

De la délégation à l'amplification : quand l'IA générative reconfigure nos façons d'apprendre

Olivier Las Vergnas, Christophe Jeunesse, Dina Adinda

DANS ACTION PUBLIQUE. RECHERCHE ET PRATIQUES 2025/2 N° 25 , PAGES 23 À 36

ÉDITIONS INSTITUT DE LA GESTION PUBLIQUE ET DU DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE (IGPDE)

ISSN 3099-3245

Article disponible en ligne à l'adresse

<https://shs.cairn.info/revue-action-publique-recherche-et-pratiques-2025-2-page-23?lang=fr>



Découvrir le sommaire de ce numéro, suivre la revue par email, s'abonner...
Scannez ce QR Code pour accéder à la page de ce numéro sur Cairn.info.



Distribution électronique Cairn.info pour Institut de la gestion publique et du développement économique (IGPDE).

Vous avez l'autorisation de reproduire cet article dans les limites des conditions d'utilisation de Cairn.info ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Détails et conditions sur cairn.info/copyright.

Sauf dispositions légales contraires, les usages numériques à des fins pédagogiques des présentes ressources sont soumises à l'autorisation de l'Éditeur ou, le cas échéant, de l'organisme de gestion collective habilité à cet effet. Il en est ainsi notamment en France avec le CFC qui est l'organisme agréé en la matière.

Étude

De la délégation à l'amplification : quand l'IA générative reconfigure nos façons d'apprendre

Olivier Las Vergnas, Christophe Jeunesse et Dina Adinda

Cet article interroge les transformations contemporaines de la formation des adultes à l'ère de l'intelligence artificielle générative (IAG). Après avoir souligné les bouleversements récents liés à la pandémie de Covid-19 et la généralisation des solutions de formation continue à distance ou hybrides qui en ont résulté, il se focalise sur l'irruption massive de l'IAG qui, depuis 2022, marque une rupture supplémentaire, avec des usages déjà répandus dans la vie professionnelle et éducative. L'article propose une typologie métaphorique pour comprendre ces usages, en distinguant trois modalités : l'IAG comme prothèse (substitution), comme orthèse (soutien et collaboration), et comme auxèse (amplification radicale). Cette grille met en lumière les tensions entre confort immédiat, développement critique et dépassement cognitif. Elle permet également d'identifier les risques de dépendance, de désapprentissage et d'« hallucinations », mais aussi les opportunités de co-intelligence et d'apprentissage réflexif. Enfin, partant du fait que l'IAG apparaît comme un miroir de la pensée humaine qui interroge nos modes de raisonnement, stimule la réflexivité et questionne la créativité, la fiabilité et l'autonomie intellectuelle, l'article s'intéresse au fait que des usages pertinents de l'IAG sont autant d'opportunités de *e-learning* informel, dimension essentielle aujourd'hui de la formation continue. Concrètement, l'enjeu est donc de former les actifs pour qu'ils puissent transformer ces outils en leviers d'apprentissages approfondis, dans cette logique de *e-learning* informel, plutôt que les voir comme de simples substituts cognitifs.

Du bourrage de crâne au e-learning assisté par l'IAG

L'ingénierie pédagogique en formation continue et la fin du bourrage de crâne

Les principes de ce que l'on appelle aujourd'hui l'ingénierie pédagogique nous indiquent que la formation des adultes ne doit plus être pensée comme une simple transmission descendante de savoirs, selon l'ancien schéma d'un « bourrage de crâne ». (Carré et al., 2024). Certes, permettre à des adultes d'acquérir des savoirs établis par les générations précédentes ou par des équipes de collègues constitue une des fonctions essentielles de la formation continue ; de même, montrer des gestes ou des techniques pour pousser à les reproduire à l'identique reste un bon moyen d'arriver à des apprentissages par imitation. Néanmoins, deux évidences ont conduit, depuis des décennies, à redessiner la façon de penser ce que « former » veut dire et à renoncer au modèle du tout transmissif.

La première évidence qui fonde aujourd'hui l'ingénierie pédagogique en formation continue est celle de l'approche par compétences : cette approche a changé la façon de voir ce qui est pertinent en termes d'objectifs attendus d'une formation. Comme l'ont montré les sciences de l'éducation et de la formation, être formé ne consiste pas à s'être vu transmettre des savoirs considérés comme des vérités immuables, mais, *a contrario*, à disposer de compétences (voire de *capabilités*, pour reprendre le terme régulièrement emprunté à Amartya Sen) adaptables à différentes situations et contextes, et donc reconfigurables, en redéfinition constante. Ces compétences s'avèrent d'autant

plus pertinentes qu'elles sont acquises dans l'action, dans un projet.

La seconde évidence est celle du constructivisme, développée en particulier par Jean Piaget : elle concerne la compréhension des processus d'apprentissage. Se former ne consiste pas à entasser des savoirs les uns par-dessus les autres, au rythme de transmissions assurées par un tiers enseignant. Au contraire, les travaux de la psychologie cognitive ont montré que les apprenants mobilisent leurs connaissances et leurs expériences antérieures, questionnent et réorganisent ce qu'ils croient déjà savoir ou découvrir, en faisant appel à leurs émotions, leur curiosité, voire leur réflexivité.

De plus, ces évidences sont renforcées par les conséquences de l'accélération technologique qui s'imposent dans tous les métiers et emplois : face à l'actualisation permanente des outils et procédures, la formation continue ne peut plus simplement prendre la forme d'une succession de quelques stages épisodiques développant des automatismes. *A contrario*, elle se doit de devenir un accompagnement rapidement mobilisable qui valorise et amplifie la réflexivité et les capacités liées à la résolution de problèmes rencontrés sur le terrain.

Aussi, depuis plusieurs décennies, et à la lumière des principes de l'andragogie¹ établis à partir des années 1950 dans la lignée de Malcolm Knowles, il est acquis que les meilleures stratégies de formation des adultes sont celles qui les accompagnent dans leur capacité à apprendre par eux-mêmes, à intégrer les savoirs dans leurs expériences et à exercer leur réflexivité. Et ceci d'autant plus qu'une grande partie des apprentissages des adultes se révèle en fait être développée dans des situations informelles, au fil de la vie quotidienne, de la vie professionnelle ou des loisirs (voir l'encadré 1).

¹ Diffusée tout d'abord aux USA par Malcolm Knowles, professeur spécialisé en formation des adultes à l'université de Boston, l'andragogie repose sur l'idée que l'adulte apprend de façon autonome en mobilisant son expérience, sa motivation intrinsèque et son besoin de mettre en œuvre les savoirs acquis et compétences développées. Elle met généralement l'accent sur la résolution de problèmes concrets et la co-construction du sens dans des situations contextualisées.

Encadré 1 : E-learning et e-teaching

Il est devenu nécessaire de distinguer l'*e-learning*, entendu comme l'ensemble des apprentissages facilités par les technologies, de l'*e-teaching*, c'est-à-dire l'enseignement en ligne centré sur la transmission (Las Vergnas, 2017). Trop souvent confondues, ces deux approches diffèrent profondément, même si elles restent complémentaires. L'*e-learning* inclut un vaste champ d'apprentissages informels rendus possibles par le web, certains réseaux sociaux modérés et de nombreuses communautés professionnelles, associatives ou de loisirs.

