

L'IA générative comme médiateur pédagogique dans l'enseignement supérieur au Cameroun : effets sur la personnalisation des apprentissages

Ibrahima Oumarou

École Normale Supérieure de Maroua, Université de Maroua, Cameroun

Approved: 25 October 2026

Posted: 27 October 2026

Copyright 2026 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Ibrahima, O. (2026). *L'IA générative comme médiateur pédagogique dans l'enseignement supérieur au Cameroun : effets sur la personnalisation des apprentissages*. ESI Preprints.

<https://doi.org/10.19044/esipreprint.10.2026.p596>

Résumé

L'essor de l'intelligence artificielle générative reconfigure les rapports entre apprenant, enseignant et savoir, notamment dans les contextes d'effectifs pléthoriques comme au Cameroun. Cette étude évalue l'effet de l'IA générative utilisée comme médiateur pédagogique sur la personnalisation des apprentissages et l'autonomie des étudiants. Nous avons mené un design quasi-expérimental à mesures répétées avec groupe contrôle non équivalent auprès de $N = 150$ étudiants de Licence 2 en Sciences de l'Éducation répartis dans trois Écoles Normales Supérieures (ENS) du Cameroun : l'ENS de Yaoundé I, l'ENS de Maroua et l'ENS de Bertoua. Le groupe expérimental ($n = 75$) a suivi 8 séances intégrant ChatGPT-4 pour la reformulation, la génération d'exercices et le feedback, sur 4 semaines. Le groupe contrôle ($n = 75$) a suivi un enseignement magistral classique. Des prétests et posttests ont mesuré la personnalisation perçue, l'autonomie d'apprentissage et les performances académiques. Douze entretiens semi-directifs (6 enseignants, 6 étudiants) ont été réalisés auprès des acteurs du groupe expérimental. Les données quantitatives ont été analysées par ANCOVA et les données qualitatives par analyse thématique. Les résultats montrent que le groupe expérimental présente une amélioration significative de la personnalisation perçue ($M = 4.21$ vs 2.98), $F(1, 147) = 38.42$, $p < .001$, $\eta^2 = .21$, de l'autonomie ($F(1, 147) = 27.15$, $p < .001$, $d = 0.72$) et des performances académiques ($F(1, 147) = 41.08$, $p < .001$, $\eta^2 = .22$) par rapport au groupe contrôle. Les enseignants décrivent un glissement de rôle vers «

concepteur-régulateur ». 68 % des étudiants rapportent une utilisation de l'IA pour comprendre plutôt que pour copier. En conclusion, l'IA générative, lorsqu'elle est régulée pédagogiquement, agit comme un médiateur efficace de la personnalisation. Cela implique de former les enseignants et d'institutionnaliser des garde-fous éthiques pour éviter la dépendance cognitive.

Mots-clés : Intelligence artificielle générative, médiation pédagogique, personnalisation, enseignement supérieur, Cameroun

Generative AI as a Pedagogical Mediator in Higher Education in Cameroon: Effects on the Personalization of Learning

Ibrahima Oumarou

École Normale Supérieure de Maroua, University of Maroua, Cameroon

Abstract

The rise of generative artificial intelligence is reconfiguring the relationships among learners, teachers, and knowledge, particularly in contexts of overcrowded classrooms such as in Cameroon. This study evaluates the effect of generative AI used as a pedagogical mediator on the personalization of learning and on students' autonomy. We conducted a quasi-experimental, repeated-measures design with a non-equivalent control group with $N = 150$ second-year undergraduate students in Educational Sciences drawn from three Cameroonian Écoles Normales Supérieures (ENS, teacher-training grandes écoles): ENS Yaoundé I, ENS Maroua, and ENS Bertoua. The experimental group ($n = 75$) participated in 8 sessions integrating ChatGPT-4 for course reformulation, exercise generation, and feedback over 4 weeks. The control group ($n = 75$) followed traditional lecture-based instruction. Pre-tests and post-tests measured perceived personalization, learning autonomy, and academic performance. Twelve semi-structured interviews (6 teachers, 6 students) were conducted with participants from the experimental group. Quantitative data were analyzed using ANCOVA and qualitative data through thematic analysis. Results show that the experimental group demonstrated a significant improvement in perceived personalization ($M = 4.21$ vs 2.98), $F(1, 147) = 38.42$, $p < .001$, $\eta^2 = .21$, in autonomy, $F(1, 147) = 27.15$, $p < .001$, $d = 0.72$, and in academic performance, $F(1, 147) = 41.08$, $p < .001$, $\eta^2 = .22$, compared to the control group. Teachers described a shift in role toward "designer-regulator." 68% of students reported using AI to understand rather than to copy. In conclusion, generative AI, when pedagogically regulated, functions as an effective

mediator of personalization. This implies training teachers and institutionalizing ethical safeguards to prevent cognitive dependence.

Keywords: Generative artificial intelligence, pedagogical mediation, personalization, higher education, Cameroon

I. Introduction

L'intégration de l'intelligence artificielle générative dans les systèmes éducatifs représente l'une des mutations technologiques les plus significatives du XXI^e siècle. Depuis la mise à disposition grand public de modèles de langage tels que ChatGPT en 2022, les établissements d'enseignement supérieur sont confrontés à une technologie capable de produire du texte, d'expliquer des concepts, de générer des exercices et de fournir une rétroaction quasi immédiate aux apprenants (Miao & Holmes, 2023). Contrairement aux technologies éducatives précédentes qui fonctionnaient principalement comme des supports de diffusion de contenus, les systèmes d'IA générative interagissent directement avec l'utilisateur, adaptent leurs réponses aux demandes formulées et simulent une forme de dialogue pédagogique. Cette capacité à individualiser la réponse marque une rupture avec les logiques massifiées de l'enseignement magistral et ouvre de nouvelles perspectives pour la différenciation pédagogique.

Dans le contexte camerounais, et plus largement africain francophone, cette mutation intervient dans un environnement marqué par des effectifs pléthoriques, un ratio enseignant-apprenant souvent défavorable et un accès inégal aux ressources pédagogiques personnalisées (OCDE, 2026). Dans les Écoles Normales Supérieures (ENS) du Cameroun, établissements chargés de la formation initiale des enseignants du secondaire, un formateur peut encadrer plusieurs dizaines d'étudiants par promotion, ce qui rend difficile la prise en compte des rythmes et besoins d'apprentissage individuels. Dans cette situation, l'IA générative apparaît comme une technologie susceptible de pallier partiellement le manque de temps enseignant en proposant des explications alternatives, des reformulations et des exercices adaptés au niveau de chaque apprenant. Elle s'inscrit ainsi dans une logique de médiation supplémentaire entre le savoir et l'apprenant.

La notion de médiation pédagogique trouve ses fondements dans les travaux de Vygotsky (1978) sur le développement sociocognitif. Pour Vygotsky, l'apprentissage ne résulte pas d'une relation directe entre le sujet et l'objet de connaissance, mais passe par l'intervention de médiateurs sociaux et culturels. L'enseignant occupe traditionnellement cette fonction de médiateur en organisant les situations, en ajustant les explications et en régulant les difficultés. Plus récemment, Rabardel (1995) a montré, avec la

théorie de l'instrumentation, qu'un artefact ne devient instrument que par les usages et les schèmes que l'utilisateur développe. Appliquée à l'IA générative, cette perspective conduit à s'interroger non pas sur la technologie en elle-même, mais sur la manière dont elle est intégrée, sollicitée et régulée dans une situation d'apprentissage.

