

IA et équité en éducation : comment améliorer les apprentissages par l'IA en mathématiques avec des solutions souveraines et sécurisées ?

*Lucie Jacquet-Malo
13-06-2025, Amiens*



Définition : Intelligence Artificielle

Intelligence Artificielle (définition de l'OCDE, conseil de l'IA, 2023) :

Un système d'IA est un système qui fonctionne grâce à une machine et capable d'influencer son environnement en produisant des résultats (tels que des prédictions, des recommandations ou des décisions) pour répondre à un ensemble donné d'objectifs.

Il utilise les données et les intrants générés par la machine et/ou apportés par l'homme afin de

- (i) percevoir des environnements réels et/ou virtuels ;
- (ii) produire une représentation abstraite de ces perceptions sous forme de modèles issus d'une analyse automatisée (ex. l'apprentissage automatisé) ou manuelle ;
- (iii) utiliser les déductions du modèle pour formuler différentes options de résultats.

Les systèmes d'IA sont conçus pour fonctionner de façon plus ou moins autonome



Taxonomie (Holmes, Tuomi, 2022)

Outils centrés sur
l'apprenant, au service de
l'équité et de l'inclusion

Amélioration de l'expérience
étudiante

Adaptative learning (besoins
éducatifs spécifiques),
tuteurs virtuels, ...

Outils pour l'enseignant, au
service de l'équité et de
l'inclusion

Assistant virtuel, permettant
d'avoir un enseignant
augmenté

Robots IA, assistants de
génération de contenus, ...

Outils institutionnels

Amélioration de
l'administratif, gestion de
données, ...

Systèmes d'admission,
identification d'étudiants à
risque de décrochage, ...

D'autres taxonomies existent, Ouyang & Jiao, 2021.



Définitions : Inclusion et équité

Inclusion (UNESCO, 2009) : « an on-going process aimed at offering quality education for all while respecting diversity and the different needs and abilities, characteristics and learning expectations of the students and communities, eliminating all forms of discrimination »

Equity (OECD, 2023) : « Equitable education systems are those that ensure the achievement of educational potential regardless of personal and social circumstances, including factors such as gender, ethnic origin, indigenous background, immigrant status, sexual orientation and gender identity, special education needs, and giftedness. »



Un cadrage : l'AI act (UE)

Sont considérés comme à haut risque, les systèmes d'IA qui sont utilisés pour

- Processus de sélections dans l'ESR
- Processus d'évaluation, de diplomation
- Surveillance des comportements interdits

Obligations pour les fournisseurs d'IAHR

- Déployer un système de gestion des risques ;
- Assurer une gouvernance des données rigoureuse et documentée ;
- Permettre une surveillance humaine ;
- Assurer des niveaux appropriés de précision, de robustesse et de cybersécurité.

Les systèmes de reconnaissance biométrique sont strictement réglementés (exceptions : recherche de personnes disparues ou la prévention de menaces imminentes)

L'inférence des émotions est interdite dans les lieux de travail ou les institutions éducatives, sauf pour des raisons médicales ou de sécurité.

Outils centrés sur l'étudiant



Apprentissage adaptatif (non exhaustif)

Quiz adaptatifs: (ex : Wooflash)

- Quizz généré par IA
- Feedback personnalisé
- Utilisé à la maison

LLM (ex : ChatGPT !)

- Reformule
- Traduit
- Aide à résoudre les problèmes (pas toujours bien ;-)
- Donne des conseils
- (ré)écrit des réponses

Chatbots

- EduBot (Innodatatics), chatbots spécialisés
- CareerChat, pour l'orientation professionnelle

Mes progrès par chapitre

Chapitre	Réussite	Avancement	Ancrage
Expressions idiomatiques	0%	0%	0%
Civilisation - American Institutions	0%	0%	0%
Civilisation - Multiculturalism in Great Britain	0%	0%	0%
Civilisation - Multiculturalism in the United States	0%	0%	0%
Civilisation - Brexit	0%	0%	0%
Civilisation - Healthcare system	0%	0%	0%

- Emotion Analysis**: Reads the emotion of the user and responds appropriately.
- Speech Recognition**: Recognises voice and answers the query.
- Voice Responses**: Responds to the question with a friendly voice.
- Textual Conversation**: Traditional way of asking questions and receiving answers.
- Product Analysis**: It will provide the answers regarding the institution, admission fee, and other admission requirements, FAQs.
- Real-time dynamic response**: Seamlessly handles thousands of conversations in real-time.
- Problem Solving**: We provide an entertaining process, which teaches you everything you need to continue on your own.
- Learning & Planning**: An Educational Bot which provides many opportunities to creativity, learning, and more features.