Ces environnements permettent à chacun de s'autoformer, d'explorer des contenus, de partager et de construire des savoirs dans un cadre non formel. Dans cette logique, le terme de « *e-learning* informel » caractérise des pratiques de participation à des situations ou activités de travail, de recherche ou de création en ligne, dont le but premier n'est pas d'apprendre, mais qui constituent des occasions de multiples acquis cognitifs ou comportementaux.

Il faut d'ailleurs noter que les transformations induites par le numérique dans la formation des adultes ne se limitent pas à l'organisation d'un enseignement ou d'apprentissages à distance organisés sous la forme de cours en ligne ou de documents à télécharger : elles impliquent l'émergence de nouvelles formes de socialité, de coopération, voire de communautés, favorisant des échanges auto-formateurs qui démultiplient, voire transcendent, les apprentissages informels de la vie quotidienne, de l'écoformation ou du *workplace learning*.

Malgré cela, force a été de constater que les formes professorales transmissives caractéristiques de la formation scolaire traditionnelle ont continué à dominer les systèmes de formation continue, même si le développement massif du numérique, et particulièrement de la toile internet, a conduit à une explosion quantitative des ressources encyclopédiques, pédagogiques ou médiatiques qui, ces dernières années, a démultiplié les opportunités d'apprentissages en ligne. De fait, il aura fallu que la mise à distance soit matériellement imposée pendant la période de pandémie pour que les acteurs de la formation les plus « techno-résistants » se résolvent à recourir à des outils numériques.

Les deux déferlantes qui ont bouleversé la formation continue des années 2020

Ce basculement obligatoire vers le numérique n'a pas été sans difficulté et s'est accompagné de deux déferlantes : la normalisation des formats hybrides et les offres d'IAG grand public.

Certes, en situation de formation continue formelle, l'*e-teaching* n'est pas nouveau (centres de ressources, xMOOC, classes virtuelles inversées), mais l'adoption forcée de la formation à distance pendant la période de Covid-19 a bousculé la majorité de la

profession de la formation continue. Du côté des concepteurs et formateurs non familiarisés avec ces technologies, ce qu'il est aujourd'hui convenu d'appeler « l'effet diligence »² a généré la transposition en ligne de séances présentiels transmissives, souvent peu dotées de possibilités d'interactions. Heureusement, même si ces difficultés ont bien évidemment affecté la qualité des apprentissages en 2021 et 2022, on peut dire aujourd'hui avec le recul que c'est grâce à ces expériences que de nombreux acteurs de la formation ont pu apprécier les potentialités du numérique et se sont orientés vers des stratégies d'accompagnement, renonçant progressivement au recours exclusif à la transmission passive de contenus. De fait, pratiques hybrides et postures de soutien à l'autonomisation (*empowerment*) et à la facilitation des apprentissages sont passées du stade d'innovation audacieuse à celui de format pédagogique normal.

C'est dans ce contexte que l'irruption de l'IA grand public fin 2022, avec des offres de systèmes radicalement nouveaux (comme ChatGPT, Gemini, Copilot ou Le chat de Mistral AI), inventés grâce aux progrès techniques concernant l'IAG (voir l'encadré 2), ont engendré une nouvelle rupture qui vient questionner des usages et des pratiques de la formation continue, déjà largement en reconfiguration.

² L'effet diligence a été défini par Jacques Perriault (2000). Il exprime le fait que les premières automobiles ont gardé longtemps la forme des anciennes diligences tirées par des chevaux, ce qui signifie qu'après une innovation technologique, on observe un long temps de latence avant une complète transformation des systèmes traditionnels.

Encadré 2 : Les chiffres sur les usages de l'IA par le grand public

L'utilisation de l'intelligence artificielle (IA), notamment de l'intelligence artificielle générative (IAG), est devenue de plus en plus répandue auprès d'un large public, et ce depuis qu'OpenAI a ouvert l'accès gratuit à ChatGPT en novembre 2022. Selon un sondage réalisé par l'Ifop en mars 2025, 45 % de la population, et 85 % des 18-24 ans (contre 68 % un an plus tôt) utilisent les IA génératives, le taux d'utilisation diminuant avec l'âge. Parmi leurs utilisateurs, 66 % déclarent que les IA génératives leur apportent « des bénéfices tangibles », dont 29 % qui perçoivent un gain supérieur à 40 %, voire 60 %. Aussi, de multiples discours affirment que ces technologies offrent des facilités réelles pour générer aisément des contenus de qualité, mais un certain nombre de travaux indiquent que ces outils génèrent encore des erreurs de réponse, des *hallucinations*, ce qui questionne leur utilisation pour se former.

L'IAG comme transformateur des rapports aux apprentissages

Cet article propose justement d'examiner selon quelles modalités ces outils d'IA générative peuvent être intégrés dans la logique de la formation continue des actifs, voire, plutôt, d'examiner la façon dont ils s'y sont, de *facto*, d'ores et déjà immiscés.

De fait, il y a au moins trois façons de considérer l'impact de l'IA sur la formation continue. La première est de s'intéresser à la transformation des métiers de la formation (ingénieurs pédagogiques, formateurs) comme de toute autre profession, la deuxième est de se focaliser sur les besoins de compétences générées au quotidien par la déferlante de l'IAG chez les actifs de façon à préparer des plans de formation *ad hoc*, et la troisième est de s'attacher à regarder comment la généralisation des IAG à faible coût transforme le rapport aux savoirs et, par là même, à l'apprentissage et à la formation de toutes et tous, démultipliant ce que l'internet et les moteurs de recherche avaient déjà révolutionné, dans la logique du *e-learning* informel.

C'est ce troisième volet qui nous paraît le plus important à creuser ici, car c'est celui-ci qui est, pour l'instant, le moins développé dans la littérature déjà disponible sur la formation et l'IA. Dans cette perspective, cet article vise en particulier à montrer que les modalités d'adoption au quotidien de l'IAG par les actifs peuvent exercer une influence décisive sur leur professionnalité car elles peuvent se révéler soit au service des apprentissages continus soit à leur détriment, en pouvant même contribuer à une forme de déqualification.

Dans cette optique, après avoir rappelé les caractéristiques essentielles de l'IAG par rapport à l'humain (voir l'encadré 3), puis ce que la littérature

dit de ses bons et mauvais côtés en matière d'apprentissage, cet article va développer une typologie de ses usages par les apprenants, fondée sur le niveau d'interaction dont ils font preuve à cette occasion. Ensuite, en partant du constat que l'IAG peut réellement démultiplier les possibilités de l'*e-learning* informel, l'article conclura sur la nécessité de l'utiliser comme un outil favorisant la réflexivité et donc d'accompagner cette vision de son usage.

L'IAG : sosie, substitut ou partenaire de l'intelligence humaine ?

Bien aborder cette question de la complémentarité homme/machine demande tout d'abord de repréciser quelques fondamentaux de l'IAG, de façon à comprendre ce qui en fait la spécificité et en quoi cette spécificité est de nature à transformer radicalement les rapports à la formation de tous ceux qui l'utilisent.