Cependant, considérer l'IA uniquement comme un outil parmi d'autres reviendrait à ignorer la spécificité de son fonctionnement. Les revues systématiques récentes de Zhai et al. (2021) et de Chan et Lee (2023) soulignent que l'IA générative occupe désormais une position intermédiaire dans le triangle didactique : elle répond directement aux questions de l'apprenant, propose des pistes de résolution et peut même anticiper certaines difficultés. Cette position de quasi-interlocuteur brouille la répartition classique des rôles entre enseignant, apprenant et savoir. Dès lors, l'IA ne se contente plus de transmettre une information ; elle participe à l'organisation, à la régulation et à la personnalisation de l'activité d'apprentissage, ce qui justifie de l'envisager comme un médiateur pédagogique à part entière.

Cette reconfiguration soulève toutefois un problème central : la capacité technique à produire une réponse ne garantit pas la qualité pédagogique de la médiation. L'OCDE (2026) alerte sur le risque qu'un usage non guidé de l'IA générative augmente la production apparente des étudiants sans réellement améliorer leurs apprentissages, une fois l'outil retiré. De même, Holmes et Tuomi (2022) montrent que sans cadrage pédagogique, l'usage de l'IA peut conduire à une acceptation non critique des réponses, à une perte d'autonomie et à une dépendance à l'outil. Dans le contexte camerounais, où la littératie numérique des enseignants reste hétérogène, ce risque est d'autant plus marqué. On observe ainsi un écart entre le potentiel technologique de l'IA et les conditions réelles de son intégration pédagogique.

Par ailleurs, les données empiriques contextualisées demeurent rares. La majorité des études publiées depuis 2021 portent sur des contextes nord-américains, européens ou asiatiques (Zhai et al., 2021 ; Chan & Lee, 2023). Elles mettent en évidence des effets positifs sur l'engagement, la rétroaction et la génération d'idées, mais elles n'interrogent que rarement les spécificités des systèmes éducatifs africains. Or, comme le soulignent Miao et Holmes (2023) dans leur guide de l'UNESCO, les effets de l'IA en éducation dépendent fortement du contexte culturel, institutionnel et éthique. Il existe donc un manque de recherche empirique permettant de documenter comment l'IA générative peut fonctionner comme médiateur dans un environnement d'enseignement supérieur africain, avec ses contraintes et ses opportunités propres.

Sur le plan théorique, le socioconstructivisme offre un cadre pertinent pour analyser ce phénomène. Selon cette approche, l'apprentissage est un

processus actif de construction dans lequel l'interaction sociale et l'usage d'outils jouent un rôle déterminant (Vygotsky, 1978). Dans cette perspective, l'IA générative ne devrait pas être utilisée pour fournir des réponses toutes faites, mais pour stimuler le questionnement, la comparaison et l'argumentation. L'enjeu est donc de passer d'un usage de substitution à un usage d'accompagnement. Cette distinction rejoint les travaux de Selwyn (2019) sur la nécessité de penser le numérique éducatif non comme une technologie autonome, mais comme un dispositif sociotechnique encasté dans des pratiques humaines.

Du côté des enseignants, les premières enquêtes internationales indiquent une transformation progressive des fonctions professionnelles. L'OCDE (2026) prévoit un glissement du rôle de « transmetteur » vers celui de « concepteur, accompagnateur et régulateur ». Cette évolution suppose le développement de nouvelles compétences : ingénierie de prompts, évaluation critique des productions de l'IA, conception de situations d'apprentissage hybrides. Au Cameroun, cette transition se heurte à des défis de formation et d'équipement. La question n'est donc pas seulement technique, mais également professionnelle et institutionnelle.

C'est dans ce contexte que se situe la présente recherche. Elle vise à documenter empiriquement, dans trois Écoles Normales Supérieures du Cameroun (Yaoundé I, Maroua et Bertoua), les effets de l'intégration pédagogiquement régulée de l'IA générative sur la personnalisation des apprentissages. En adoptant un design quasi-expérimental, elle cherche à mesurer les gains potentiels tout en décrivant qualitativement les transformations vécues par les acteurs. L'originalité de l'étude réside dans son ancrage contextuel et dans sa volonté de penser l'IA non comme un substitut, mais comme un médiateur complémentaire de l'action enseignante.

Question de recherche : *Dans quelle mesure l'utilisation pédagogiquement régulée de l'IA générative améliore-t-elle la personnalisation des apprentissages et l'autonomie des étudiants de l'enseignement supérieur au Cameroun ?*

2. Cadre conceptuel

2.1 Intelligence artificielle générative

L'intelligence artificielle générative désigne une catégorie de systèmes d'IA fondés sur des modèles de langage de grande taille, entraînés sur d'importants corpus textuels et capables de produire de nouveaux contenus en réponse à une consigne en langage naturel, appelée prompt (Bender et al., 2021). Contrairement à l'IA discriminative qui se limite à classer ou à prédire à partir de données existantes, l'IA générative crée du texte, des images, du code ou des simulations de dialogue qui n'existaient pas auparavant. Dans le champ éducatif, les outils comme ChatGPT, Claude ou

Gemini fonctionnent sur ce principe : ils reformulent un cours, génèrent des exemples contextualisés, proposent des exercices adaptés et simulent un échange de questions-réponses (Zhai et al., 2021). Cette capacité à produire à la demande et à ajuster le niveau de langue, la longueur et le format de la réponse fait de l'IA générative une technologie particulièrement pertinente pour la différenciation pédagogique. Cependant, comme le rappellent Miao et Holmes (2023), ces systèmes ne « comprennent » pas au sens humain du terme ; ils calculent des probabilités statistiques de cooccurrence de mots. Leur fiabilité dépend donc de la qualité du prompt, du contexte fourni et de la capacité de l'utilisateur à vérifier les informations produites, ce qui pose la question centrale de la littératie à l'IA.

2.2 Médiation pédagogique

La médiation pédagogique renvoie à l'ensemble des interventions, humaines ou instrumentales, qui s'interposent entre l'apprenant et le savoir afin de faciliter la construction des connaissances (Vygotsky, 1978). Dans la tradition vygotkienne, le médiateur principal est l'enseignant qui organise les situations, ajuste le niveau d'étayage, pose des questions et régule les interactions. Cette conception a été élargie par les approches socioconstructivistes et instrumentales pour intégrer les outils culturels et technologiques comme médiateurs potentiels (Rabardel, 1995). Parler de l'IA générative comme médiateur pédagogique, c'est donc considérer qu'elle n'est pas un simple canal de transmission d'information, mais qu'elle participe activement à la relation didactique en reformulant, en questionnant, en rétroagissant et en proposant des chemins d'apprentissage alternatifs. Elle occupe une position intermédiaire dans le triangle enseignant-apprenant-savoir et modifie la circulation des informations. Toutefois, à la différence du médiateur humain, l'IA ne dispose pas d'intention pédagogique propre ni de conscience du contexte affectif et institutionnel de l'apprenant. Sa fonction de médiation est donc toujours déléguée et dépendante du cadrage opéré par l'enseignant.