Fracture numérique

Vous connaissez la fracture numérique (Carter-Liu-Cantrell, OECD) ?

(Warschauer & al., 2023) : l'utilisateur doit être capable de comprendre, accéder, aviguer, écrire un prompt, vérifier le résultat, ...

→ Nouvelle fracture : la fracture IA

Simulation : SimUSanté : pour contrer cette fracture : pas besoin d'équipement, de connexion, de compétences spécifiques...



Étudiants à besoins spécifiques

Très connu (Gottschalk and Weise, OECD, Holmes, Vincent-Lancrin et Van Der Vlies)

L'IA peut faciliter l'éducation pour les étudiants à besoins spécifiques

Exemples :

Déficiences visuelles, auditives, non-francophones

- Objectif : faciliter l'accès au langage
- Microsoft Translator, Deaf AI

Trouble du spectre de l'autisme, TND

- Interactions sociales, soft-skills, ...
- Brainpower, ECHOES: interactions avec Andy, personnage virtuel, dans un jardin magique



Étudiants à besoins spécifiques

Attention : **techno-ableism** (Shew, 2020) : croire que la technologie peut être une « solution » pour des types d'incapacités, et donc que celles-ci doivent être « traitées »

Les solutions numériques doivent « aider », « assister », mais pas « traiter ».

Selwyn, 2023 : mal utilisés, les outils d'IA renforcent la notion de « problème individuel », vs structures qui doivent s'adapter à tous (inclusion).

Risque d'exclusion

À noter :

Objectif de ces outils : inclure les étudiants à besoins spécifiques, et pas « traiter des problèmes ».

Protection des données

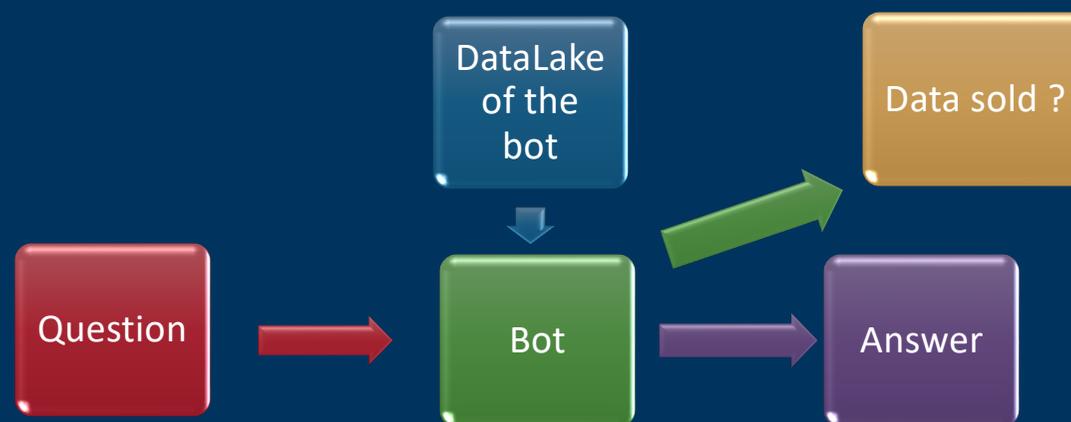
Nécessité : **DataLake** : il doit être fiable, et sécurisé, éviter les biais.

La donnée vaut de l'or (Google le sait ;-))

- Remédiation
- Adaptation pour l'enseignant

Les utilisateurs osent plus poser des questions
À un chatbot qu'à un humain (pas de jugement)

Exemple de bon usage : PyxiScience ?





L'efficacité

“Je suis meilleur en maths depuis que je m'entraîne avec cet outil !”
-> Sentiment d'efficacité vs efficacité réelle

Enseignants augmentés



Outils pour l'enseignant

Objectif :

- Influencer les pratiques pédagogiques ;
- Améliorer les méthodes d'évaluation ;
- Assister les enseignants et le personnel pour les BEP.

Solutions :

- Robots augmentés par IA
- Curation de contenus par IA

AI-augmented teacher



Robots augmentés par IA

Objectif :

- Assister le travail de l'enseignant
- Surtout un impact psychologique/comportemental (Bertacchini & al., 2023).

