

Analyse bibliométrique des recherches sur l'apprentissage hybride des sciences : une étude des tendances techno-pédagogique (2019–2025)

Zakaria Britel

Université Ibn Tofail, Maroc

[Bibliometric analysis of research on blended science learning: a study of post-pandemic trends (2019–2025)]

ABSTRACT: This study explores the evolution of blended learning practices in science education between 2019 and 2025 (post-covid-19), highlighting global trends. A systematic review based on the *prisma* statement was applied to choose publications indexed in Scopus by a bibliometric analysis performed with *Vosviewer*. The results suggest a change from purely technological approaches toward more human-centered applications, boosted by the covid-19 pandemic, as well as the dominance of medical and paramedical sciences after 2020. Co-occurrence maps show that the concept of blended learning is central but is expanding into health, medical training, and inclusive education. The discussion highlights the gaps between global trends and the reality in developing countries and the disciplinary differences between the natural sciences and the health sciences. It reveals complex dynamics in the evolution of blended learning, which warrant in-depth analysis at several levels: epistemological, technological, socio-educational, and geopolitical.

Keywords: blended learning, bibliometrics, sciences, covid-19, *Vosviewer*.

RESUME : Cette étude explore l'évolution des tendances globales des pratiques pédagogiques hybrides dans l'enseignement des sciences entre 2019 et 2025. Une revue systématique basée sur le cadre de la démarche *prisma* a été appliquée pour sélectionner les publications indexées dans Scopus, suivie d'une analyse bibliométrique réalisée avec *Vosviewer*. Les résultats révèlent une transition des approches technologiques vers des applications centrées sur l'humain, accélérée par la pandémie de covid-19, ainsi que la dominance des sciences médicales et paramédicales après 2020. Les cartes de cooccurrences montrent que le concept de l'enseignement hybride demeure central, mais s'étend vers la formation médicale et l'éducation inclusive. L'évolution temporelle suggère que les publications récentes (2023–2025) se concentrent sur des thèmes liés à l'intelligence artificielle, la réalité virtuelle et les environnements immersifs. Les écarts de tendances mondiales et la réalité des pays en voie de développement, ainsi que les différences disciplinaires entre sciences exactes et sciences de la santé, révèlent des dynamiques complexes dans l'évolution de l'enseignement hybride, qui méritent une analyse approfondie à plusieurs niveaux : épistémologique, technologique, socio-éducatif et géopolitique.

Mots-clés : hybridation pédagogique, bibliométrie, sciences, covid-19, *vosviewer*.

1. INTRODUCTION

L'hybridation pédagogique, ou blended learning, s'impose comme une réponse aux mutations éducatives induites par la digitalisation et la pandémie de COVID-19. Ce modèle combine enseignement présentiel et dispositifs numériques, favorisant flexibilité et accessibilité [1]. Depuis 2020, la recherche

sur ce sujet connaît une croissance exponentielle, notamment dans les sciences médicales et l'ingénierie [2]; [3]. Cependant, les contextes locaux, comme le Maroc, accusent un retard dans l'intégration de ces approches, en raison de contraintes infrastructurelles et organisationnelles. Une analyse bibliométrique s'avère pertinente pour cartographier les tendances, identifier les lacunes et orienter les politiques éducatives [4] et [5].

L'hybridation de l'enseignement, entendue comme une combinaison intentionnelle d'activités d'apprentissage en présentiel et à distance, représente aujourd'hui une transformation majeure des pratiques éducatives. Cette transformation est particulièrement significative dans le domaine des sciences, où l'enseignement repose souvent sur des dispositifs pratiques, expérimentaux et collaboratifs.

À l'échelle internationale, les dispositifs hybrides tels que le blended learning, le hyflex (hybride flexible) ou encore la classe inversée se sont multipliés, portés par l'essor des technologies éducatives, la démocratisation de l'accès au numérique, et la nécessité d'assurer la continuité pédagogique en période de crise, notamment durant la pandémie de covid-19 [6].

Dans les pays du Nord comme le Canada ou la France, ces formes d'hybridation s'inscrivent dans des politiques d'innovation pédagogique soutenues par la recherche en éducation et la formation continue des enseignants. En revanche, dans les pays du Sud et plus particulièrement au Maroc, leur mise en œuvre reste confrontée à plusieurs défis structurels : inégalités d'accès au numérique, insuffisance de formation des enseignants aux usages pédagogiques du digital, infrastructures limitées dans les établissements, etc.