2.3 Personnalisation des apprentissages

La personnalisation des apprentissages désigne le processus par lequel les contenus, les rythmes, les méthodes et les modalités d'évaluation sont ajustés aux caractéristiques, aux besoins, aux intérêts et au niveau de maîtrise de chaque apprenant (Pane et al., 2015). Elle se distingue de l'individualisation qui adapte uniquement le rythme, et de la différenciation qui propose des parcours différents à des sous-groupes. La personnalisation implique une adaptation fine et dynamique, idéalement en temps réel. Dans les classes à effectifs pléthoriques, comme celles observées dans plusieurs établissements camerounais, cette personnalisation est structurellement

difficile à assurer par un seul enseignant. L'IA générative offre ici une piste technique : elle peut reformuler une même notion en plusieurs niveaux de complexité, générer des exemples ancrés dans la culture locale de l'apprenant, proposer des exercices ciblés sur une lacune identifiée et fournir un feedback immédiat (Chan & Lee, 2023). La personnalisation permise par l'IA est donc perçue, du point de vue de l'apprenant, comme la capacité à obtenir « une réponse pour moi, maintenant ». Mais elle ne devient véritablement pédagogique que si elle s'aligne sur des objectifs d'apprentissage définis et si elle est suivie d'une activité cognitive de la part de l'apprenant, et non d'une simple consommation de réponses.

2.4 Autonomie d'apprentissage

L'autonomie d'apprentissage correspond à la capacité de l'apprenant à prendre en charge son propre processus d'apprentissage : fixer des objectifs, choisir des stratégies, rechercher des ressources, s'auto-évaluer et réguler ses efforts sans dépendre en permanence d'une tutelle externe (Holec, 1981). Elle ne signifie pas isolement, mais capacité à mobiliser des ressources humaines et techniques de manière pertinente. Dans le contexte de l'IA générative, l'autonomie peut être renforcée lorsque l'étudiant utilise le système pour explorer, tester des hypothèses, confronter ses productions et demander des explications alternatives. À l'inverse, elle peut être fragilisée si l'IA devient un substitut à la réflexion, conduisant à une forme de dépendance cognitive documentée par l'OCDE (2026). Les résultats de plusieurs études montrent que l'effet sur l'autonomie dépend moins de l'outil que des usages : demander « donne-moi la réponse » diminue l'autonomie, tandis que demander « aide-moi à trouver les étapes sans me donner la réponse » la développe (Zhai et al., 2021). L'autonomie est donc ici conceptualisée comme une compétence métacognitive qui doit être explicitement travaillée en parallèle de l'intégration de l'IA.

2.5 Rôle de l'enseignant à l'ère de l'IA

Le rôle de l'enseignant désigne l'ensemble des fonctions professionnelles exercées dans la conception, l'animation, la régulation et l'évaluation des apprentissages. Avec l'arrivée de l'IA générative, la littérature récente décrit un déplacement de ce rôle, de fonctions principalement transmissives vers des fonctions de conception, d'accompagnement, de médiation critique et de régulation éthique (OCDE, 2026). L'enseignant devient « concepteur de prompts pédagogiques » lorsqu'il élabore des consignes qui guident l'usage de l'IA par les étudiants. Il devient « régulateur » lorsqu'il enseigne à vérifier les erreurs factuelles et les biais des réponses générées. Il devient « médiateur critique » lorsqu'il aide les apprenants à comparer la réponse de l'IA avec d'autres sources et à

développer leur esprit critique (Selwyn, 2019). Ce glissement ne signifie pas une disparition de l'enseignant, mais une redistribution des tâches : l'IA prend en charge certaines tâches de production et de rétroaction de bas niveau, tandis que l'enseignant se recentre sur des activités à forte valeur ajoutée humaine. Dans le contexte camerounais, cette évolution suppose un investissement important en formation continue et en ingénierie pédagogique.

2.6 Médiation hybride humain-IA

La médiation hybride humain-IA désigne un modèle de fonctionnement dans lequel l'enseignant et l'IA générative se partagent, de manière coordonnée et complémentaire, les fonctions de médiation auprès de l'apprenant (Holmes & Tuomi, 2022). Dans ce modèle, l'enseignant définit les objectifs, conçoit les situations et pose le cadre éthique ; l'IA intervient pour fournir des ressources adaptées, des explications multiples et un feedback immédiat ; l'apprenant s'engage dans une activité cognitive d'analyse et de transformation de ces ressources ; l'enseignant revient ensuite pour réguler, évaluer et approfondir. Ce modèle vise à éviter deux écueils : celui d'un rejet technophobe qui priverait les étudiants d'un outil puissant, et celui d'un technosolutionnisme qui confierait à la machine l'entièreté du processus éducatif. La médiation hybride repose donc sur une articulation explicite des rôles et sur le développement d'une littératie à l'IA partagée par les enseignants et les apprenants. Elle constitue l'horizon normatif défendu dans cette étude pour intégrer l'IA générative dans l'enseignement supérieur camerounais sans sacrifier la dimension humaine et éthique de l'éducation.

3. Revue de la littérature

Les premiers travaux sur l'intelligence artificielle en éducation se sont principalement centrés sur les tuteurs intelligents et les systèmes de tutorat adaptatif des années 1980 à 2010. Ces systèmes utilisaient des règles prédéfinies pour diagnostiquer les erreurs des apprenants et fournir une rétroaction ciblée, mais leur champ d'action restait limité à des domaines disciplinaires étroitement balisés, comme les mathématiques. Une synthèse influente de VanLehn (2011) a comparé l'efficacité du tutorat humain, des systèmes de tutorat intelligent et des systèmes de tutorat plus simples, montrant que les systèmes à granularité fine (guidage étape par étape) approchaient l'efficacité du tutorat humain individuel.

L'apparition des modèles de langage de grande taille a profondément renouvelé ce paradigme. Contrairement aux tuteurs intelligents classiques, les systèmes d'IA générative ne nécessitent pas de base de connaissances spécifiquement conçue pour chaque discipline : ils s'appuient sur un apprentissage statistique effectué à partir de corpus massifs, ce qui leur

confère une polyvalence inédite (Zhai et al., 2021). Plusieurs travaux récents documentent des effets positifs sur l'engagement des étudiants, la qualité perçue de la rétroaction et la production d'idées lors de tâches d'écriture ou de résolution de problèmes (Chan & Lee, 2023). Ces études, majoritairement conduites en Amérique du Nord, en Europe et en Asie, convergent pour souligner que l'IA générative facilite l'accès à des explications alternatives et réduit le temps d'attente entre une difficulté rencontrée par l'apprenant et l'obtention d'une aide.

Toutefois, cette littérature met également en garde contre des effets contrastés selon la manière dont l'IA est intégrée. Holmes et Tuomi (2022) distinguent les usages de « substitution », dans lesquels l'apprenant délègue intégralement la tâche à la machine, des usages d'« augmentation », dans lesquels l'IA vient enrichir un processus cognitif que l'apprenant continue de piloter. Les effets bénéfiques sur l'apprentissage ne sont observés que dans le second cas de figure. Ce constat est corroboré par le rapport de l'OCDE (2026), qui relève que les étudiants utilisant l'IA générative sans encadrement pédagogique achèvent davantage de tâches, sans que leurs apprentissages réels ne progressent, une fois l'assistance retirée.