Interagir avec le robot induit :

- Pas de jugement sur un comportement inadapté
- Pouvoir répéter 1000 fois (sans modification de l'interaction)

Exemple: NAO (trouble du spectre de l'autisme)

- Pratiquer les compétences sociales Applied Behavior Analysis (Panke 2023, Woo & al., 2021): pratiques répétées dans des situations quotidiennes, dans un environnement voisin. Les robots apprennent des enfants, pour mieux réagir (hobbies, ...)



Précisions

Les robots ne vont pas remplacer l'enseignant !

Notion d'enseignant augmenté par IA

- Chan, Tsi, 2023: l'IA augmente l'enseignement sans remplacer l'éducateur.
- Felix, 2020: l'IA ne peut pas remplacer les enseignants, surtout sur la réflexion existentielle, le moi, ...

Cependant : laisser les tâches à l'IA permet de libérer du temps à l'enseignant pour sa vraie plus-value : l'éducation.



Curation de contenus par IA

Enseignant
Ressources

IA Établit un
plan

Enseignant
Vérifie et
valide

IA Crée la
leçon et
les
exercices

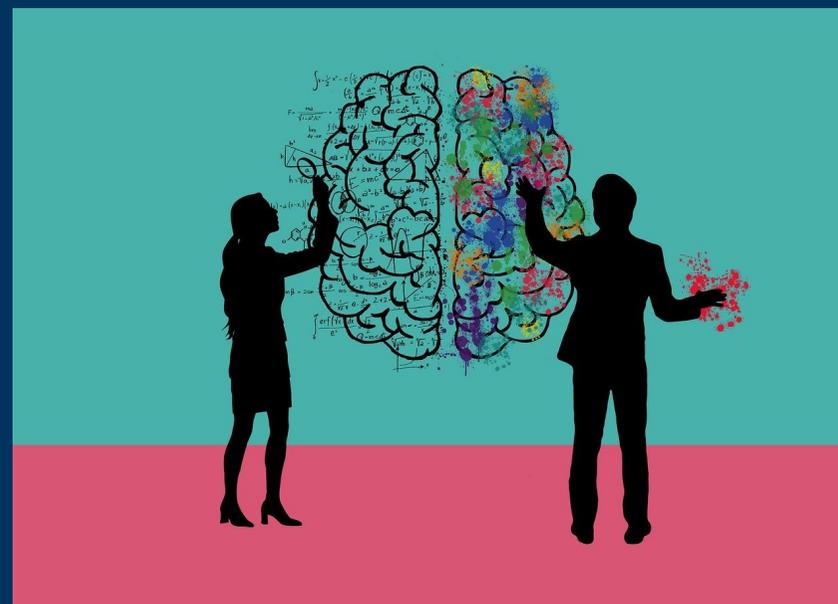
ex: <https://nolej.io/>



Une étude impressionnante

Étude McKinsey (2000 enseignants du Canada, Singapour, UK, US):
20 à 40% des heures de l'enseignant peuvent être automatisées :

- Préparation
- Évaluation
- Feedback
- Administration
- ...





Les enseignants seront-ils remplacés ?

Du temps économisé pour

Personnalisation

Raisonnement

Relation à
l'étudiant

Soft-skill,
interactions
humaines

Capacité à vivre
dans une société
automatisée

Evaluation

Holmes, 2023: L'évaluation par IA augmente l'équité

Publie des questions
variées

Analyse les
compétences de chaque
étudiant

Reformule les questions,
...

Ex : PyxiScience

ex : en Tchéquie, les examens d'entrée
au collège sont supervisés par IA
(Denik, 2024)

Étude : Les feedback humains sont meilleurs que les feedbacks de ChatGPT 3.5.
Je ne trouve pas d'étude pour ChatGPT 4.



PyxiScience

- **Corrige vos copies !**
- Vous donne une tendance de la classe par des calculs de distance d'erreur
- Génère des contenus adaptés à chaque besoin
- **Discrimine les erreurs fatales des petites erreurs**

Outils institutionnels de gestion de masse



Outils institutionnels

Augmentation
par IA des
processus de
sélection

Identification
des étudiants
à risque

Assister
l'humain dans
les décisions
stratégiques



Les défis

Problème principal : les biais de la statistique, et la qualité de la data.

→ Biais liés à l'origine sociale, territoriale, ... des étudiants -> anti-équité !