Dans ce contexte, cette revue de littérature systématique vise à explorer les dispositifs hybrides dans l'enseignement des sciences à travers les publications scientifiques récentes, en adoptant une approche spatiotemporelle comparative les pays du Nord et le contexte éducatif marocain post Covid-19.

Les objectifs de cette revue, sont les suivants :

- Identifier les thématiques dominantes et émergentes en relation avec le blended learning (ou enseignement hybride) ;
- Explorer la coopération internationale en matière de recherche sur l'enseignement hybride des sciences ;
- Dégager les tendances évolutives et les pistes futurs d'investigation.

2. MÉTHODOLOGIE

La présente étude s'inscrit dans une démarche selon les recommandations du protocole *prisma* : Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses [7], adapté ici au champ de l'éducation. Elle vise à identifier, sélectionner, analyser et synthétiser les recherches scientifiques portant sur les dispositifs hybrides dans l'enseignement des sciences. Les données ont été extraites en novembre 2025 à partir de la base de données Scopus (Elsevier), afin d'assurer la qualité et l'exhaustivité du corpus, selon les critères d'inclusion et d'exclusion présentés sur le tableau 1.

Tableau 1 : Critères d'inclusion et d'exclusion

Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
Les mots-clés pertinents dans les titres ou les résumés.	Les études qui n'ont pas de mots-clés pertinents.
Recherches empiriques (quantitatives, qualitatives ou mixtes) ou méta-analyses : Étude	Études sans lien avec l'enseignement des sciences. Article de synthèse bibliographiques

de cas, recherche-action, étude expérimentale...	Réflexions purement théoriques sans données empiriques.
Articles de recherche revus par les pairs et publiés en anglais et /ou en français entre 2019 et 2025	Documents de recherche qui ne sont pas en anglais ou en français, et qui ont été publiés au-delà de cette période
Les articles décrivant la méthodologie de l'enseignement hybride /blended learning des sciences dans le secteur de l'enseignement et portant sur l'enseignement hybride	Les publications hors champ académique des sciences, et qui ne s'intéressent pas aux disciplines scientifiques.

La recherche a porté sur les mots clés en français et en anglais qui relèvent de l'environnement de l'enseignement hybride et /ou digital Learning des filières scientifiques. Les mots-clés utilisés étaient: "blended learning"; "hybrid learning"; "hyflex "; "mixed learning"; ("biology"; "life science"; "earth science").

La période temporelle a été fixée de 2019 à 2025, et le corpus final comprend 646 documents (fig.1), incluant des articles et revues. Les données ont été exportées au format CSV et RIS, nettoyées et répertoriées dans Zotero (doublons supprimés), puis analysées avec VOS viewer (version 1.6.20). L'analyse de ces documents par VOS viewer était basée sur la méthode de calcul complet [8]. L'analyse est paramétrée à un seuil minimal de 5, ce qui a permis de générer et cartographier :

- la co-occurrence de mots-clés ;
- la densité thématique ;
- le réseau de collaboration entre pays ;
- l'analyse temporelle pour repérer les tendances récentes.