Contrairement aux modèles discriminants qui se limitent à classifier ou étiqueter (voir l'encadré 3), l'IA générative « grand public » a comme son nom l'indique pour but de produire de nouveaux textes, images, sons, vidéos ou fragments de codes informatiques, au cours de dialogues avec les humains, grâce à ce que l'on appelle des *prompts*. Reposant sur de grands modèles de langage (LLM), l'IA générative ne se contente pas de prédire des classements : elle prédit la suite la plus probable d'un assemblage de données (textuelles, graphiques ou autres) qu'il s'agisse d'un prochain groupe de mots, fragment de code informatique, ensemble de pixels ou de sons ; pour cela elle s'appuie sur d'immenses jeux de données qu'elle a codés dans sa mémoire grâce à des procédures qualifiées de « *Machine Learning* ».

Encadré 3 : Ce que l'IA n'est pas : une simple machine à classer ou étiqueter

Les usages de l'IA se sont particulièrement développés dans la période récente grâce aux progrès du connexionnisme. L'intelligence artificielle connexionniste désigne une catégorie particulière de systèmes informatiques, fondés sur l'utilisation d'immenses ensembles de données (que l'on appelle « données d'entraînement »). Celles-ci, au travers de processus appelés *Machine Learning*, fonctionnant sur des réseaux de neurones, vont apprendre à gérer des probabilités de bonnes réponses. D'immenses tables de probabilités sont ainsi établies au fur et à mesure de la prise en compte de données nouvelles et de séquences d'entraînement, et servent aux IA à fabriquer et ajuster des fragments de réponses jugés comme les plus probables aux problèmes qu'elles doivent résoudre.

L'IA connexionniste regroupe elle-même deux sous-types de systèmes : (1) l'IA discriminante, ou prédictive, et (2) l'IA générative.

L'IA discriminante, ou prédictive, est à la fois statistique et probabiliste. Elle ne cherche pas à représenter explicitement le monde, mais à reconnaître des formes et des régularités statistiques dans des données massives. On l'entraîne à bien classer des éléments sur des jeux de données préexistants, puis elle classe à son tour ceux qu'on lui demande de traiter. Son rôle est ainsi essentiellement prédictif : elle peut être utilisée pour attribuer une étiquette, estimer une probabilité ou classer des informations. Les tâches les plus fréquentes de ce type d'IA comprennent, par exemple, la catégorisation d'individus ou de comportements, la reconnaissance d'images, la détection de fraudes bancaires ou encore les systèmes de recommandation. Elle est donc particulièrement utile et utilisée pour l'évaluation ou la personnalisation des parcours des apprenants en formation. Son talon d'Achille est la dépendance aux données massives d'entraînement, qui peuvent être biaisées ou partielles, ainsi que son opacité systématique.

Cette capacité à générer du contenu vraisemblable interroge en profondeur la nature même de l'intelligence et de la créativité humaines. Comme le rappelle S. Dehaene (2023) dans *L'intelligence artificielle et le cerveau humain*, « les avancées en IA générative nous offrent un miroir fascinant pour comprendre nos propres processus cognitifs ».

De fait, l'IA cherche à reproduire certaines fonctions fondamentales de la pensée humaine, telles que l'abstraction et la généralisation. Ainsi, elle est conçue pour apprendre à reproduire, voire extrapoler des mécanismes à partir de masses d'exemples singuliers. Trois similitudes sont souvent citées : (1) l'association d'idées – les modèles génératifs, notamment les transformateurs, excellent à relier des concepts apparemment éloignés, rappelant notre capacité d'association créative ; (2) l'adaptation au contexte – l'IA ajuste ses productions selon la situation, ce qui constitue une dimension essentielle de l'intelligence humaine ; (3) l'apprentissage continu – les récents modèles apprenant de façon itérative, évoquant la plasticité cérébrale.

Mais cette ressemblance reste trompeuse. Comme le rappelait, par exemple, Yoshua Bengio en 2023 dans le journal *Le Monde*³, les fondements fonctionnels de l'IA diffèrent radicalement de ceux du cerveau humain. L'IA reste privée de conscience de soi, d'intentionnalité et d'une véritable capacité à interroger le sens de ce qu'elle fait par rapport à une compréhension globale du monde qui l'entoure – éléments constitutifs de notre intelligence.

Cette tension entre imitation et altérité alimente non seulement la recherche en IA, mais peut aussi, symétriquement, éclairer notre connaissance de la cognition humaine. En ce sens, elle ouvre potentiellement un champ de réflexions éthiques

3 Yoshua Bengio, « Aujourd'hui, l'intelligence artificielle, c'est le Far West ! Nous devons ralentir et réguler », *Le Monde*, 28 avril 2023. https://www.lemonde.fr/idees/article/2023/04/28/yoshua-bengio-chercheur-aujourd'hui-l-intelligence-artificielle-c-est-le-far-west-nous-devons-ralentir-et-reguler_6171336_3232.html

et philosophiques sur ce que signifient la créativité, l'originalité et l'intelligence elles-mêmes, y compris au sein de la sphère professionnelle et *a fortiori* dans les domaines de l'éducation et de la formation. Mais surtout, cette différence plaide, comme nous le verrons dans la suite, pour une nécessaire hybridation des « intelligences » dans les usages de façon à bien bénéficier du croisement des automatismes artificiels avec ce que peut fournir l'humain, c'est-à-dire un contrôle conscient de l'intentionnalité des raisonnements.

Les usages d'IAG repérés dans les processus d'apprentissage et leurs bons et mauvais côtés

Dans la littérature scientifique en croissance rapide sur les usages formatifs⁴ de l'IAG (voir la revue de littérature d'Adinda, Blandin, Jeunesse et Las Vergnas, 2025), on peut citer six familles de bénéfices : (1) une accessibilité continue pour diverses applications comme un support client ou un support technique (Cukurova, 2024), (2) un gain de temps dans la recherche d'informations et l'amélioration de la pensée critique (Zhou et al., 2025), (3) un accès facilité à des ressources et activités pédagogiques dans une langue étrangère (Butgereit et Staden, 2023), (4) un soutien à l'écriture ou encore à la compréhension de concepts en fournissant des exemples contextualisés et des retours immédiats (Tajik et Tajik, 2023). L'IAG peut également (5) offrir des formes de tutorat intelligent dans une approche plus ou moins socratique, susceptible de soutenir l'autorégulation et de favoriser l'évaluation formative, et ce dans un climat de bienveillance et de patience (Huang et al., 2023 ; Cheung et al., 2003), et enfin (6) contribuer à la mise en place de systèmes d'intelligence hybride associant apprenants et IA (Cukurova, 2024). Ces six bénéfices s'accompagnent toutefois d'exigences de conditions d'usage de plus en plus identifiées, telles que l'utilisation de *prompts* pertinents ou encore, comme nous le verrons plus loin, de séquences de dialogue d'amélioration progressive des réponses avec les outils.

