

► Depuis l'apparition de ChatGPT fin 2022, le monde académique connaît une transformation radicale. Si l'usage de l'intelligence artificielle s'est généralisé chez les étudiants, il suscite l'inquiétude des enseignants-chercheurs. D'abord méfiants, ces derniers doivent aujourd'hui réinventer l'évaluation et la pédagogie pour intégrer ces outils sans sacrifier l'apprentissage critique, ni ignorer leur coût environnemental. Chez les chercheurs, l'IA a permis de spectaculaires avancées dans de nombreux domaines - notamment en recherche biomédicale - mais polarise la communauté scientifique face aux risques d'erreurs et aux questions éthiques. ◀

Chercheurs, étudiants, enseignants-chercheurs : comment l'IA a bouleversé leur quotidien

Laurent Aussel 



Aix Marseille Université, CNRS,
LCB UMR7283, IMM, Marseille,
France.

aussel@imm.cnrs.fr

Le 30 novembre 2022, OpenAI rendait public son agent conversationnel ChatGPT. Cinq jours plus tard, l'outil comptait plus d'un million d'utilisateurs et deux mois plus tard, il dépassait la barre des 100 millions. Pour certains, il y eut un avant et un après. Pour d'autres, rien n'a changé.

En 2023, un étudiant sur deux déclarait utiliser une intelligence artificielle générative au moins occasionnellement. En 2025, ce chiffre approche 90 % avec des pics à 99 % dans certaines formations [1]. Les étudiants se sont ainsi approprié cet outil d'intelligence artificielle (IA) avec une fulgurance rare. Leurs enseignants ont, quant à eux, d'abord exprimé une méfiance extrême face à l'IA, la considérant comme une concurrente mortifère, avant que ne s'impose progressivement la nécessité d'en intégrer les usages dans les pratiques académiques. Chez les chercheurs enfin, l'utilisation de l'IA est disparate. D'abord parce qu'elle repose sur la curiosité et la motivation individuelle à utiliser ces technologies. Ensuite, parce que, dans certaines disciplines, l'informatique ou les sciences biomédicales par exemple, son utilisation s'y prête tout particulièrement [2, 3] (→).

(→) Voir m/s n° 4, 2024, page 369 et n° 5, 2024, page 414

C'est dans ce contexte qu'en mars 2025, une consultation informelle a été menée auprès des étudiants du master de microbiologie de l'université d'Aix-Marseille afin d'identifier leurs attentes en matière de formation. De manière unanime, ces derniers ont exprimé le besoin d'une présentation des applications potentielles de l'IA dans leur discipline. En réponse à cette demande, un colloque consacré à l'utilisation de l'IA en microbiologie s'est tenu à Marseille le 13 novembre 2025. Réunissant chercheurs, étudiants et enseignants-chercheurs, cet événement avait pour objectif de dresser un état des lieux des usages de l'IA en microbiologie en confrontant les pratiques, les perceptions et les attentes propres à chacune de ces populations d'utilisateurs potentiels. Cet article a pour objectif de restituer les principaux apports des présentations et des échanges ayant structuré cette journée.

Pour les étudiants : entre assistance et dépendance

Parmi les étudiants, l'utilisation de l'IA est très hétérogène, en termes de fréquence d'utilisation comme de niveau de maîtrise. Elle s'étend d'un usage quotidien, intégré de manière stratégique au travail académique à une absence totale d'utilisation. Cette diversité reflète des différences de compétences numériques, de trajectoires pédagogiques et de représentations éthiques et

Vignette (© Margot Beltran).



cognitives de l'outil. De nombreux étudiants utilisent l'IA comme un instrument d'assistance à l'apprentissage (Figure 1). Elle est notamment sollicitée pour produire des résumés de cours, reformuler des contenus complexes, extraire les points clés de publications scientifiques ou générer des exemples facilitant la compréhension de notions théoriques abstraites. Dans les filières à forte composante technique, l'IA est également utilisée pour accompagner l'apprentissage de langages informatiques partiellement maîtrisés, corriger les « bugs » du code ou proposer des structures algorithmiques adaptées [4].

Les étudiants les plus engagés dans l'usage de l'IA disposent d'un compte payant et développent, au fil du temps, des compétences avancées de « dialogue » avec l'outil. Ils affinent leurs requêtes, contextualisent leurs demandes et entraînent l'IA à produire des réponses adaptées à leur champ disciplinaire. Cette appropriation experte témoigne de l'émergence de nouvelles formes de littératie numérique et informationnelle¹. Ainsi, la possibilité de créer des podcasts à partir de restitutions écrites révolutionne les séances de révision. Les étudiants passent d'un apprentissage par la lecture à une mémorisation par l'écoute active d'un podcast dont le contenu a été reformulé par un assistant virtuel. Accessoirement, ce nouveau média offre la possibilité d'un usage dans des environnements jusqu'ici peu appropriés aux révisions, comme les transports en commun ou lors d'une balade en forêt.