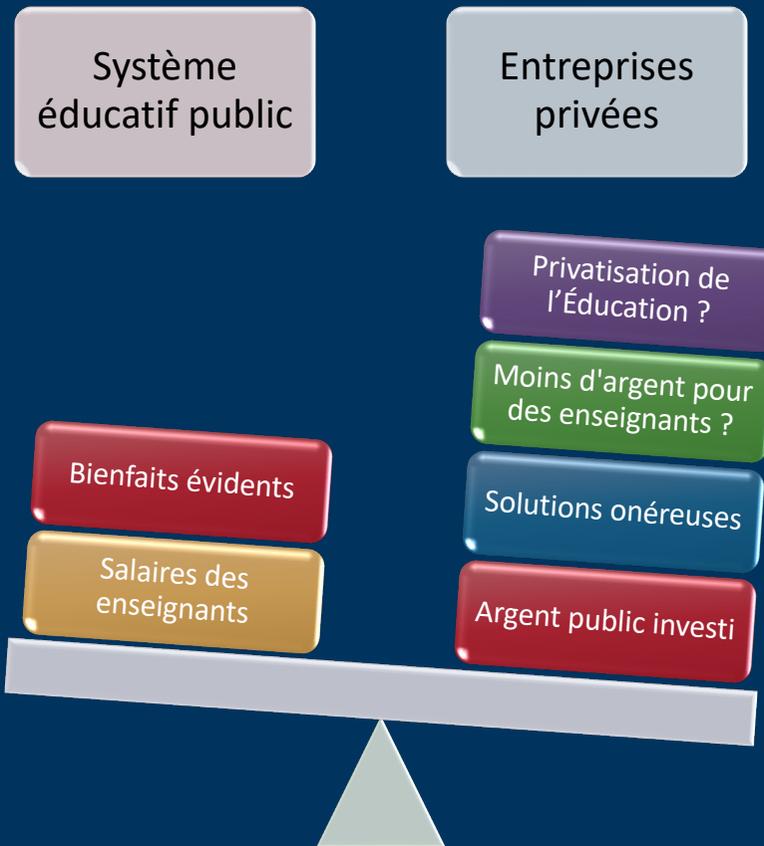
(Lira & al., 2023): Les outils d'IA peuvent perpétuer les biais, et exacerber les inégalités.

Deuxième problème : l'identification « étudiant à risque »

→ Stigmatisation



Problème principal



Ma petite popotte en maths



En maths : MEEF premier degré

Problème ouvert : **est-ce que le produit de trois nombres consécutifs dont le premier est pair, est divisible par 8 ?**

Avant : rush sur la calculatrice, conjectures

Maintenant :

rush sur ChatGPT,
lecture...

MAIS :

Interactions ++

Compétence
fondamentale :
honnêteté
intellectuelle

Travail sur la
compétence
analyser/raisonner

Demain : une IA fiable ?

Modification du
statut de l'étudiant

Modification de la
posture de
l'enseignant

Possibilités de
bachotage



Un test sur les polynômes

- Test avec une cohorte d'élèves dynamiques, et de bon niveau : classe préparatoire PCSI première année
- Pour rappel : 90 % des étudiants de première année utilisent une IAG pour faire leurs devoirs, inutile donc de se cacher 😊
- Exercice simple : un vrai/faux sur les polynômes (ex : toute racine de P est racine de P' , $\deg(P') = \deg(P) - 1$, ...)
- Jeu collaboratif : la classe contre ChatGPT (attention aux limites de cette modalité, pas de différentiation possible)



Un test sur les polynômes

Résultat sur
l'investissement
(évident)

Compétences transformées :
raisonnement ++,
communication transformée
(- de rédaction). Travail sur la
précision de la demande à
l'IA -> jeu du portrait ?

Interactions
augmentées entre pairs

Souci de la rigueur pour
être parfaitement sûrs
de la réponse

Recherche de la faille
dans le raisonnement

Changement de posture
de l'enseignant

Sollicitation de l'IA pour
exposer son
raisonnement

Amélioration possible
(différentiation) : proposer le
même jeu en groupes, varier
les modalités, les questions
(générées par IA ?)



Quelques problèmes

La nécessité d'un cadrage

- initiative de **charte DemoES** sur les usages de l'IAG
 - Lien avec le continuum -3/+3 et charte EN : partage des valeurs, simples détails à harmoniser
 - Responsabilité
 - Une partie de bonnes pratiques pour l'étudiant, l'enseignant, le chercheur, le BIATSS

Il n'y a pas de triche ! Notion d'honnêteté intellectuelle.