Au-delà de ces bénéfices, les usages, sous certaines conditions, sont également susceptibles d'avoir un impact positif sur les émotions des apprenants, ce qui faciliterait la gestion de leurs tâches académiques (Saif et al., 2023 ; Heung et Chiu,

2025), leur estime de soi en les aidant à mieux comprendre les concepts et à gérer leur travail (Al-Mahdi et al., 2025), leur motivation et leur engagement (Heung et Chiu, 2025 ; Al-Mahdi et al., 2025), leur résilience académique et leur agentivité (Al-Mahdi et al., 2025), ainsi que sur leurs performances (Liang et al., 2023). Enfin, Baskara (2023) avance également que l'IAG pourrait favoriser l'apprentissage autodéterminé, en aidant les étudiants à identifier leurs besoins et leurs objectifs, puis à suivre leurs progrès dans cette direction.

Ces perspectives sont toutefois contrebalancées par un ensemble de limites et de problématiques⁵. La plus récurrente concerne le risque de dépendance et la menace qu'elle fait peser sur la pensée critique. Une vaste enquête menée auprès de plus de 20000 étudiants dans 109 pays (Ravšelj et al., 2025) montre que certains s'appuient excessivement sur l'IAG (Al-Mahdi et al., 2025), ce qui peut nuire à leur autonomie intellectuelle et fragiliser l'intégrité académique de leurs productions (Zhou et al., 2025). Oudeyer (2025) met en avant que la tendance des IAG à fournir directement des réponses, sans inciter à l'effort de réflexion, risque d'entraver l'acquisition et la consolidation de savoirs professionnels à l'ère de l'automatisation invisible. Carr (2023) abonde en ce sens et explique que plus nous laisserons l'IAG réaliser des tâches complexes à notre place, plus nos compétences – telles que la rédaction, l'analyse critique ou la prise de décision rapide – risquent de se détériorer. Une mauvaise utilisation de l'IA pourrait-elle alors générer un phénomène de désapprentissage ?

L'approche métaphorique « prothèse/orthèse/auxèse » sur les usages de l'IAG pourra nous donner quelques éléments de cadrage sur cet objet de recherche ; il est d'ores et déjà intéressant de relever qu'une méta-analyse de 766 articles (Heung et Chiu, 2025) insiste sur la nécessité d'un encadrement pédagogique pour réguler ces usages. De fait, si une étude empirique impliquant 1625 étudiants (Darvishi et al., 2024) indique que l'IA tend à être utilisée comme un substitut plutôt qu'un vecteur d'apprentissage, d'autres travaux (Suriano et al., 2025) montrent que ChatGPT peut, à condition d'être mobilisé de manière engagée et réflexive, constituer un levier efficace pour développer la pensée critique.

⁴ Malheureusement, il s'agit pour l'instant de travaux concernant largement plus la formation initiale (enseignement supérieur notamment) que la formation continue. Nous les présentons ici en supposant qu'ils sont en partie extrapolables.

⁵ De fait, on se doit d'ajouter à ce panorama trois points qui sont également présents dans la littérature scientifique traitant des mauvais côtés du déploiement actuel de l'IA : énorme coût énergétique, le risque socio-économique de pertes d'emplois et la potentielle dépendance technologique et même culturelle que peuvent entraîner la massification des usages de l'IA.

À ces enjeux s'ajoutent des questions de fiabilité, liées aux hallucinations et aux biais cognitifs que peuvent induire les systèmes génératifs (voir l'encadré 4 et Las Vergnas et Rio-Jouet, 2023 ; Zhou *et al.*, 2025 ; Heung et Chiu, 2025 ; Al-Mahdi *et al.*, 2025), ainsi qu'aux problématiques juridiques relatives au droit d'auteur. Dans cette perspective, Sperling *et al.* (2024) rappellent l'importance d'un travail sur la littératie numérique des usagers. Enfin,

certains auteurs s'interrogent sur les effets que l'usage de ces technologies pourrait avoir sur les interactions humaines en contexte d'apprentissage (Heung et Chiu, 2025 ; Ravšelj *et al.*, 2025). En effet, la grande disponibilité et la performance croissante de ces outils, en tant que partenaires d'apprentissage, pourraient réduire significativement la propension de leurs utilisateurs à se tourner vers leurs pairs dans le cadre de leurs initiatives d'apprentissage.

Encadré 4 : Hallucinations, ersatz et illusion réflexive

Il est devenu courant aujourd'hui de dénoncer deux problèmes complémentaires, constatés de manière chronique lors des usages des outils d'IAG : celui des créations fictives, qualifiées d'« hallucinations » ou d'« ersatz » et celui de l'« illusion réflexive ».

Le terme d'*hallucination* insiste sur le fait que certains contenus semblent totalement inventés par la machine, comme de fausses références bibliographiques attribuées à des auteurs fictifs. Le terme d'*ersatz* est, quant à lui, plus précis et présente l'avantage de mieux décrire la nature du phénomène auquel l'humain assiste souvent. Dans ces cas de proposition de contenus fictifs, le modèle informatique de langage remplit un vide de données auquel il se trouve confronté en ayant recours à une imitation plausible (un ersatz) de la réalité : pour cela, en s'appuyant autant que possible sur ses réseaux de neurones et sur une prédiction probabiliste, il produit une hypothèse de texte crédible et authentique, proposant « ce qui pourrait être vrai ». Ces phénomènes, qui se révèlent de fait très fréquents, représentent un risque majeur pour les utilisateurs, en particulier ceux qui utilisent les outils d'IAG comme prothèse, se reposant excessivement sur l'outil.

Un autre aspect complexe, voire déstabilisant, de l'usage des IAG vient de ce que l'on peut appeler l'« illusion réflexive » (Las Vergnas et Rio-Jouet, 2023). Ce terme renvoie au fait que les dialogues avec une IAG produisent souvent chez l'humain le sentiment d'être réellement engagé dans une co-élaboration réflexive avec un autre être pensant, alors même que cette IAG n'est qu'un algorithme produisant les segments de texte de réponse les plus probables au vu de son entraînement antérieur. C'est particulièrement le cas lorsque la machine multiplie les formules de commentaire ou d'excuse, dans un style très proche de celui de la métacognition ou de la réflexivité humaine.

En conclusion, les travaux disponibles offrent un panorama nuancé entre bons et mauvais côtés de l'IAG en termes d'apports aux systèmes de formation, mais celui-ci est très largement limité par le manque de recul. Les résultats devront être rapidement réévalués à mesure que cette innovation de rupture évoluera et se déploiera dans les pratiques éducatives, alors que l'intégration systématique de l'IAG dans les outils du quotidien ne cesse de se démultiplier.

L'IAG comme un nouveau partenaire cognitif pour les apprenants

Sur ce point, la plupart des observateurs convergent pour dire que la généralisation d'offres incorporées dans les outils bureautiques usuels (comme Copilot ou Gemini), leur apparente facilité d'utilisation ainsi qu'une perception d'utilité, font de l'IAG un outil particulièrement attractif dans les environnements professionnels, notamment

chez les actifs les plus habitués au travail sur écran (Balalkas *et al.*, 2025 ; Grassini *et al.*, 2024). Ces perceptions pourraient même être renforcées lorsque les personnes concernées ont la possibilité de faire appel à des IA spécialisées, adaptées aux spécificités et exigences de leur métier et de leur organisation.