Au-delà de ces usages d'appui, certains étudiants exploitent l'IA comme un outil de structuration du travail intellectuel. Elle sert alors à créer des fiches de révision personnalisées, à s'auto-évaluer à travers des questions générées dynamiquement ou à simuler des situations d'examen. Dans ces cas, l'IA devient un médiateur cognitif, favorisant l'appropriation active des connaissances plutôt qu'une simple consommation de contenus [5]. Certains étudiants délèguent néanmoins la réalisation de devoirs ou de productions évaluées à des systèmes d'IA générative, soulevant des questions d'intégrité, d'équité et de validité de l'évaluation des compétences. En outre, l'accès à une ou plusieurs IA payantes représente un budget conséquent et questionne sur l'égalité des chances des étudiants face à la réussite universitaire en fonction du milieu social dont ils sont issus. L'ensemble de ces pratiques interroge donc les cadres pédagogiques traditionnels. Enfin, une petite frange d'étudiants n'utilise jamais l'IA par méconnaissance des outils disponibles ou, plus fréquemment, par conviction personnelle, réserve éthique et volonté de préserver une autonomie intellectuelle perçue comme menacée. En effet, les modèles proposés par l'IA peuvent générer de fausses informations ou inventer des sources, ce qui exige de l'utilisateur un esprit critique constant [6]. Sur le plan environnemental, l'IA a un impact lourd, consommant de grandes quantités d'eau et d'électricité pour la fabrication du matériel, l'entraînement des modèles et les requêtes quotidiennes [7]. L'encadrement de l'utilisation de l'IA apparaît donc vital, avec la conscience que chaque interaction a un coût écologique et que les résultats nécessitent une vérification rigoureuse.



Figure 1. L'IA comme assistante à l'apprentissage (© Margot Beltran).

Pour les enseignants-chercheurs : s'adapter ou périr

Étant donné leur double mission de création et de transmission du savoir, les enseignants-chercheurs occupent une position singulière face à l'émergence de l'IA générative. L'irruption soudaine d'outils comme ChatGPT a d'abord provoqué une onde de choc, souvent perçue sous le prisme de la menace envers l'intégrité académique. Avant même d'en saisir les opportunités pédagogiques, les premières réactions des enseignants-chercheurs furent essentiellement défensives, cristallisées autour de la crainte du plagiat indétectable (« Comment distinguer l'étudiant de l'algorithme ? », « Existe-t-il des outils de détection fiables ? ») voire d'une remise en question existentielle de leur utilité (« Allons-nous devenir obsolètes ? »).

Passé ce stade de stupéfaction, la communauté enseignante a opéré une mutation lente mais pragmatique. Une dichotomie s'observe désormais dans les stratégies d'évaluation : d'un côté, une sanctuarisation des oraux et des épreuves sur table (sans connectivité)

¹ Capacité de repérer, de classer, de comprendre, d'évaluer et de générer de l'information, à partir d'internet, des outils numériques et des technologies de l'information (ndlr).

pour garantir l'évaluation des compétences cognitives intrinsèques ; de l'autre, une refonte des modalités d'examen intégrant l'IA comme un outil à maîtriser de manière critique. Ainsi, certaines universités américaines développent des évaluations conversationnelles pilotées par l'IA, capables de mener des dialogues socratiques pour tester la pensée critique et la compréhension des étudiants [8]. Ces universités préconisent le passage à une évaluation continue, remplaçant les examens finaux par de multiples interactions à faible enjeu analysées par des outils d'IA [8]. Mais de manière globale, un consensus se dégage pour réorienter les modes d'évaluation vers des compétences plus complexes, comme la créativité ou le travail sur projets, tout en investissant dans la littératie pour les étudiants.

Au-delà de l'évaluation, l'IA s'impose progressivement comme un puissant assistant d'innovation pédagogique. Elle est utilisée pour la création de nouveaux cours et l'actualisation de contenus obsolètes. Elle permet également d'explorer des méthodes d'enseignement innovantes, telles que la pédagogie différenciée, ou d'optimiser la correction pour la rendre plus rapide et objective. Néanmoins, cette adoption n'est pas uniforme : il subsiste une fracture numérique ou idéologique au sein du corps enseignant, où une partie significative des acteurs choisit, délibérément ou non, de tenir l'IA à l'écart de leur pratique universitaire.

