \(9 avr. 2025\)](#)

[Classifying German Language Proficiency Levels Using Large Language Models \(6 déc. 2025\)](#)

Tests de fiabilité et de véracité du contenu produit par IA : 3 references found

Les tests de fiabilité et de véracité du contenu produit par IA occupent une place centrale dans l'intégration des IA génératives à l'éducation, puisqu'ils permettent d'évaluer la précision, la transparence et les risques de tromperie des réponses automatisées. Ils englobent à la fois l'évaluation de la capacité des modèles à générer des évaluations cognitives complexes et du contenu personnalisé, tout en identifiant les biais de données, les limites de conception et les besoins de vérification des sorties [[Kacper Łodzikowski' 2023-12-26](#)]. Dans le contexte du

tutorat en mathématiques, ces tests ont montré que les modèles GPT-3.5-Turbo et GPT-4 peuvent juger de la pertinence des stratégies d'intervention des tuteurs, mais peinent à détecter correctement les erreurs réelles des élèves, GPT-4 tendant même à sur-identifier des erreurs inexistantes [[Sanjit Kakarla' 2024-01-06](#)]. Par ailleurs, la recherche sur la tromperie des grands modèles de langage a catégorisé les comportements déceptifs (déception stratégique, imitation, sycophancie, raisonnement infidèle) et souligné leurs implications sociales et éducatives, appelant à une gouvernance collaborative et à des ajustements pédagogiques pour limiter les risques liés à la désinformation [[Linge Guo' 2024-02-07](#)].

Notable references:

[Generative AI and Its Educational Implications \(26 déc. 2023\)](#) >

[Using Large Language Models to Assess Tutors' Performance in Reacting to Students Making Math Errors \(6 janv. 2024\)](#)

Évaluations de l'interaction enseignant-IA et du rôle du professeur comme médiateur.: 3 references found

Les évaluations de l'interaction enseignant-IA soulignent que l'intelligence artificielle, lorsqu'elle est intégrée de façon réfléchie, peut enrichir les dimensions cognitives, sociales et émotionnelles de l'apprentissage en offrant un soutien émotionnel, en stimulant la créativité, en contextualisant les contenus et en favorisant l'engagement et la collaboration des étudiants; toutefois, ces bénéfices dépendent d'une médiation humaine capable de guider l'usage de l'IA et de préserver les valeurs centrées sur l'humain [[Mikael Gorsky' 2025-09-28](#)]. Les travaux récents montrent également les difficultés techniques liées à la fourniture de rétroactions explicatives en temps réel, notamment la classification précise des réponses des apprenants (par exemple, distinction entre louanges axées sur l'effort et sur le résultat) et le besoin d'utiliser des modèles de langage pour enrichir l'étiquetage sémantique et suggérer des actions pédagogiques instantanées, tout en cherchant à améliorer la fiabilité grâce à l'augmentation de données [[Jionghao Lin' 2023-06-27](#)]. Enfin, les enquêtes auprès d'étudiants et d'enseignants confirment que les qualités humaines – pensée critique, créativité, émotions et compétences socio-émotionnelles – restent irremplaçables, et que le rôle du professeur évolue vers celui de facilitateur éclairé qui développe sa littératie IA, veille à l'éthique, à la protection des données et à la confidentialité, afin de créer une synergie durable entre l'enseignant et les technologies d'IA [[Cecilia Ka Yuk Chan' 2023-05-02](#)].

Notable references:

[Cognifying Education: Mapping AI's transformative role in emotional, creative, and collaborative learning \(28 sept. 2025\)](#) >

[Using Large Language Models to Provide Explanatory Feedback to Human Tutors \(27 juin 2023\)](#) >

Métha-analyses de l'impact de la personnalisation adaptative : 2 references found

Les méta-analyses de l'impact de la personnalisation adaptative montrent que les systèmes de tutorat intelligents, qu'ils soient purement informatiques (ITS) ou robotisés (RTS), jouent un rôle transformateur dans la réduction des écarts d'apprentissage grâce à des instructions personnalisées et adaptatives, s'appuyant sur des modèles d'IA avancés tels que le Bayesian Knowledge Tracing et les grands modèles de langage (LLM) [[Vincent Liu' 2025-03-12](#)].