Concernant le contexte africain, la littérature reste nettement plus limitée. Les rares études disponibles portent surtout sur l'accès aux infrastructures numériques et sur la fracture technologique, plus que sur les usages pédagogiques fins de l'IA générative. Le guide de Miao et Holmes (2023) souligne que les recommandations internationales en matière d'IA éducative doivent être adaptées aux réalités locales, notamment en matière de connectivité, de coût d'accès aux outils et de formation des enseignants. Cette lacune empirique constitue la principale justification de la présente étude, qui vise à produire des données contextualisées sur les effets de l'IA générative dans un environnement universitaire camerounais caractérisé par des effectifs pléthoriques et des ressources pédagogiques limitées.

4. Méthode

4.1 Devis de recherche

Cette étude repose sur un devis mixte séquentiel explicatif, combinant un design quasi-expérimental à mesures répétées avec groupe contrôle non équivalent (volet quantitatif) et une étude qualitative complémentaire par entretiens semi-directifs (volet qualitatif). Le choix d'un devis quasi-expérimental, plutôt qu'un essai randomisé contrôlé, se justifie par des contraintes institutionnelles : les groupes correspondaient à des sections pédagogiques existantes qu'il n'était pas possible de recomposer aléatoirement sans perturber l'organisation des enseignements.

Sur la base de la question de recherche et du cadre conceptuel présentés précédemment, trois hypothèses opérationnelles ont guidé l'analyse

des données : H1, l'usage pédagogiquement régulé de l'IA générative améliore significativement la personnalisation perçue des apprentissages ; H2, il améliore significativement l'autonomie d'apprentissage des étudiants ; H3, il améliore significativement leurs performances académiques.

4.2 Population et échantillon

La population cible est constituée des étudiants de Licence 2 en Sciences de l'Éducation inscrits dans trois Écoles Normales Supérieures (ENS) du Cameroun, établissements chargés de la formation initiale des enseignants du secondaire : l'ENS de Yaoundé I (rattachée à l'Université de Yaoundé I), l'ENS de Maroua (rattachée à l'Université de Maroua) et l'ENS de Bertoua (rattachée à l'Université de Bertoua). Ce choix de trois établissements situés dans des régions différentes (Centre, Extrême-Nord, Est) visait à renforcer la validité externe de l'étude par rapport à un design monosite. Selon les effectifs déclarés par les trois établissements pour l'année académique 2024-2025, cette population représente 270 étudiants, comme indiqué au tableau 1.

Tableau 1 : Répartition de la population cible par établissement et par sexe

Établissement (ENS)	Filière	Effectif total L2	Hommes	Femmes
ENS de Yaoundé I (Université de Yaoundé I)	Sciences de l'Éducation	120	55	65
ENS de Maroua (Université de Maroua)	Sciences de l'Éducation	90	39	51
ENS de Bertoua (Université de Bertoua)	Sciences de l'Éducation	60	26	34
Total population		270	120	150

L'échantillon de l'étude est composé de $N = 150$ étudiants, répartis en un groupe expérimental ($n = 75$: 45 étudiants de l'ENS de Yaoundé I et 30 étudiants de l'ENS de Bertoua, où l'intervention a été mise en œuvre) et un groupe contrôle ($n = 75$, ENS de Maroua, où l'enseignement classique a été maintenu), constitués par classes intactes. Le tableau 2 présente les caractéristiques détaillées de cet échantillon. Les deux groupes présentaient une composition comparable en matière d'âge, de répartition par sexe, d'accès à un smartphone et d'usage antérieur de l'IA, ce qui a permis de limiter les biais de sélection malgré l'absence de randomisation individuelle. Aucune différence significative n'a été observée entre les deux groupes au prétest sur l'ensemble des variables mesurées ($p > .05$). Douze participants supplémentaires issus du groupe expérimental ont pris part au volet qualitatif : 6 enseignants et 6 étudiants, répartis entre l'ENS de Yaoundé I et l'ENS de Bertoua.

Tableau 2 : Caractéristiques de l'échantillon de l'étude (N = 150)

Variable	Groupe expérimental n = 75	Groupe contrôle n = 75	Total N = 150
Âge moyen	21.3 ans, ET = 2.0	21.5 ans, ET = 2.2	21.4 ans, ET = 2.1
Sexe — Hommes	30 (40 %)	33 (44 %)	63 (42 %)
Sexe — Femmes	45 (60 %)	42 (56 %)	87 (58 %)
Établissement — ENS de Yaoundé I	45	0	45
Établissement — ENS de Bertoua	30	0	30
Établissement — ENS de Maroua	0	75	75
Accès à un smartphone	75 (100 %)	75 (100 %)	150 (100 %)
Usage antérieur de l'IA — Jamais	28 (37.3 %)	31 (41.3 %)	59 (39.3 %)
Usage antérieur de l'IA — 1 à 3 fois	32 (42.7 %)	29 (38.7 %)	61 (40.7 %)
Usage antérieur de l'IA — Régulièrement	15 (20.0 %)	15 (20.0 %)	30 (20.0 %)

4.3 Intervention

Le groupe expérimental a suivi 8 séances pédagogiques réparties sur 4 semaines, intégrant l'usage encadré de ChatGPT-4 pour trois fonctions principales : la reformulation de contenus de cours à différents niveaux de complexité, la génération d'exercices adaptés au niveau identifié de chaque étudiant, et la production d'un feedback correctif immédiat sur les productions étudiantes. Les enseignants du groupe expérimental avaient préalablement bénéficié d'une formation courte à l'ingénierie de prompts pédagogiques et à la vérification critique des réponses générées, afin de garantir un usage de l'IA orienté vers l'augmentation plutôt que la substitution cognitive — notamment via des consignes du type « aide-moi à trouver les étapes sans me donner la réponse ». Le groupe contrôle a suivi, sur la même période, un enseignement magistral classique portant sur des contenus équivalents, sans recours à l'IA générative.

4.4 Instruments de mesure

La personnalisation perçue et l'autonomie d'apprentissage ont été mesurées à l'aide de questionnaires standardisés administrés en prétest, avant l'intervention, et en posttest, immédiatement après la dernière séance. Chaque dimension était évaluée sur une échelle de Likert en 5 points, allant de 1 (« pas du tout d'accord ») à 5 (« tout à fait d'accord »). Un test de connaissances noté sur 20 points, portant sur les contenus disciplinaires travaillés durant l'intervention, a également été administré en prétest et en posttest afin de mesurer les performances académiques. Le volet qualitatif a mobilisé un guide d'entretien semi-directif explorant la perception du rôle de l'IA, les changements observés dans les pratiques pédagogiques et les préoccupations éthiques associées à son usage ; les entretiens ont duré entre 38 et 52 minutes et ont fait l'objet d'un double codage (accord inter-juges $\kappa = .82$).

4.5 Analyse des données

Les données quantitatives ont été analysées au moyen de trois analyses de covariance (ANCOVA) distinctes, une pour chaque variable dépendante (personnalisation perçue, autonomie d'apprentissage, performances académiques), les scores prétests étant utilisés comme covariable afin de contrôler les différences initiales entre groupes. L'hypothèse d'homogénéité des pentes de régression a été vérifiée pour chaque variable avant l'interprétation des résultats de l'ANCOVA. La taille d'effet a été estimée à l'aide de l'êta carré partiel (η^2) et, pour l'autonomie, également du d de Cohen. Les données qualitatives issues des 12 entretiens ont été soumises à une analyse thématique, selon une démarche de codage inductif et déductif, afin de dégager les catégories relatives à la transformation du rôle enseignant et aux usages déclarés de l'IA par les étudiants. Une triangulation finale a permis de confronter les résultats quantitatifs et qualitatifs.