Face aux positionnements encore hésitants des institutions, l'intégration de l'IA dans les formations universitaires devient un enjeu majeur, notamment pour répondre à l'utilisation massive de ces outils par les étudiants [1]. L'IA n'a pas vocation à remplacer les enseignants-chercheurs mais va inéluctablement transformer leur rôle, en ouvrant des opportunités pédagogiques tout en exigeant un encadrement renforcé. Les limites des IA génératives précédemment évoquées, telles que son coût énergétique ou sa propension aux hallucinations, doivent être traitées avec éthique et rigueur, de même que leurs effets sur les capacités rédactionnelles des apprenants. Ainsi, une étude de 2025 a examiné le coût cognitif de l'utilisation d'IA génératives pour la rédaction d'essais en comparant les électroencéphalogrammes de participants utilisant l'IA, un moteur de recherche ou travaillant sans assistance [9]. Les analyses ont révélé que le groupe travaillant sans outil présentait une connectivité neuronale plus intense, reflétant un engagement cognitif profond, tandis que l'assistance par IA entraînait une connectivité réduite, signe d'un déchargement cognitif. Cette dépendance à l'IA crée ainsi une « dette cognitive » où l'efficacité immédiate de l'outil se paie par une détérioration durable des compétences d'apprentissage, de mémorisation et de réflexion critique [9].

Pour les chercheurs : exploiter la puissance prédictive

Si l'intégration de l'IA dans la sphère de la recherche académique est indéniable, elle demeure marquée par une profonde hétérogénéité. L'adoption de ces outils révèle un spectre d'usages très large, corrélé aux disciplines mais également à l'appétence technologique individuelle des chercheurs.

Pour une frange proactive de la communauté scientifique, l'IA est devenue un assistant intégré au flux de travail quotidien. Elle intervient à



Figure 2. L'IA comme aide à la prédiction de structures protéiques (© Margot Beltran).

chaque étape du cycle de production des connaissances : de la recherche bibliographique à la rédaction et la traduction d'articles, en passant par l'assistance au codage informatique et la génération de visuels complexes. Elle s'invite également dans le processus d'évaluation par les pairs (*peer-review*) et la structuration des demandes de financements, soulevant par là même de nouvelles questions sur l'intégrité académique.

Au-delà de ces gains de productivité, l'IA s'impose comme un levier de découverte, capable de provoquer des ruptures épistémologiques majeures. L'un des exemples les plus emblématiques est AlphaFold qui, dès sa première version en 2018, a redéfini la biologie structurale et permis à ses créateurs d'obtenir le prix Nobel de chimie en 2024 [10-12] (→).

Un modèle fiable de structure tridimensionnelle d'une protéine, qui nécessitait auparavant des mois, voire des années de travail via la cristallographie aux rayons X ou la RMN, s'obtient désormais en quelques minutes *in silico* (Figure 2). De plus, l'outil a évolué de la simple prédiction de chaînes uniques (monomères) vers la modélisation de complexes protéiques et la prédiction des interactions avec d'autres types de molécules (ADN, ARN, ligands) [13] (→), ce qui est crucial pour la recherche de molécules à visée thérapeutique [2] (→). Ces modèles sont aujourd'hui utilisés pour tenter de comprendre certaines pathologies liées au mauvais repliement des protéines (comme dans le cas de la

(→) Voir *m/s* n° 3, 2025, page 277 et n° 4, 2025, page 367

(→) Voir *m/s* n° 2, 2021, page 197

(→) Voir *m/s* n° 5, 2024, page 414



maladie de Parkinson) [14], pour concevoir de nouvelles protéines et répondre à des défis écologiques (comme la dégradation du plastique) [15] ou pour accélérer le criblage de candidats-médicaments en visualisant comment ils se lient à leurs cibles [16, 17] (→).

(→) Voir *m/s* n° 10, 2024, page 725

Cette dynamique d'innovation ne se cantonne pas à la biologie structurale ; d'autres disciplines biomédicales emboîtent le pas avec des résultats spectaculaires, notamment dans la lutte contre l'antibiorésistance. En 2023, des chercheurs de l'université de Harvard et du *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), aux États-Unis, ont illustré ce changement d'échelle en exploitant l'apprentissage profond (*deep learning*) pour générer des algorithmes permettant de réaliser le criblage *in silico* d'une bibliothèque de plus de 12 millions de composés chimiques capables de neutraliser des souches bactériennes résistantes aux antibiotiques [18]. Là où les méthodes expérimentales traditionnelles auraient mis des années à explorer un tel éventail de composés, les algorithmes ont identifié en quelques jours des candidats prometteurs. Cette approche a permis d'isoler une nouvelle classe de molécules capables de neutraliser les staphylocoques dorés résistants à la pénicilline et d'autres entérocoques pathogènes [18]. Au-delà de la performance technique, ce succès marque une étape clé : la découverte, assistée par l'IA, de structures chimiques aux propriétés antibiotiques inédites, et ouvre une voie de recours face à l'épuisement des antibiotiques conventionnels [17] (→).