Aussi, dans la mesure où elle est facilement disponible, l'IAG se trouve utilisée de plus en plus couramment pour formuler des réponses à des mails, rédiger des documents administratifs, produire des résumés de réunions, corriger ou améliorer des formulations, générer des idées ou des exemples, traduire du contenu, ou encore synthétiser des informations issues de plusieurs sources. Ces usages sont souvent discrets, voire invisibles, car ils s'intègrent dans des gestes professionnels quotidiens. Le salarié peut également solliciter l'IAG sans que cela ne soit formellement encadré ou déclaré, dans une logique de gain de temps, d'optimisation, ou parfois pour pallier un manque de compétence perçu dans certaines tâches, on peut parler dans ce cas de *Shadow IA* (« IA de l'ombre » ou « IA fantôme »).

Ces pratiques répondent à une logique d'efficacité, dans un contexte professionnel marqué par une intensification des tâches et des attentes de réactivité. Le salarié gagne du temps, améliore sa productivité et, parfois, allège une charge cognitive devenue pesante. Si ces phénomènes soulèvent des questions sur la traçabilité du travail et sur sa transparence, ils en posent également sur le développement ou la perte de compétences des salariés concernés. Cette incidence de l'IA sur l'amélioration ou la déperdition de compétences a été discutée par la littérature en sciences de l'éducation et de la formation. C'est là que se joue la possibilité de faire de ces usages de véritables situations apprenantes, dans une logique de renforcement au quotidien du *e-learning* informel.

Comme nous venons de le voir dans la synthèse de la littérature, en termes de dynamiques formation-apprentissage, l'IAG – qu'elle soit patente ou dans l'ombre – s'immisce comme une nouvelle force qui ne se contente pas d'être un outil supplémentaire pour optimiser le travail des ingénieurs pédagogiques, mais s'impose comme un partenaire cognitif capable de stimuler la réflexion, de soutenir la créativité et de reconfigurer les façons d'apprendre, tant du côté de la conception des formations que du côté des apprentissages eux-mêmes. De fait, plus encore que les moteurs de recherche et les autres opportunités apportés depuis près de trois décennies par la généralisation d'Internet, les usages de l'IA générative permettent

des formes encore très largement démultipliées de *e-learning* informel, qui laissent de plus en plus penser à ce que l'on pourrait qualifier d'« apprenant augmenté » (au sens de l'individu plus de Perkins, 1995).

Dépasser la simple prothèse, mobiliser l'IA en générateur d'apprentissages

Prothèses et orthèses, deux catégories d'usages pour remplacer ou pour assister/renforcer...

La comparaison des machines et terminaux informatiques avec des prothèses ou des orthèses est antérieure à la déferlante de l'IAG. Ainsi, en 2018, Maxime Derian publie un ouvrage intitulé *Les prothèses cognitives du corps humain*, dont la présentation indique : « Qu'il s'agisse des smartphones, d'objets connectés ou de dispositifs numériques médicaux et d'e-santé, ces outils numériques prolifèrent littéralement dans notre environnement. Ils font office de prothèses qui "augmentent" nos capacités cognitives, mais également d'orthèses qui influencent bon nombre de nos comportements. »

Peu de temps après, cette dichotomie entre orthèse et prothèse se retrouve également à propos de la conception de l'informatique dans des écrits de deux polytechniciens : l'un sous forme d'un « libre propos » publié en octobre 2018 (où l'auteur, Jean-Pierre Hauet, s'inquiète des risques de perte de connaissances et de savoir-faire) ; l'autre début 2019, signé par Alain Meyer, présenté comme un lieu commun distinguant deux conceptions de la programmation de l'IA en général : « Beaucoup d'efforts sont consacrés à la définition de ce qu'est l'intelligence artificielle. Pas de cours sur l'IA qui ne commence par s'y essayer, avec en gros deux voies : une voie empirique, qui consiste à définir l'IA en tant que comportement similaire à l'humain d'une machine informatique, et une voie théorique, qui nous plonge dans l'exploration de ce qu'est la pensée ou l'action rationnelle et y relie l'IA et son analyse. Alors, prothèse ou orthèse ? »

À leur suite, il est devenu plus commun d'opposer ces deux termes pour décrire et comparer les stratégies d'usage des IAG, comme le font Pascal Lardellier et Emmanuel Carré, en janvier 2025, dans leur article publié dans *The Conversation*, où ces auteurs écrivent : « C'est ici qu'intervient la distinction fondamentale entre prothèse et

orthèse dans notre approche de l'IA. Une prothèse remplace une fonction défaillante ou manquante, tandis qu'une orthèse soutient et améliore une fonction existante. Dans l'enseignement supérieur⁶, considérer l'IA comme une prothèse reviendrait à lui déléguer des fonctions cognitives essentielles, risquant ainsi de les atrophier. La voir comme une orthèse permet de l'utiliser pour amplifier et enrichir les capacités intellectuelles tout en préservant l'autonomie cognitive »⁷.

...auxquelles s'ajoute celle de l'auxèse susceptible de démultiplier les capacités

Cette typologie à deux termes, correspondant à cette dialectique entre substitution d'un côté et assistantat ou soutien de l'autre est aussi celle que l'on retrouve aujourd'hui dans de nombreuses conférences comme celle intitulée *L'IA en éducation : orthèse ou prothèse ?*, donnée à l'université de Montréal en février 2024⁸. Néanmoins, il nous est apparu que cette typologie à deux termes n'était plus suffisante pour recouvrir l'ensemble des usages de l'IAG en cours de développement : c'est pourquoi, outre un effort de précision de ces deux éléments métaphoriques, nous avons souhaité ajouter une troisième catégorie pour correspondre à des usages plus transcendants que la simple substitution ou assistance relevant d'une « prothèse » ou « orthèse », c'est-à-dire pour décrire des usages dans lesquels on assiste à une véritable démultiplication des capacités humaines, usages que nous avons repérés dans nos propres travaux et observations (Jeunesse, 2025 ; Las Vergnas Jeunesse et Rio Jouet, 2025). En l'occurrence, il ne s'agit pas de demander à la machine de faire à notre place ou de lui demander de nous aider à faire, mais de faire quelque chose que nous ne savons et ne pouvons pas faire par nous-mêmes. Autrement dit, de faire quelque chose que nous ne pourrions pas faire même si nous disposions d'une très solide expertise dans le domaine concerné et d'un temps infini pour le faire.

Pour définir cette troisième catégorie, nous avons fait le choix d'utiliser le terme « auxèse », étymologiquement dérivé du grec « αὐξήσις » (*auxēsis*). Ce terme signifie « croissance » ou « augmentation ». Auxèse renvoie, dans plusieurs contextes, à une forme de croissance

ou d'amplification, sans pour autant impliquer substitution ou correction, comme c'est le cas pour prothèse et orthèse. En biologie, l'auxèse désigne un type de croissance cellulaire ou tissulaire, dans lequel les cellules augmentent massivement en taille sans se diviser. En rhétorique, ce terme désigne une figure de style qui consiste à amplifier une idée ou une expression pour lui donner plus d'importance ou d'intensité, y compris avec le risque d'aller trop loin et de la caricaturer.

En disposant de cette typologie, on peut comparer ces trois types d'usages, en termes de conséquences sur les apprentissages et la formation continue.