Sauf connaissances de base à avoir, un travail complexe fait entièrement par IA qui obtient « une bonne note » doit remettre l'enseignant en question...

Ex : application au mémoire de pratique professionnelle : « vous êtes responsables de ce que vous écrivez (ou faites écrire) ».

Quelques problèmes

Initiative de l'Université de Sherbrooke

Des degrés d'utilisation des IAG de 0 à 4 pour autoriser...ou s'auto-positionner !

Utilisation interdite	Utilisation limitée	Utilisation guidée	Utilisation balisée	Utilisation libre
<p>Le NIVEAU 0 signifie que l'utilisation est interdite.</p> <p>Ceci signifie que si la personne enseignante a un motif de croire qu'il y a eu l'utilisation d'une IAG dans une situation d'évaluation, elle doit dénoncer les faits auprès de la personne responsable des dossiers disciplinaires universitaires. Il s'agit d'un délit relatif aux études tel que stipulé dans le Règlement des études.</p>	<p>Le NIVEAU 1 D'UTILISATION signifie que l'utilisation est autorisée uniquement pour assister l'apprentissage dans le domaine disciplinaire ou des langues.</p> <p>Dans ce contexte, la personne étudiante est tenue de déclarer l'utilisation qu'elle en a faite selon les consignes fournies par la personne enseignante sans quoi l'utilisation peut être considérée comme un délit. Par exemple :</p> <p>Domaine disciplinaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - S'inspirer - Générer des idées - Explorer un sujet pour mieux le comprendre - Générer du matériel pour apprendre <p>Domaine des langues :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identifier ses erreurs et se les faire expliquer - Reformuler un texte - Générer un plan pour aider à structurer un texte - Traduire un texte 	<p>Le NIVEAU 2 D'UTILISATION signifie que l'utilisation est autorisée pour améliorer un travail produit par la personne étudiante.</p> <p>Dans ce contexte, la personne étudiante est tenue de déclarer l'utilisation qu'elle en a faite selon les consignes fournies par la personne enseignante sans quoi l'utilisation est considérée comme un délit. Par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analyser des contenus - Obtenir une rétroaction - Évaluer la qualité de son travail à partir de critères - Demander à être confronté relativement à ses idées, à sa démarche - Diriger les processus de résolution de problèmes 	<p>Le NIVEAU 3 D'UTILISATION signifie que l'utilisation est autorisée pour produire un travail qui sera amélioré.</p> <p>Dans ce contexte, la personne étudiante est tenue de citer selon les normes¹ le contenu généré par l'IAG ou de déclarer l'utilisation qu'elle en a faite selon les consignes fournies par la personne enseignante sans quoi l'utilisation est considérée comme un délit. Par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Résumer ou rédiger des parties d'un texte - Générer un texte ou un modèle d'une production et l'adapter - Réaliser des calculs mathématiques - Produire du code informatique - Résoudre des problèmes complexes - Répondre à une question - Générer des images, ou autres contenus multimédias 	<p>Le NIVEAU 4 D'UTILISATION signifie qu'aucune restriction spécifique n'est imposée.</p> <p>Dans ce contexte, la personne étudiante est tenue de citer selon les normes¹ le contenu généré par l'IAG ou de déclarer l'utilisation qu'elle en a faite selon les consignes fournies par la personne enseignante sans quoi l'utilisation est considérée comme un délit.</p> <p>Ce niveau inclut tout ce qui précède, de l'exploration à la production, ainsi que toute autre tâche particulière jugée complexe.</p>

Un partenariat inédit

Nécessité d'infrastructures souveraines et fiables

Impossible de demander un compte OpenAI aux étudiants

Fuite des données (étudiants, enseignants, chercheurs, BIATSS)

Fiabilité des réponses

→ **Partenariat inédit avec l'Alliance entre Mistral AI, EdTech France, et 29 établissements d'enseignement supérieur** : mise en place de pilotes avec RAG sur expérience étudiante, geste enseignant, augmentation des personnels administratifs



Conclusion et ouverture

Et la recherche ? Un chercheur augmenté par IA, ça existe... depuis longtemps ! Mais avec l'avènement des IAG, certaines tâches peuvent être mieux faites...

Comme l'étudiant, comme l'enseignant, comme le développeur, et le citoyen, le chercheur en mathématiques ne pourra que se transformer...

Merci de votre attention !



Merci !