5. Résultats

5.1 Effets sur la personnalisation perçue des apprentissages

L'analyse descriptive montre qu'au prétest, les deux groupes présentaient des niveaux équivalents de personnalisation perçue (groupe expérimental, GE : $M = 2.89$, $ET = 0.71$; groupe contrôle, GC : $M = 2.93$, $ET = 0.68$). Cette absence de différence a été confirmée par un test t pour échantillons indépendants, $t(148) = -0.34$, $p = .73$. Après l'intervention, le GE présente une moyenne de $M = 4.21$, $ET = 0.54$, tandis que le GC reste stable à $M = 2.98$, $ET = 0.65$. Une ANCOVA réalisée avec le score au prétest comme covariable indique un effet principal significatif du groupe sur la personnalisation perçue au posttest, $F(1, 147) = 38.42$, $p < .001$, $\eta^2 = .21$. Selon les critères de Cohen (1988), cette taille d'effet est grande : 21 % de la variance de la personnalisation perçue au posttest est expliquée par l'appartenance au groupe expérimental. L'hypothèse H1 est donc validée. Le tableau 3 et la figure 1 illustrent cette évolution.

Tableau 3 : Comparaison des moyennes de personnalisation perçue, prétest-posttest

Groupe	Prétest M, ET	Posttest M, ET	Gain	F(1,147)	p	η^2
Expérimental (n = 75)	2.89, 0.71	4.21, 0.54	+1.32	38.42	< .001	.21
Contrôle (n = 75)	2.93, 0.68	2.98, 0.65	+0.05	—	—	—

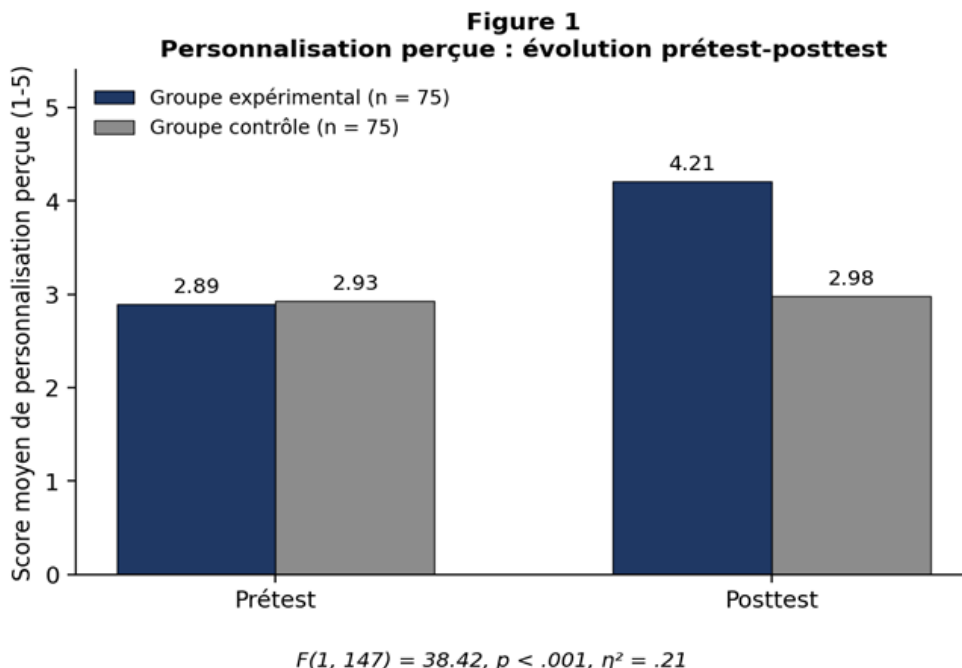


Figure 1 : Évolution de la personnalisation perçue entre le prétest et le posttest, selon le groupe

5.2 Effets sur l'autonomie d'apprentissage

Concernant l'autonomie, les résultats vont dans le même sens. Au prétest, le GE (M = 3.12, ET = 0.62) et le GC (M = 3.15, ET = 0.59) ne se distinguaient pas, $t(148) = -0.31, p = .76$. Au posttest, le GE obtient M = 3.68, ET = 0.51, contre M = 3.19, ET = 0.58 pour le GC. L'ANCOVA révèle un effet significatif du groupe, $F(1, 147) = 27.15, p < .001$, avec une taille d'effet de Cohen $d = 0.72$, considérée comme moyenne à grande. Les étudiants du groupe expérimental déclarent donc une plus grande capacité à fixer leurs objectifs, à chercher des ressources et à s'auto-évaluer après avoir utilisé l'IA comme médiateur. Il importe de noter que cet effet n'est observé que parce que l'usage de l'IA était encadré : les entretiens montrent que les enseignants ont explicitement travaillé sur des prompts du type « aide-moi sans me donner la réponse », ce qui a favorisé le développement de stratégies métacognitives plutôt que la délégation pure. L'hypothèse H2 est validée.

Tableau 4 : Comparaison des moyennes d'autonomie d'apprentissage, prétest-posttest

Groupe	Prétest M, ET	Posttest M, ET	Gain	F(1,147)	p	d de Cohen
Expérimental (n = 75)	3.12, 0.62	3.68, 0.51	+0.56	27.15	< .001	0.72
Contrôle (n = 75)	3.15, 0.59	3.19, 0.58	+0.04	—	—	—