Apprentissages et IAG utilisée comme prothèse

L'IAG-prothèse est mobilisée pour des opérations que l'utilisateur, expert ou non, pourrait accomplir seul, à l'aide de méthodes ou de ressources traditionnelles, ou qu'il pourrait choisir de ne pas réaliser. Ce processus correspond à un délestage cognitif (*cognitive offloading*), susceptible de faciliter certaines pratiques quotidiennes. Toutefois, il s'accompagne d'un risque accru de dépendance vis-à-vis de la technologie. Parmi les usages typiques, on peut citer la reformulation ou la synthèse d'un texte, la vulgarisation de contenus spécialisés, la rédaction de documents standards ou de courriers types. Ces tâches sont souvent réalisées sans évaluation approfondie du résultat par l'utilisateur, et ne requièrent guère d'expertise de sa part, ce qui renforce la logique de substitution. Ce type d'usage peut entraîner une perte de distance critique vis-à-vis des productions générées par l'IAG. En effet, lorsque l'utilisateur dispose d'une expertise, celle-ci est très peu mobilisée pour analyser ou valider les propositions de l'IAG. Cette situation revient à une acceptation quasi automatique des résultats, qu'on peut qualifier de « soumission technologique ».

Du point de vue des apprentissages, les bénéfices sont au mieux nuls. Dans certains cas, l'usage répété de l'IAG comme prothèse peut même générer des phénomènes de désapprentissage, ou *skill decay* (Macnamara et al., 2024), à savoir une forme d'érosion des compétences humaines. Autrement dit, des savoir-faire autrefois maîtrisés s'atrophient lorsqu'ils ne sont plus pratiqués ou sont constamment délégués à un outil externe.

6 [Et dans la formation continue *a fortiori*.] (Note des auteurs)

7 Emmanuel Carré et Pascal Lardellier, « L'IA dans l'enseignement supérieur et les leçons de Platon et du mythe de Theuth », janvier 2025, *The Conversation*. <https://theconversation.com/lia-dans-lenseignement-superieur-les-lecons-de-platon-et-du-mythe-de-theuth-244894>

8 <https://recherche.umontreal.ca/conferences/activite/news/eventDetail/Event/conference-lia-en-education-orthese-ou-prothese/>

On observe particulièrement ce phénomène lorsque l'IAG remplace des fonctions cognitives ou techniques dans des domaines comme la rédaction, la programmation ou bien encore la pensée critique. Selon Macnamara et ses collaborateurs, il se peut notamment que les stagiaires qui sollicitent l'aide de l'IA ne développent pas efficacement leurs propres compétences cognitives. En outre, comme les outils d'IA sont susceptibles d'améliorer les performances tout en rendant la tâche plus facile, les apprenants pourraient être moins à même de juger de l'état réel de leurs compétences alors que les experts pourraient ne pas être conscients de leur détérioration. Un utilisateur systématique d'un outil de traduction linguistique du type DeepL pourra, par exemple, voir ses compétences décroître dans l'utilisation de la langue concernée, sans vraiment s'en rendre compte.

Apprentissages et IAG comme orthèse

Concrètement, l'IAG-orthèse est sollicitée par un utilisateur, souvent expert, qui formule des requêtes précises et évalue attentivement les réponses fournies. L'utilisateur met à l'épreuve les propositions générées, les questionne et les affine, jusqu'à atteindre un résultat jugé satisfaisant, ou bien conclut à l'absence de solution adéquate au regard des objectifs initiaux. Cette démarche repose sur une interaction critique et itérative entre l'humain et l'IAG.

Un exemple typique concerne le domaine juridique : un juriste confronté à une question complexe peut mobiliser une IAG spécialisée (comme Ordalie.ai) afin d'explorer différentes pistes de traitement, tout en exerçant son jugement professionnel pour valider, améliorer ou rejeter les suggestions obtenues. Ainsi, le recours à l'IAG-orthèse n'amène pas à l'effacement des compétences humaines, mais à leur mobilisation en synergie avec la technologie. Même lorsqu'un utilisateur ne dispose pas du niveau d'expertise suffisant pour atteindre seul un objectif donné dans un temps restreint, il doit néanmoins être en mesure de collaborer avec l'IAG de manière pertinente pour progresser vers la solution. En termes d'évaluation, l'utilisateur garde donc un rôle central : il possède à la fois les capacités et la motivation pour évaluer de façon continue les propositions de l'IAG tout au long du processus. L'IAG agit alors comme un dispositif de soutien, non comme un substitut.

Dans ce cadre, l'usage de l'IAG peut générer des apprentissages significatifs. L'interaction soutenue entre expertise humaine et production artificielle favorise le développement d'un système

d'intelligence hybride (Cukurova, 2024) ou de co-intelligence (Mollick, 2024), où les capacités de l'utilisateur s'enrichissent au lieu de s'amoinrir.

On peut citer ici quelques exemples : (1) un stagiaire en informatique peut demander à l'IAG d'expliquer des morceaux de code, de proposer des alternatives ou de repérer des erreurs potentielles. L'apprenant ne copie pas mécaniquement la solution, mais doit comprendre et comparer les logiques proposées, exerçant ainsi son raisonnement algorithmique, (2) des élèves soignants peuvent solliciter l'IAG pour explorer des cas cliniques complexes ou encore confronter des hypothèses diagnostiques. L'IA sert de ressource stimulante, mais c'est au praticien stagiaire d'arbitrer, de valider ou d'invalider en fonction de son jugement clinique.

En somme, envisager l'IAG comme orthèse met en évidence une dynamique de collaboration et d'assistance plutôt que de substitution. L'utilisateur y demeure acteur, exerçant son sens critique et mobilisant son expertise pour tirer parti des propositions de la machine. Ce modèle favorise la construction d'un véritable système d'intelligence hybride, où l'humain se trouve renforcé dans ses capacités plutôt que fragilisé par la délégation. De fait, en situation d'orthèse, l'interaction homme-machine ne doit plus du tout se voir comme la simple écriture d'un prompt dont on attendrait qu'il nous fournisse *illico presto* la réponse fiable et précise au problème posé. Fonctionner en IA-orthèse implique d'y être formé et en contrepartie permet de multiples apprentissages continus sous réserve de se positionner comme co-auteur d'une stratégie de résolution de problème en construisant avec la machine un dialogue ou un script plus ou moins heuristique et co-évalué. Notons d'ailleurs que les nouvelles générations d'interface d'IAG permettent de paramétrer son profil d'utilisateur, ses préférences de modalités de fonctionnement et surtout ses propres jeux de données, textes et documents de références. Cela permet à la fois d'améliorer la qualité des réponses, mais aussi de devenir un facilitateur-conseiller totalement intégré dans une logique permanente de *e-learning* informel intégré au poste de travail.

Apprentissages et IAG comme auxèze

Lorsqu'elle est mobilisée comme auxèze, l'IAG dépasse la logique précédente pour proposer une fonction d'amplification radicale, transcendant largement ses limites, comme le ferait par exemple une authentique Tour de Babel en matière de compréhension des langues étrangères. Elle agit comme un démultiplicateur des capacités

humaines, permettant à l'utilisateur d'atteindre des résultats qu'il n'aurait jamais pu imaginer obtenir par ses propres moyens, même en disposant de toutes les ressources classiques.