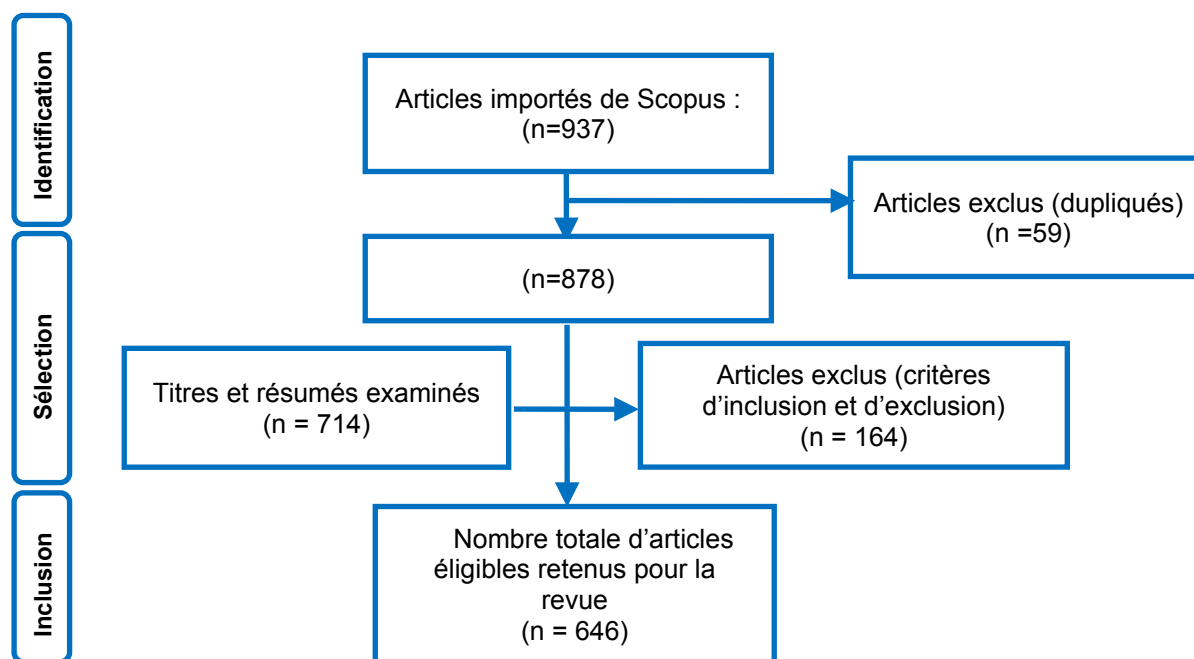


Figure 1 : Diagramme de flux des études dans scopus adapté selon [9]

3. RÉSULTATS

3. 1. Clusters thématiques identifiés :

Cluster 1 : Cœur de la pédagogie hybride (cluster rouge)

La Figure 1 présente la carte de cooccurrence des mots-clés pour la période 2019–2025. Le terme « *blended learning* » occupe une position centrale, connecté à des concepts tels que « *e-learning* », « *students* », « *teaching* » et « *covid-19* ». On observe deux grandes zones :

- une **zone pédagogique** centrée sur *teaching*, *curriculum*, *student engagement* ;
- une **zone technologique** associée à *ai*, *e-learning*, *learning systems* et *engineering education*.

Ce cluster regroupe les études centrées sur les modèles pédagogiques, la formation universitaire, et la didactique de l'enseignement supérieur. Le lien fort avec « *curriculum* » et « *education* » « *distance learning* » montre l'intérêt pour la conception de parcours hybrides flexibles (hyflex). Les chercheurs s'intéressent ainsi à la réingénierie pédagogique et à la formation des étudiants dans un contexte post-pandémique.

Cluster 2 : Émergence de l'intelligence artificielle et de la classe inversée (cluster bleu)

Représenté par des termes tels que : « *flipped classroom* », « *motivation* », « *artificial intelligence* », « *active learning* », « *engagement* », « *higher education* », « *online learning* », qui indiquent une émergence récente (2024–2025), traduisant un glissement vers des approches numériques plus intelligentes et interactives : l'intelligence artificielle intégrée aux environnements d'apprentissage (personnalisation, tutorat automatisé), et « *Flipped classroom* » comme modèle dominant d'hybridation. Ces regroupements traduisent une **hybridation des approches techno-pédagogiques**, où les recherches récentes tendent vers la personnalisation de l'apprentissage via « *l'ai* » et « *e-learning analytic* ».

Cluster 3 : l'enseignement hybride en Sciences médicales et paramédicales (Cluster vert)

Ce cluster, dominé par des termes tels que : “*human*”, “*education*”, “*medical education*”, “*learning*”, “*student*”, “*attitude*”, “*controlled study*”, “*nursing education*”, “*clinical competence*”, renvoie aux applications de l'enseignement hybride dans les formations médicales et paramédicales. Les recherches y sont majoritairement expérimentales ou quasi-expérimentales, visant à mesurer : les compétences cliniques, la satisfaction, et l'efficacité de la formation hybride chez les étudiants en médecine, en soins infirmiers ou en psychologie. La proximité des termes “*male*”, “*female*”, “*young adult*” et “*questionnaire*” montre que ces études incluent souvent des analyses quantitatives de satisfaction et de motivation.

Cluster 4 : Les termes de transition : le pont entre les deux mondes (Cluster jaune et Cluster violet)

Les termes “*teaching*”, “*social media*”, “*distance learning*”, “*pedagogy*”, “*covid-19*” relient les deux clusters, indiquent une zone d'intersection entre innovation pédagogique et adaptation en contexte de crise ; *covid-19* a joué un rôle catalyseur dans la généralisation de l'enseignement

hybride, « *student* » « *engagement* » et « *motivation* » montrent la centralité des facteurs psychopédagogiques dans la réussite du modèle hybride. Cette zone traduit la diversification méthodologique des études récentes. On passe de simples enquêtes descriptives à des études plus analytiques fondées sur la motivation et les attitudes des enseignants et étudiants (*qualitative research, semi-structured interview, thematic analysis, motivation, attitude*). C'est une orientation vers la recherche interprétative et la compréhension du vécu pédagogique dans des dispositifs hybrides.