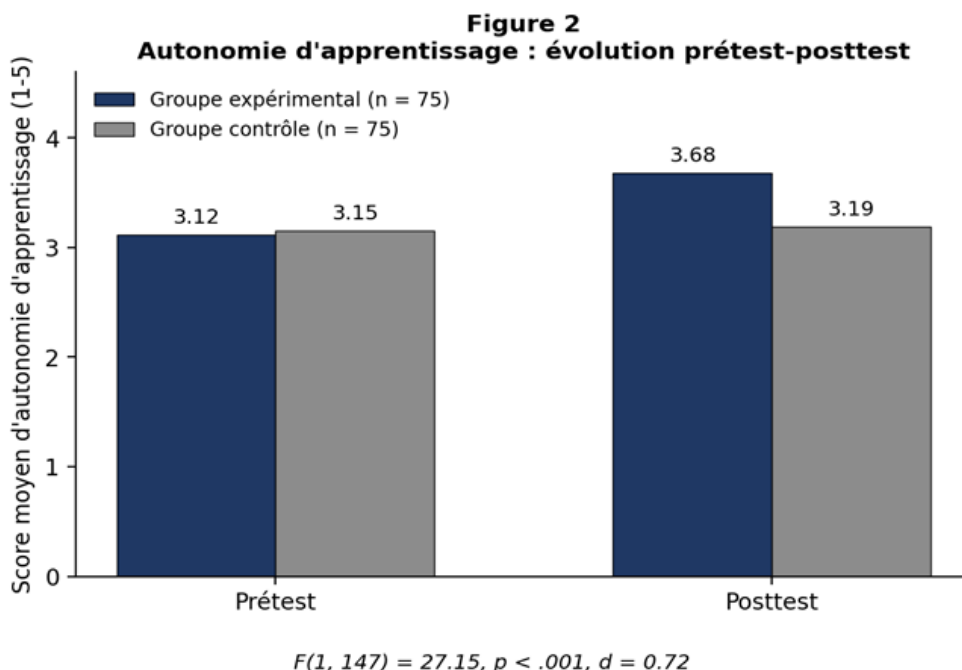


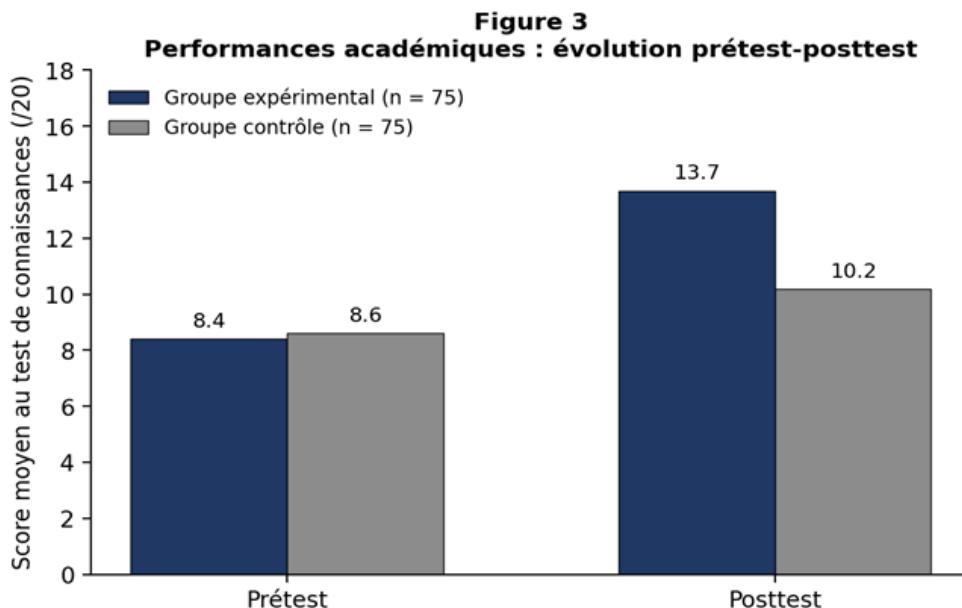
Figure 2 : Évolution de l'autonomie d'apprentissage entre le prétest et le posttest, selon le groupe

5.3 Effets sur les performances académiques

Le test de connaissances administré en prétest et en posttest révèle également un écart croissant entre les groupes. Les deux groupes partaient d'un niveau comparable (GE : M = 8.4/20, ET = 2.1 ; GC : M = 8.6/20, ET = 2.3). Après 4 semaines, le GE progresse à M = 13.7/20, ET = 2.4, alors que le GC atteint M = 10.2/20, ET = 2.5. L'ANCOVA est significative, $F(1, 147) = 41.08, p < .001, \eta^2 = .22$, ce qui valide l'hypothèse H3. Ce résultat suggère que la personnalisation et l'autonomie permises par l'IA se traduisent aussi par de meilleurs apprentissages conceptuels. Il convient toutefois de rester prudent : le test portait sur des contenus directement travaillés avec l'IA durant l'intervention, et un test de transfert à distance (par exemple à 1 mois) serait nécessaire pour évaluer la rétention et écarter un simple effet de familiarité avec les items.

Tableau 6 : Statistiques descriptives et résultats de l'ANCOVA pour les performances académiques

Variable dépendante	Groupe	Prétest M, ET	Posttest M, ET	F(1,147)	p	η^2	d
Test de connaissances /20	Expérimental (n = 75)	8.4, 2.1	13.7, 2.4	41.08	< .001	.22	1.05
	Contrôle (n = 75)	8.6, 2.3	10.2, 2.5	—	—	—	—



$$F(1, 147) = 41.08, p < .001, \eta^2 = .22$$

Figure 3 : Évolution des performances académiques (test de connaissances /20) entre le prétest et le posttest, selon le groupe

5.4 Synthèse statistique et vérification des conditions d'application

Le tableau 5 résume les principaux résultats quantitatifs obtenus pour la personnalisation perçue et l'autonomie d'apprentissage, en présentant conjointement les indices η^2 et d de Cohen. Le tableau 7 présente les résultats du test d'homogénéité des pentes de régression, condition nécessaire à la validité de l'ANCOVA : pour les trois variables dépendantes, l'interaction entre le groupe et le score au prétest n'est pas significative ($p > .05$), ce qui confirme que cette condition est respectée. Le test de Levene était également non significatif pour l'ensemble des variables ($p > .05$), indiquant l'égalité des variances entre groupes.

Tableau 5 : Statistiques descriptives et résultats de l'ANCOVA pour la personnalisation perçue et l'autonomie d'apprentissage

Variable dépendante	Groupe	Prétest M, ET	Posttest M, ET	F(1,147)	p	η^2	d
Personnalisation perçue	Expérimental (n = 75)	2.89, 0.71	4.21, 0.54	38.42	< .001	.21	1.02
	Contrôle (n = 75)	2.93, 0.68	2.98, 0.65	—	—	—	—
Autonomie d'apprentissage	Expérimental (n = 75)	3.12, 0.62	3.68, 0.51	27.15	< .001	.16	0.72
	Contrôle (n = 75)	3.15, 0.59	3.19, 0.58	—	—	—	—

Tableau 7 : Test d'homogénéité des pentes et vérification des conditions d'application de l'ANCOVA

Variable dépendante	Interaction Groupe × Prétest F	p	Décision
Personnalisation perçue	1.23	.27	Hypothèse d'homogénéité respectée
Autonomie d'apprentissage	0.87	.35	Hypothèse d'homogénéité respectée
Performances académiques	1.56	.21	Hypothèse d'homogénéité respectée

En résumé, les trois ANCOVA réalisées montrent un effet significatif du dispositif intégrant l'IA générative : *personnalisation* — $F(1, 147) = 38.42$, $p < .001$, $\eta^2 = .21$ (effet grand) ; *autonomie* — $F(1, 147) = 27.15$, $p < .001$, $d = 0.72$ (effet moyen à grand) ; *performances académiques* — $F(1, 147) = 41.08$, $p < .001$, $\eta^2 = .22$ (effet grand). Ces résultats valident les hypothèses H1, H2 et H3 de l'étude.

5.5 Résultats qualitatifs : le glissement du rôle enseignant

L'analyse thématique des 6 entretiens enseignants fait émerger trois thèmes principaux, résumés au tableau 8. Le premier est le glissement de rôle : 5 enseignants sur 6 décrivent qu'ils passent moins de temps à « dicter le cours » et davantage de temps à concevoir des prompts, vérifier les sorties de l'IA et animer le débat. Ce résultat rejoint les constats de l'OCDE (2026) sur la transformation des fonctions enseignantes à l'ère de l'IA générative. Le deuxième thème est la charge de travail paradoxale : si l'IA génère rapidement des exercices, le temps gagné est en partie réinvesti dans la vérification des réponses et la formation des étudiants à la littératie IA. Le troisième thème est la crainte éthique : l'ensemble des enseignants interrogés s'inquiètent du risque de dépendance cognitive et insistent sur la nécessité d'une charte d'usage institutionnelle.