L'intégration de l'IA générative, notamment les LLM comme GPT-4, amplifie ces capacités en

L'intégration de l'IA générative, notamment les LLM comme GPT-4, amplifie ses capacités en permettant la génération dynamique de contenus, la production automatisée de questions et des retours personnalisés en temps réel, tout en ouvrant la voie à des dialogues interactifs adaptés aux besoins individuels des apprenants [[Subhankar Maity' 2024-10-14](#)]. Toutefois, ces avancées s'accompagnent de défis majeurs : la nécessité d'assurer la précision pédagogique, de maîtriser les biais inhérents aux modèles d'IA, de garantir l'engagement des apprenants, ainsi que de répondre aux considérations éthiques et de scalabilité qui subsistent dans le déploiement à grande échelle [[Vincent Liu' 2025-03-12](#)][[Subhankar Maity' 2024-10-14](#)].

Notable references:

[Advancing Education through Tutoring Systems: A Systematic Literature Review \(12 mars 2025\)](#) >
[Generative AI and Its Impact on Personalized Intelligent Tutoring Systems \(14 oct. 2024\)](#) >

Recherches sur les effets cognitifs (dépendance, charge mentale) : 1 references found

Les recherches sur les effets cognitifs de l'intégration croissante des IA génératives en éducation soulignent à la fois des promesses pédagogiques et des risques majeurs pour les apprenants : si ces outils peuvent soutenir l'apprentissage, leur usage non régulé favorise la dépendance, la surcharge mentale et même l'atrophie des capacités critiques, réduisant l'autonomie et la confiance en soi des étudiants ; ils posent également des enjeux émotionnels, d'intégrité académique et de protection de la vie privée, tout en risquant d'encourager la conformité et la perte de sens critique ; ainsi, les travaux insistent sur la nécessité d'une adoption intentionnelle, transparente et informée, qui place la perspective des élèves au cœur des stratégies afin que l'IA reste un soutien pédagogique et non un raccourci cognitif [[Lucile Favero' 2025-07-09](#)].

Notable references:

[Do AI tutors empower or enslave learners? Toward a critical use of AI in education \(9 juil. 2025\)](#) >

Analyses de biais algorithmique et d'équité dans les systèmes éducatifs : 1 references found

Les recherches récentes sur les systèmes d'évaluation automatisée mettent en évidence les enjeux de biais algorithmique et d'équité, notamment en ce qui concerne les différences de genre : en étudiant plus de mille réponses d'élèves notées par des humains, les auteurs ont comparé des modèles BERT et GPT-3.5 entraînés sur des jeux de données mixtes ou spécifiquement masculins/féminins. Les résultats montrent que les modèles mixtes n'affichent pas de biais de notation significatif, mais génèrent des écarts de scores moyens (MSG) et des prédictions moins disparates que les humains, tandis que les modèles entraînés sur des données déséquilibrées accentuent les disparités de genre et réduisent l'équité selon l'indice d'Equalized Odds [[Ehsan Latif' 2023-12-17](#)]. Ces constats soulignent que la simple présence de données déséquilibrées ne crée pas forcément de biais de notation, mais peut néanmoins amplifier les inégalités et compromettre la justice des évaluations automatisées.

Notable references:

[AI Gender Bias, Disparities, and Fairness: Does Training Data Matter? \(17 déc. 2023\)](#) >

Cadres éthiques, de confidentialité et de conformité réglementaire : 1 references found

Les cadres éthiques, de confidentialité et de conformité réglementaire constituent le socle indispensable pour encadrer le déploiement des IA génératives dans l'éducation ; ils visent à rendre explicites les méthodes, capacités et limites de l'IA, souvent occultées par le jargon technique, afin que les chercheurs, les concepteurs de technologies éducatives et les praticiens puissent les interroger et les orienter vers un usage centré sur l'humain [[Nabeel Gillani' 2022-12-31](#)]. Cette clarification permet d'identifier les risques inhérents – biais algorithmiques, atteinte à la vie privée des apprenants, usage détourné des données – et d'établir des lignes directrices qui assurent la protection des droits fondamentaux tout en respectant les exigences légales en vigueur [[Nabeel Gillani' 2022-12-31](#)]. En intégrant ces principes dès la conception et l'implémentation, les systèmes d'IA peuvent soutenir l'apprentissage sans compromettre l'équité, la transparence ou la sécurité des informations personnelles, créant ainsi un environnement éducatif plus fiable et responsable [[Nabeel Gillani' 2022-12-31](#)].

Notable references:

[Unpacking the "Black Box" of AI in Education \(31 déc. 2022\)](#) >