(→) Voir *m/s* n° 10, 2024, page 725

L'IA révolutionne également le domaine de la génomique en surmontant les limites de l'alignement de séquences traditionnel pour décrypter la diversité biologique. En s'appuyant sur la prédiction de structures tridimensionnelles de protéines et sur des modèles de langage profonds, l'IA peut révéler des conservations fonctionnelles et évolutives invisibles au niveau de la séquence protéique primaire [19, 20]. Cette capacité à détecter des homologies lointaines permet désormais d'identifier de nouveaux systèmes biologiques divergents et de classer précisément des organismes complexes, là où les méthodes classiques échouaient. Même les frontières de la créativité et des sciences humaines sont testées, comme en témoigne l'attribution, en 2023, d'un prix littéraire chinois à une nouvelle co-rédigée avec une IA [21].

Ce tableau doit néanmoins prendre en compte que les données sur lesquelles se basent et s'entraînent les IA génératives ont été obtenues par des techniques classiques (séquençage et alignements) et que l'évolution des modèles d'IA dépendra aussi du libre accès à ces bases de données. D'autre part, une frange significative de la communauté des chercheurs se tient à l'écart de ces technologies, soit par méconnaissance, soit par choix délibéré face aux défis éthiques, aux risques d'hallucinations des modèles ou à l'opacité des algorithmes. Ainsi, le monde académique de la recherche se trouve aujourd'hui polarisé entre une adoption enthousiaste et une prudence méthodologique stricte.

Perspectives

L'avènement de l'IA ne se résume pas à une simple évolution technique, c'est également une rupture épistémologique profonde

qui redessine les frontières de la production et de la transmission des savoirs. Cette technologie agit comme un catalyseur, exacerbant les potentiels de découvertes scientifiques, mais fait aussi peser un risque de désengagement intellectuel chez les étudiants, le corps enseignant et les chercheurs. Si la recherche a déjà entamé sa mutation grâce à des prouesses prédictives inédites, la pédagogie doit poursuivre sa transformation pour intégrer ces outils sans sacrifier l'exigence cognitive nécessaire à la formation des esprits. L'université va ainsi devoir instaurer une gouvernance éthique capable d'endiguer les dérives environnementales et les atteintes à l'intégrité académique. Il devient impératif de dépasser la simple maîtrise de l'outil pour développer de nouvelles compétences critiques, seuls remparts efficaces face aux hallucinations et à l'opacité des algorithmes. Les prochaines années seront décisives pour établir un modèle de symbiose où l'IA pourrait augmenter les facultés humaines sans se substituer au raisonnement fondamental. Réussir cette transition exigera un dialogue continu entre tous les acteurs du monde académique pour que l'innovation technologique demeure au service de l'émancipation intellectuelle. ♦

SUMMARY

Researchers, students, and faculty researchers: how AI has transformed their daily lives

Since the introduction of ChatGPT in late 2022, academia has undergone a radical transformation in the use of artificial intelligence. While students widely adopted the tool, professors remain concerned about its impact. Initially skeptical, they now face the challenge of reinventing both assessment and teaching strategies in order to embrace these new tools while preserving personalized learning and critical thinking, and while acknowledging their environmental cost. Among researchers, AI has driven spectacular breakthroughs in many fields, especially in biomedical research, yet it still divides the scientific community over concerns about risks of errors and ethical issues. ♦

REMERCIEMENTS

Je remercie la faculté des sciences d'Aix-Marseille Université (amu), l'Institut Microbiologie, Bioénergies et Biotechnologie (IM2B) pour le financement du colloque « L'IA en microbiologie », Lisa Duchemin, Elisa Montredon et Lucie Paret pour l'organisation du colloque et Margot Beltran pour les illustrations.