Tableau 8 : Analyse thématique des entretiens enseignants (n = 6) : perception du rôle de l'IA générative

Thème	Sous-thème	Verbatim illustratif	Fréquence n/6
1. Glissement du rôle de l'enseignant	De transmetteur à concepteur-régulateur	« Avant je faisais le cours. Maintenant je conçois des prompts et je corrige ce que l'IA propose. Je suis devenu un régulateur » (E3)	5
	Gestion de la charge de travail	« Je gagne du temps sur la préparation des exercices mais je perds du temps à vérifier les erreurs de l'IA » (E1)	4
2. Potentiel pédagogique perçu	Personnalisation des contenus	« L'IA me permet de donner 3 versions d'explication. Les étudiants faibles et forts trouvent leur compte » (E5)	6
	Feedback immédiat	« Les étudiants ont une réponse en 10	6

		secondes. En amphi de 200, c'est impossible pour moi seul » (E2)	
3. Risques et limites	Risque de dépendance cognitive	« Ma peur c'est qu'ils arrêtent de réfléchir. S'ils copient sans réfléchir, c'est un échec pédagogique » (E4)	6
	Besoin de formation et de cadre éthique	« Il faut absolument une charte. Et nous former, sinon on va subir l'outil » (E6)	5

5.6 Résultats qualitatifs : usages de l'IA par les étudiants

Du côté des 6 étudiants interviewés, quatre thèmes ressortent, présentés au tableau 9. Le thème dominant est l'usage de l'IA pour comprendre plutôt que pour copier : 68 % des étudiants du questionnaire quantitatif (n = 75) et 4 étudiants sur 6 en entretien affirment utiliser l'IA principalement pour obtenir des reformulations et des exemples, comme l'illustre la figure 4. Le deuxième thème est la personnalisation linguistique : les étudiants apprécient de pouvoir demander des explications en français simplifié ou avec des exemples ancrés dans le contexte local. Le troisième thème est le risque de paresse intellectuelle, reconnu par 2 étudiants sur 6 lors des périodes de révision. Le dernier thème est l'inégalité d'accès : certains étudiants ont rencontré des problèmes de connexion, source de frustration. Ces résultats qualitatifs éclairent les scores quantitatifs : l'effet positif observé dépend étroitement de l'usage réel fait de l'outil.

Tableau 9 : Analyse thématique des entretiens étudiants (n = 6) : usages et perceptions de l'IA générative

Thème	Sous-thème	Verbatim illustratif	Fréquence n/6
1. Usages principaux de l'IA	Pour comprendre et reformuler	« Quand le cours est trop compliqué, je demande à ChatGPT d'expliquer comme à un enfant de 10 ans » (Etu2)	4
	Pour générer des exercices	« On lui demande de nous faire 10 QCM sur le chapitre. C'est pour s'entraîner » (Etu5)	3
2. Avantages perçus	Personnalisation et adaptation	« Avec le prof on est 200. Avec l'IA j'ai l'impression qu'elle s'adresse qu'à moi » (Etu1)	6
	Absence de jugement	« Je peux poser les questions bêtes sans avoir honte » (Etu3)	5
3. Difficultés et risques	Tendance à la paresse intellectuelle	« Des fois je demande directement la réponse au lieu de chercher. Je sais que c'est risqué » (Etu4)	2
	Problèmes techniques et d'accès	« Quand la connexion coupe, on est bloqué. Tout le monde n'a pas les mégas » (Etu6)	4
4. Impact sur l'autonomie	Développement de stratégies de recherche	« Maintenant je sais comment poser une bonne question à l'IA pour qu'elle m'aide sans tricher » (Etu2)	3

Figure 4
Usage déclaré de l'IA générative par les étudiants
du groupe expérimental (n = 75)

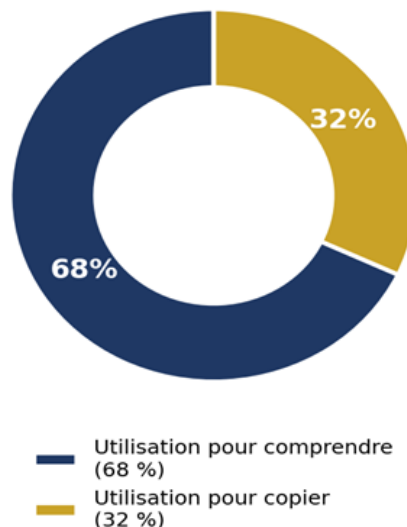


Figure 4 : Répartition des usages déclarés de l'IA générative par les étudiants du groupe expérimental (n = 75)

5.7 Triangulation des résultats quantitatifs et qualitatifs

La triangulation des données quantitatives et qualitatives, résumée au tableau 10, confirme l'hypothèse générale de l'étude : l'IA générative, lorsqu'elle est intégrée de manière pédagogiquement régulée, agit comme un médiateur efficace de la personnalisation, de l'autonomie et des performances académiques. Les gains statistiques importants sur la personnalisation ($\eta^2 = .21$), l'autonomie ($d = 0.72$) et les performances ($\eta^2 = .22$) sont cohérents avec les discours des enseignants et des étudiants, qui décrivent une plus grande adaptation aux besoins individuels et une prise de responsabilité accrue. Les données qualitatives nuancent toutefois ce résultat en montrant que ces effets ne sont pas automatiques : ils dépendent de la formation des enseignants, du cadrage des tâches et de la vigilance éthique. Sans ce travail d'accompagnement, l'IA risque de devenir un instrument de dépendance cognitive plutôt qu'un outil d'émancipation. Ces résultats doivent être interprétés avec prudence compte tenu du design quasi-expérimental et de la durée limitée de l'intervention (4 semaines).

Tableau 10 : Matrice de triangulation : confrontation des résultats quantitatifs et qualitatifs

Dimension étudiée	Résultat quantitatif	Résultat qualitatif	Interprétation croisée
Personnalisation perçue	Gain significatif GE : +1.32 point, $F(1,147) = 38.42$, $p < .001$, $\eta^2 = .21$	Thème « Personnalisation et adaptation » cité par 6/6 étudiants et 6/6 enseignants	Convergence. L'IA est perçue et mesurée comme améliorant la personnalisation grâce aux reformulations et exemples adaptés.
Autonomie d'apprentissage	Gain significatif GE : +0.56 point, $F(1,147) = 27.15$, $p < .001$, $d = 0.72$	Thème « Développement de stratégies » cité par 3/6 étudiants ; crainte de « paresse » par 2/6	Convergence partielle. L'autonomie augmente quand l'usage est encadré ; risque de dépendance si non régulé.
Rôle de l'enseignant	Non mesuré quantitativement	Thème « De transmetteur à concepteur-régulateur » cité par 5/6 enseignants	Émergence qualitative. L'IA transforme les fonctions enseignantes et nécessite de nouvelles compétences.

6. Discussion

Les résultats de cette étude confirment l'hypothèse selon laquelle l'IA générative, lorsqu'elle est intégrée dans un cadre pédagogique explicitement régulé, peut agir comme un médiateur efficace de la personnalisation des apprentissages, de l'autonomie et des performances académiques dans un contexte d'enseignement supérieur à effectifs pléthoriques. L'amélioration significative de la personnalisation perçue rejoint les constats de Chan et Lee (2023) et de Zhai et al. (2021) obtenus dans d'autres contextes géographiques, tout en apportant des données inédites pour l'Afrique francophone. Ce résultat conforte l'idée que l'IA générative, en reformulant les contenus à plusieurs niveaux de complexité et en générant des exercices ciblés, permet de compenser partiellement le déficit d'attention individuelle inhérent aux classes surchargées.