Ce mode d'interaction se manifeste par exemple dans l'analyse prédictive reposant sur de vastes ensembles de données, ou encore dans la production de cartographies analytiques permettant d'identifier des tendances ou des relations invisibles sans le recours à la puissance computationnelle. Ces usages illustrent la capacité de l'IAG à dépasser les limites structurelles de la cognition humaine, en traitant des volumes de paramètres et de données, ou des complexités inaccessibles autrement. On peut citer ici deux exemples : (1) un adulte en formation continue en data science peut mobiliser l'IAG pour explorer des ensembles massifs de données socio-économiques. L'IA ne se contente pas d'assister : elle révèle des corrélations inédites, propose des modèles prédictifs impossibles à concevoir par un esprit humain seul. L'utilisateur doit mobiliser son expertise pour interpréter et exploiter ces résultats, mais c'est bien l'amplification algorithmique qui ouvre l'accès à une nouvelle profondeur analytique, (2) dans un cursus de formation en diplomatie, l'IAG permet de cartographier des scénarios prospectifs en combinant des données hétérogènes : flux migratoires, ressources énergétiques, instabilités politiques, climat. L'ampleur et la finesse de ces analyses dépassent de très loin ce qu'un expert humain pourrait traiter. L'apprenant exerce néanmoins sa pensée critique pour trier, hiérarchiser et interpréter ces résultats.

Le modèle auxétique exige que l'utilisateur dispose de ses capacités optimales : l'expertise humaine demeure donc une condition essentielle pour exploiter pleinement ce potentiel et l'évaluation des réponses est le problème clef : la puissance d'amplification offerte par l'IAG produit des résultats d'une telle richesse ou complexité qu'ils dépassent les capacités classiques d'interprétation de l'utilisateur. De fait, l'impact sur l'apprentissage pourrait bien être inversement proportionnel au degré d'amplification. Plus l'IAG transcende et décuple les capacités de l'utilisateur, plus celui-ci risque de s'appuyer sur la machine au détriment du développement autonome de ses propres compétences. Les solutions sont encore à trouver, peut-être justement (1) en partageant la responsabilité de l'évaluation avec la machine (elle évalue la méthode par des auto-audits à laquelle elle est entraînée et l'humain évalue les résultats par des tests en situation réelle), (2) en constituant des réseaux humains ou humains/machines d'experts *ad hoc*.

L'IAG un nouvel eldorado de l'e-learning informel, sous conditions

L'urgence de la formation et de l'encadrement des usages pour qu'ils soient formatifs

On pourra observer que, pour un même individu, l'IAG pourra être orthèse ou auxèse, voire simplement prothèse selon son niveau d'expertise initial ou son envie de déléguer. Pour réaliser un programme informatique donné, un expert du langage utilisé pourra recourir à l'IAG en tant qu'orthèse, alors qu'un apprenti informaticien utilisera plutôt l'IAG en tant qu'auxèse. Aussi, entre délégation, coopération et amplification, ces trois figures révèlent non seulement des usages différenciés de l'IAG, mais aussi des visions contrastées de l'avenir de la cognition humaine : la tentation du confort, la rigueur de l'interaction critique ou l'audace de la transcendance. Positionnés dans un continuum, ils dessinent bien les tensions et les opportunités d'une intelligence possiblement hybride, où se rejouent les équilibres entre autonomie, dépendance et dépassement.

De fait, dans un contexte d'évolution rapide des potentialités et des performances de l'IAG, Le Cerf (2023) constate qu'il est indispensable que les établissements de formation intègrent les outils d'IAG dans leurs programmes. Et ce, non seulement pour que les apprenants puissent appréhender au mieux les évolutions technologiques, mais aussi développer des compétences nécessaires à l'usage critique de ces outils au travers de dialogues hybrides. La poursuite des recherches sur ce sujet doit rester une priorité. Toutefois, il apparaît essentiel que les responsables de formation accordent une importance tout aussi centrale à l'élaboration d'une charte d'usage de l'IAG en contexte pédagogique, ainsi qu'à la mise en place d'activités d'apprentissage qui valorisent son utilisation, non comme une simple prothèse, mais comme une orthèse ou même comme une auxèse maîtrisée.

Un enjeu pour la formation continue : apprendre aux apprenants à interagir de manière réflexive avec l'IAG

Dialoguer avec une IAG ne transforme pas seulement la manière dont on utilise cet outil : cela peut aussi agir comme un véritable miroir pour la réflexion humaine. En effet, cette interaction incite les adultes à repenser leurs propres modes de raisonnement, à prendre du recul sur leur façon d'apprendre et à affiner leur esprit critique.

Autrement dit, l'outil devient un catalyseur de réflexivité globale : en apprenant à dialoguer, les apprenants développent des compétences de réflexion qu'ils peuvent réinvestir dans d'autres contextes, même sans l'outil.

Conscients des utilisations potentielles des outils d'IAG dans divers contextes ainsi que de la possibilité de leur intégration technique dans les dispositifs pédagogiques, un enjeu central émerge : apprendre aux apprenants à interagir avec ces outils de manière réflexive. Il ne s'agit pas seulement d'enseigner aux apprenants à utiliser ces outils, mais également de les amener à interroger la nature du dialogue qu'ils entretiennent avec la machine. Cela peut, par exemple, passer par des activités collaboratives en ligne où ils mobilisent leurs outils d'IAG pour co-construire des grilles d'auto-audit de leurs productions, ou encore par

la mise à disposition de leurs propres textes afin d'enrichir l'entraînement des IAG – que ce soit dans une logique de *fine-tuning*, ou à travers des dispositifs tels que NotebookLM de Google ou les GPT thématiques d'OpenAI.

En développant cette réflexivité, les apprenants prennent conscience des dynamiques en jeu, des biais possibles, et de la manière dont leur propre pensée peut s'enrichir en interagissant avec une IAG. Pensée et utilisée ainsi, l'IAG redéfinit le rapport au savoir et à la pensée critique. Pour les formateurs, l'enjeu est double : intégrer ces outils dans des dispositifs pédagogiques pertinents mais surtout accompagner les apprenants dans le développement d'une réflexivité qui leur permettra de rester auteurs de leur apprentissage. La technologie devient alors un stimulant de réflexion et non un substitut à l'esprit humain.

Olivier Las Vergnas est professeur des universités émérite en sciences de l'éducation et de la formation. Il participe aux activités de recherche de l'équipe « Apprenance, Formation, Digital » (ApForD) du Centre de Recherches Éducation et Formation (Cref) de l'université Paris Nanterre. Il est également directeur de recherches doctorales associé au Cirel (université de Lille).

Christophe Jeunesse est professeur des universités en sciences de l'éducation et de la formation. Il dirige l'équipe « Apprenance, Formation, Digital » (ApForD) du Centre de Recherches Éducation et Formation (Cref) de l'université Paris Nanterre.

Dina Adinda est maîtresse de conférences en sciences de l'éducation et de la formation et membre de l'équipe « Apprenance, formation, digital » (ApForD) du Centre de Recherches Éducation et Formation (Cref) de l'université Paris Nanterre.