LIENS D'INTÉRÊT

L'auteurs déclare n'avoir aucun lien d'intérêt concernant les données publiées dans cet article

RÉFÉRENCES

1. Pascal F, Taddei F, Falco M de, et al. IA et Enseignement Supérieur : Formation, Structuration et Appropriation par la Société. *Rapport du ministère de l'ESR* 2025. <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/sites/default/files/2025-07/rapport-intelligence-artificielle-et-enseignement-sup-rieur-formation-structuration-et-appropriation-par-la-soci-t--37540.pdf>
2. Moingeon P, Garbay C, Dahan M, et al. L'intelligence artificielle, une révolution dans le développement des médicaments. *Med Sci (Paris)* 2024 ; 40 : 369–76.
3. Moingeon P. Les apports de l'intelligence artificielle aux nouveaux traitements contre les maladies auto-immunes. *Med Sci (Paris)* 2024 ; 40 : 414–6.
4. Daniotti S, Wachs J, Feng X, et al. Who is using AI to code? Global diffusion and impact of generative AI. *arXiv* 2025 ; 2506.08945.
5. Sergeeva OV, Zheltukhina MR, Shoustikova T, et al. Understanding higher education students' adoption of generative AI technologies: An empirical investigation using UTAUT 2. *Cont Ed Technol* 2025 ; 17 : ep571.
6. Kalai AT, Nachum O, Vempala SS, et al. Why language models hallucinate. *arXiv* 2025 ; 2509.04664.
7. Jegham N, Abdelatti M, Koh CY, et al. How hungry is AI? Benchmarking energy, water, and carbon footprint of LLM inference. *arXiv* 2025 ; 2505.09598.
8. Kovanović V, Barthakur A, Joksimović S, et al. Why universities need to radically rethink exams in the age of AI. *Nature* 2025 ; 648 : 35–7.
9. Kosmyna N, Hauptmann E, Yuan YT, et al. Your brain on ChatGPT: accumulation of cognitive debt when using an AI assistant for essay writing task. *arXiv* 2025 ; 2506.08872.
10. Jumper J, Evans R, Pritzel A, et al. Highly accurate protein structure prediction with AlphaFold. *Nature* 2021 ; 596 : 583–9.
11. Agüero-Pizzolo S, Bettler E, Gouet P. Prix Nobel de chimie 2024: David Baker, Demis Hassabis et John M. Jumper: La révolution de l'intelligence artificielle en biologie structurale. *Med Sci (Paris)* 2025 ; 41 : 367–3.
12. Benani A, Messas E. Prix Nobel de physique 2024 : John J. Hopfield et Geoffrey E. Hinton: De Hopfield et Hinton à AlphaFold : le Prix Nobel 2024 récompense les pionniers de l'apprentissage profond. *Med Sci (Paris)* 2025 ; 41 : 277–80.
13. Jordan B. AlphaFold : un pas essentiel vers la fonction des protéines: Chroniques génomiques. *Med Sci (Paris)* 2021 ; 37 : 197–200.
14. Tripathi A, Mondal R, Mandal M, et al. A structural proteomics exploration of synphilin-1 and alpha-synuclein interaction in pathogenesis of Parkinson's disease. *Biomolecules* 2024 ; 14 : 1588.
15. Lu H, Diaz DJ, Czarnecki NJ, et al. Machine learning-aided engineering of hydrolases for PET depolymerization. *Nature* 2022 ; 604 : 662–7.
16. Essa K, Noorman Van Der Dussen K, Yao Y, et al. Combining AlphaFold with focused virtual library design in the development of novel CCR2 and CCR5 antagonists. *J Chem Inf Model* 2025 ; 65 : 12398–409.
17. Taly A, Verger A. Prédiction de structures biomoléculaires complexes par AlphaFold 3. *Med Sci (Paris)* 2024 ; 40 : 725–7.
18. Wong F, Zheng EJ, Valeri JA, et al. Discovery of a structural class of antibiotics with explainable deep learning. *Nature* 2024 ; 626 : 177–85.
19. Panigrahi S, Ansaldi M, Ginot N. Phage evolutionary relationships emerge from protein language model-based proteome representation. *NAR Genom Bioinform* 2025 ; 7 : lqaf134.
20. Tesson F, Huiting E, Wei L, et al. Exploring the diversity of anti-defense systems across prokaryotes, phages and mobile genetic elements. *Nucleic Acids Res* 2025 ; 53 : gkae1171.
21. Yang S. *Land of memories*. Concours de création de vulgarisation scientifique et de science-fiction du Jiangsu (Chine), 2023.

TIRÉS À PART

L. Aussel



Avec m/s, vivez en direct
les progrès et débats
de la biologie et de la médecine

CHAQUE MOIS / AVEC LES ARTICLES DE RÉFÉRENCE DE M/S
CHAQUE JOUR / SUR WWW.MEDECINESCIENCES.ORG

Abonnez-vous sur

www.medecinesciences.org