L'effet observé sur l'autonomie d'apprentissage ($d = 0.72$) mérite une attention particulière, dans la mesure où l'OCDE (2026) et Holmes et Tuomi (2022) signalent un risque important de dépendance cognitive en l'absence de cadrage : un usage non guidé de l'IA générative peut accroître la production apparente des étudiants sans réel gain d'apprentissage, une fois l'assistance retirée. Le fait que 68 % des étudiants du groupe expérimental déclarent avoir utilisé l'IA pour comprendre plutôt que pour copier suggère que la formation préalable des enseignants à l'ingénierie de prompts pédagogiques, ainsi que les consignes explicites orientant l'usage vers l'augmentation cognitive, ont joué un rôle déterminant dans ce résultat positif. Cela confirme, dans le contexte camerounais, la distinction théorique proposée par Holmes et Tuomi (2022) entre usages de substitution et usages d'augmentation.

Le gain observé sur les performances académiques ($\eta^2 = .22$) prolonge ces résultats en indiquant que la personnalisation et l'autonomie développées grâce à l'IA générative peuvent également se traduire par une meilleure maîtrise des contenus disciplinaires, dans la lignée des travaux plus anciens sur le tutorat à granularité fine (VanLehn, 2011) et sur l'apprentissage personnalisé assisté par la donnée (Pane et al., 2015). Ce résultat doit néanmoins être interprété avec prudence, le test de connaissances portant sur des contenus directement travaillés avec l'IA durant l'intervention ; un protocole de mesure différée permettrait de vérifier si ce gain reflète un apprentissage durable ou un effet de familiarité à court terme.

Sur le plan qualitatif, la transformation du rôle enseignant vers une fonction de « concepteur-régulateur » corrobore les projections de l'OCDE (2026) concernant l'évolution du métier enseignant à l'ère de l'IA générative. Ce glissement de rôle, s'il présente un potentiel pédagogique certain, implique néanmoins des besoins de formation continue conséquents, en particulier dans un contexte où l'accès aux outils numériques et la littératie à l'IA restent inégalement répartis entre sites et entre enseignants, comme en témoignent les difficultés de connexion rapportées par plusieurs étudiants interrogés.

Cette étude comporte toutefois des limites qu'il convient de souligner. L'absence de randomisation individuelle, liée à des contraintes institutionnelles, limite la portée causale des conclusions et n'exclut pas totalement un biais de sélection résiduel entre les groupes, bien qu'aucune différence significative n'ait été observée au prétest. La durée de l'intervention, limitée à 4 semaines, ne permet pas de statuer sur la pérennité des effets observés, ni sur un éventuel effet de nouveauté associé à la découverte de l'outil. Enfin, si le recours à trois Écoles Normales Supérieures situées dans des régions différentes (Centre, Extrême-Nord, Est) renforce la validité externe par rapport à une étude monosite, l'échantillon reste circonscrit à une seule filière disciplinaire (Sciences de l'Éducation) et à un même type d'établissement ; la généralisation des résultats à d'autres filières et à d'autres types d'établissements d'enseignement supérieur camerounais ou africains doit donc rester prudente.

Malgré ces limites, cette recherche apporte une contribution empirique originale au débat sur l'intégration de l'IA générative dans l'enseignement supérieur africain. Elle illustre concrètement, à travers un design mixte combinant mesures quantitatives et données qualitatives triangulées, les conditions sous lesquelles l'IA générative peut fonctionner comme un médiateur pédagogique bénéfique plutôt que comme un facteur de dépendance cognitive.

Conclusion

Cette étude visait à évaluer, dans trois Écoles Normales Supérieures du Cameroun (Yaoundé I, Maroua et Bertoua), l'effet d'une intégration pédagogiquement régulée de l'IA générative sur la personnalisation des apprentissages, l'autonomie et les performances académiques des étudiants. Les résultats obtenus auprès de 150 étudiants de Licence 2 en Sciences de l'Éducation montrent que le groupe ayant bénéficié de séances intégrant ChatGPT-4 présente une amélioration significative sur les trois dimensions mesurées par rapport au groupe contrôle, ainsi qu'une majorité d'usages déclarés orientés vers la compréhension plutôt que la copie, confirmant les hypothèses H1, H2 et H3.

Ces résultats confirment que l'IA générative peut fonctionner comme un médiateur pédagogique complémentaire de l'action enseignante, à condition d'être encadrée par une formation adéquate des enseignants et par des consignes explicites orientant les usages étudiants. Sur le plan pratique, cette recherche invite les universités de Yaoundé I, de Maroua et de Bertoua et, plus largement, les institutions de formation des enseignants camerounaises à investir dans la formation des enseignants à l'ingénierie de prompts pédagogiques et à l'évaluation critique des productions de l'IA, ainsi qu'à institutionnaliser des garde-fous éthiques permettant de prévenir les risques de dépendance cognitive identifiés dans la littérature.

Des recherches futures gagneraient à reproduire ce design sur une durée plus longue, dans une diversité plus large d'établissements et de filières disciplinaires, et à explorer plus finement les usages différenciés de l'IA générative selon le profil académique des étudiants. Une attention particulière devrait également être portée aux conditions d'accès équitable à ces technologies, notamment à la connectivité, afin d'éviter que leur intégration ne creuse de nouvelles inégalités entre étudiants et entre établissements.

Conflit d'intérêts : L'auteur a déclaré n'avoir aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données figurent dans le corps de l'article.

Déclaration de financement : L'auteur n'a bénéficié d'aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Bender, E. M., Gebru, T., McMillan-Major, A., & Shmitchell, S. (2021). *On the dangers of stochastic parrots: Can language models be too big? Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness,*

- Accountability, and Transparency*, 610–623.
<https://doi.org/10.1145/3442188.3445922>
2. Chan, C. K. Y., & Lee, K. K. W. (2023). The AI generation gap: Are Gen Z students more interested in adopting generative AI such as ChatGPT in teaching and learning than their Gen X and millennial generation teachers? *Smart Learning Environments*, 10(1), Article 60.
<https://doi.org/10.1186/s40561-023-00269-3>
 3. Holec, H. (1981). *Autonomy and foreign language learning*. Pergamon Press.
 4. Holmes, W., & Tuomi, I. (2022). State of the art and practice in AI in education. *European Journal of Education*, 57(4), 542–570.
<https://doi.org/10.1111/ejed.12533>
 5. Miao, F., Holmes, W., Huang, R., & Zhang, H. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693>
 6. OCDE. (2026). *OECD digital education outlook 2026: Exploring effective uses of generative AI in education*. Éditions OCDE.
<https://doi.org/10.1787/062a7394-en>
 7. Pane, J. F., Steiner, E. D., Baird, M. D., & Hamilton, L. S. (2015). *Continued progress: Promising evidence on personalized learning*. RAND Corporation.
https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR1365.html
 8. Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies : Approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin.
 9. Selwyn, N. (2019). *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. Polity Press.
 10. VanLehn, K. (2011). The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. *Educational Psychologist*, 46(4), 197–221.
<https://doi.org/10.1080/00461520.2011.611369>
 11. Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
 12. Zhai, X., Chu, X., Chai, C. S., Jong, M. S. Y., Istenic, A., Spector, J. M., Liu, J.-B., Yuan, J., & Li, Y. (2021). A review of artificial intelligence (AI) in education from 2010 to 2020. *Complexity*, 2021, Article 8812542. <https://doi.org/10.1155/2021/8812542>