Références bibliographiques

- Adinda D. et al. (2025),**
« Digital, IA et formation des adultes : synthèse de treize ans de recherche internationale », *Savoirs*, 68 (2), pp. 13-118.
- Al-Mahdi O. et al. (2025),**
“Assessing the usage of ChatGPT on life satisfaction among higher education students: The moderating role of subjective health”, *Journal of Educational Psychology*, 117 (3), pp. 456-472. <https://doi.org/10.1037/edu0000789>
- Baskara F. X. R. (2023),**
“The promises and pitfalls of using ChatGPT for self-determined learning in higher education: An argumentative review”, *Proceedings of the Seminar Nasional Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Pendidikan*. <https://journal.uiad.ac.id/index.php/SENTIKJAR/article/view/1825>
- Butgereit L. et van Staden A. (2023),**
“Supporting home-language education in Africa with multi-lingual mathematics tutoring using GPT-4”, *Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence (ICARTI)*. <https://mauricon.org/conferences/index.php/icarti/article/view/40>
- Carr N. (2023),**
Les bas-fonds : l'impact d'Internet sur notre cerveau, Robert Laffont.
- Carré P. et al. (2024),**
Traité des sciences et des techniques de la formation, Dunod.
- Cheung B. et al. (2003),**
“SmartTutor: An intelligent tutoring system in web-based adult education”, *Journal of Systems and Software*, 68 (1), pp. 11-25. [https://doi.org/10.1016/S0164-1212\(02\)00133-4](https://doi.org/10.1016/S0164-1212(02)00133-4)
- Cukurova M. (2024),**
« L'interaction de l'apprentissage, de l'analytique et de l'intelligence artificielle dans l'éducation : une vision de l'intelligence hybride », intervention lors de l'ACM International Conference on Learning Analytics & Knowledge à Kyoto (arXiv:2403.16081). *arXiv* : <https://doi.org/10.48550/arXiv.2403.16081>
- Darvishi A. et al. (2024),**
“Impact of AI assistance on student agency”, *Computers & Education*, vol. 210, mars. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104967>
- Dehaene S. (2023),**
L'intelligence artificielle et le cerveau humain, Odile Jacob.
- Derian M. (2018),**
Les prothèses cognitives du corps humain, ISTE Edition <https://www.istegroup.com/fr/produit/les-protheses-cognitives-du-corps-humain/>
- Grassini S. et al. (2024),**
“Understanding university students' acceptance of ChatGPT: Insights from the UTAUT2 model”, *Applied Artificial Intelligence*, 38 (1). <https://doi.org/10.1080/08839514.2024.2371168>
- Hauet J.P. (2018),**
« L'intelligence artificielle : prothèse ou orthèse », *Revue REE*. https://www.researchgate.net/publication/328419887_L'intelligence_artificielle_prothese_ou_orthese
- Haugeland J. (1989),**
Artificial intelligence: The very idea, MIT Press.
- Heung Y. M. E. et Chiu T. K. F. (2025),**
“How ChatGPT impacts student engagement : A systematic review and meta-analysis study”, *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100361>
- Huang X. et al. (2023),**
“Trends, research issues and applications of artificial intelligence in language education”, *Educational Technology & Society*, vol. 26, no 1, janvier, pp. 112-131. <https://www.jstor.org/stable/48707971>

Jeunesse C. (2025),

Des usages des technologies pour apprendre aux environnements personnels d'apprentissage augmentés par l'intelligence artificielle générative (IAG) – Contribution à l'élaboration d'un cadre de recherches relatif aux impacts de l'IAG sur les dispositions des individus à apprendre et l'ingénierie pédagogique, Note d'HdR, université Paris-Nanterre.

Las Vergnas O. (2017),

Le e-learning informel ? Des apprentissages diffus, noyés dans la participation en ligne, éditions des Archives contemporaines, 978-2813002693. (hal-01625724)

Las Vergnas O. et Rio-Jouet A. (2023),

« Une IA peut-elle remplacer un professeur ? Un exemple de dialogue avec Bard-Google, entre hallucinations et illusions réflexives », *L'esprit d'Archimède*, 10, pp. 27-34. <https://hal.science/hal-04273617>

Le Cerf V. (2023),

« Faut-il repenser l'enseignement de demain au regard de l'IA ? », in F. Guénot (dir.), *L'IA éducative : L'intelligence artificielle dans l'enseignement supérieur*, éditions Bréal, pp. 85-94.

Liang J. et al. (2023),

“The relationship between student interaction with generative artificial intelligence and learning achievement: Serial mediating roles of self-efficacy and cognitive engagement”, *Frontiers in Psychology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1285392>

Macnamara B. N. et al. (2024),

“Does using artificial intelligence assistance accelerate skill decay and hinder skill development without performers' awareness?”, *Cognitive Research Principles And Implications*, 9 (1). <https://doi.org/10.1186/s41235-024-00572-8>

Meyer A. (2019),

« Les deux intelligences artificielles entre prothèse et orthèse ». *La Jaune et la rouge*, École polytechnique, Palaiseau. <https://www.lajauneetlarouge.com/les-deux-intelligences-artificielles-entre-prothese-et-orthese/?srsltid=AfmBOorBFYvvGCAYL4AAfE1d9elwMG8ZWmztK7hWmSIh3ByqBV5tTED>

Mollick E. (2024),

Co-intelligence. Vivre et travailler avec l'IA, First Éditions.

Oudeyer P.-Y. (2025),

« En quoi l'IA générative représente-t-elle un enjeu dans la formation et le développement des compétences ? », *Note d'expert du Cnesco*. https://www.cnesco.fr/wp-content/uploads/2025/03/Cnesco_CC-savoirs-competences_Notes-experts_PY-Oudeyer.pdf

Perkins D. N. (1995),

« L'individu-plus : Une vision distribuée de la pensée et de l'apprentissage », *Revue française de pédagogie*, 111 (1), pp. 57-71. <https://doi.org/10.3406/rfp.1995.1232>

Perriault J. (2000),

« Effet diligence, effet serendip et autres défis pour les sciences de l'information », *Colloque international, Les pratiques collectives distribuées sur Internet*, Paris, CNRS, ENST, UIUC, UCSD, 19-20 septembre 2000.

Ravšelj D. et al. (2025).

“Higher education students' perceptions of ChatGPT: A global study of early reactions”, *PLOS ONE*, 20 (2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0315011>

Saif N. et al. (2023),

“Chat-GPT : Validating Technology Acceptance Model (TAM) in education sector via ubiquitous learning mechanism”, *Computers in Human Behavior*, 154. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.108097>

Sperling K. et al. (2024),

“In search of artificial intelligence (AI) literacy in teacher education: A scoping review”, *Computers and Education Open*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100169>

Suriano R. et al. (2025),

“Student interaction with ChatGPT can promote complex critical thinking skills”, *Learning and Instruction*, 95. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2024.102011>

Tajik E. et Tajik F. (2023),

“A comprehensive examination of the potential application of ChatGPT in higher education institutions”, *SSRN*. <https://doi.org/10.36227/techrxiv.22589497.v1>

Zhou X et al. (2025),

“Students' perceptions about the opportunities and challenges of ChatGPT in higher education: A cross-sectional survey based in China”, *Computers & Education*, 195. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.104789>