Bertacchini & al., 2023, “A social robot connected with chatGPT to improve cognitive functioning in ASD subjects”, *Frontiers in Psychology*, Vol. 14, <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1232177>

Carter-Liu-Cantrell, 2020, “Exploring the Intersection of the Digital Divide and Artificial Intelligence: A Hermeneutic Literature Review”, *AIS Transactions on HumanComputer Interaction*, Vol. 12/4, pp. 253-275, <https://doi.org/10.17705/1thci.00138>

Chan, Tsi, 2023, The AI Revolution in Education: Will AI Replace or Assist Teachers in Higher Education?, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.01185>

Copur-Gencturk, Y. et al. (2024), “The impact of an interactive, personalized computer-based teacher professional development program on student performance: A randomized controlled trial”, *Computers & Education*, Vol. 210, p. 104963, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104963>

Deník N (2024), Cermat: I letos hodnotí část odpovědí uchazečů o studium na SŠ umělá inteligence [Cermat: Artificial intelligence is also evaluating part of the answers of applicants to study at the secondary school this year], <https://denikn.cz/minuta/1404813/> (accessed on 3 July 2024).

Felix, C. (2020), “The Role of the Teacher and AI in Education”, in *Innovations in Higher Education Teaching and Learning, International Perspectives on the Role of Technology in Humanizing Higher Education*, Emerald Publishing Limited, <https://doi.org/10.1108/s2055-364120200000033003>.

Gottschalk, F. and C. Weise (2023), “Digital equity and inclusion in education: An overview of practice and policy in OECD countries”, *OECD Education Working Papers*, No. 299, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/7cb15030-en>



Merci !

Holmes, W. et al. (2021), “Ethics of AI in Education: Towards a Community-Wide Framework”, International Journal of Artificial Intelligence in Education, Vol. 32/3, pp. 504-526, <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00239-1>

Holmes, W. (2023), The Unintended Consequences of Artificial Intelligence and Education, Education International.

Holmes, W. and I. Tuomi (2022), “State of the art and practice in AI in education”, European Journal of Education, Vol. 57/4, pp. 542-570, <https://doi.org/10.1111/ejed.12533>

Holstein, K., B. McLaren and V. Alevan (2018), “Student Learning Benefits of a Mixed-Reality Teacher Awareness Tool in AI-Enhanced Classrooms”, in Lecture Notes in Computer Science, Artificial Intelligence in Education, Springer International Publishing, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-319-93843-1_12

Lira, B. et al. (2023), “Using artificial intelligence to assess personal qualities in college admissions”, Science Advances, Vol. 9/41, <https://doi.org/10.1126/sciadv.adg9405>

OECD (2023), Equity and Inclusion in Education: Finding Strength through Diversity, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/e9072e21-en>

Ouyang & Jiao, 2021, « artificial intelligence in education: the three paradigms, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100020>

Panke, S. (2023), Meet Humanoid Robots NAO, FURHAT & PEPPER: An Interview with Humanoid Robots Expert Professor Ilona Buchem, <https://aace.org/review/ilona-buchem/> (accessed on 22 January 2024)

Selwyn, N. (2023), Resisting and reimagining Artificial Intelligence, Education International, <https://www.ei-ie.org/en/item/27927:resisting-and-reimagining-artificial-intelligence> (accessed on 19 January 2024)

Shew, A. (2020), “Ableism, Technoableism, and Future AI”, IEEE Technology and Society Magazine, Vol. 39/1, pp. 40-85, <https://doi.org/10.1109/mts.2020.2967492>



Merci !

Steiss, J. et al. (2024), “Comparing the quality of human and ChatGPT feedback of students’ writing”, Learning and Instruction, Vol. 91, p. 101894,
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2024.101894>

UNESCO (2009), Defining an Inclusive Education Agenda: Reflections around the 48th session of the International Conference on Education, UNESCO,
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000186807> (accessed on 25 March 2024)

Vincent-Lancrin, S. and R. van der Vlies (2020), “Trustworthy artificial intelligence (AI) in education: Promises and challenges”, OECD Education Working Papers, No. 218, OECD

Publishing, Paris,
<https://doi.org/10.1787/a6c90fa9-en>

Warschauer, M. et al. (2023), “The affordances and contradictions of AI-generated text for writers of English as a second or foreign language”, Journal of Second Language Writing, Vol. 62, p. 101071,
<https://doi.org/10.1016/j.jslw.2023.101071>

Woo, H. et al. (2021), “The use of social robots in classrooms: A review of field-based studies”, Educational Research Review, Vol. 33, p. 100388,
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2021.100388>