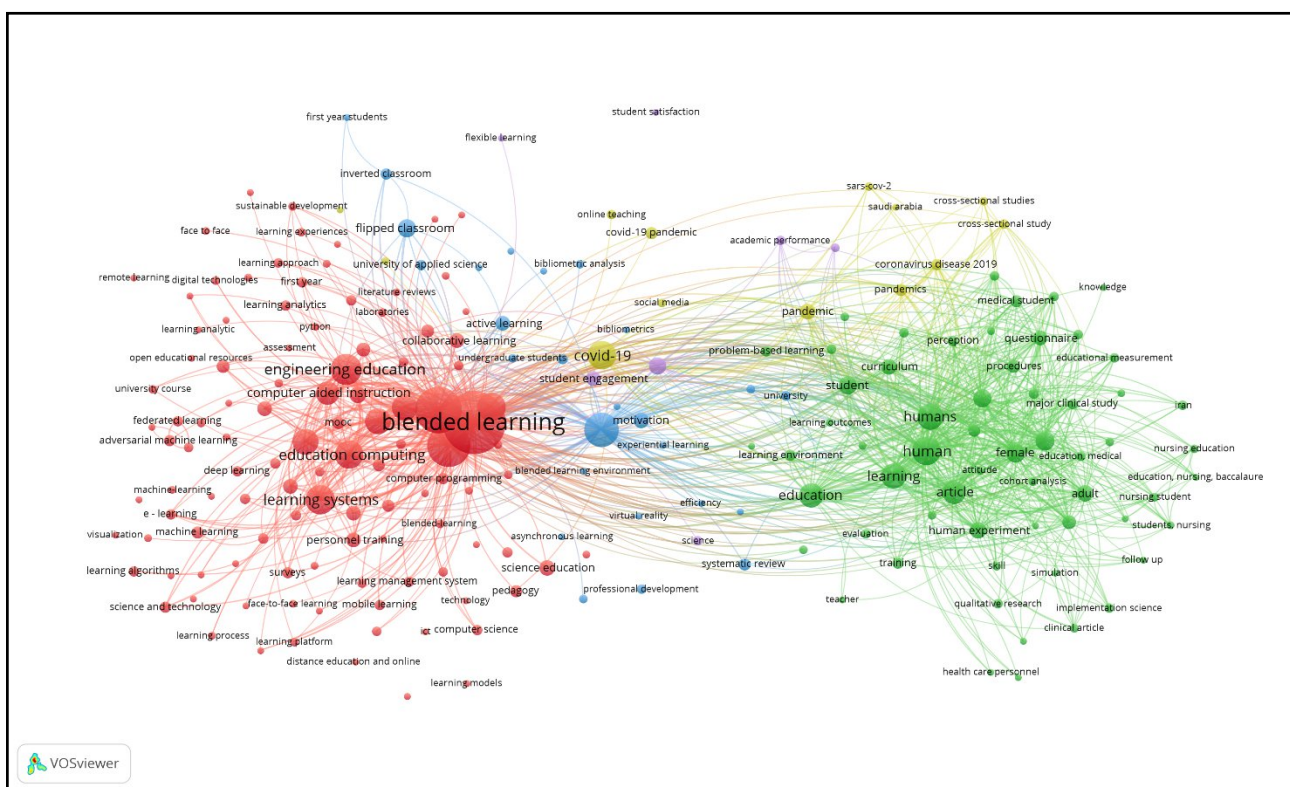


Figure 2 : Carte de cooccurrences – regroupement en clusters thématiques.

3.2. Évolution temporelle

Les couleurs sur la figure 3 présentent la chronologie moyenne des publications. Les couleurs jaune-vert indiquent des thématiques émergentes après 2023, notamment l'intelligence artificielle, les learning analytics, et le développement durable en lien avec le numérique éducatif. La densité de ce réseau indique une forte interconnexion thématique entre les publications récentes.

L'évolution temporelle du réseau (2019–2025) montre une progression des recherches depuis les premières études axées sur la mise en œuvre technologique (MOOCs, plateformes LMS, intelligence artificielle) vers des approches centrées sur l'expérience et l'engagement des apprenants.

Le thème covid-19 apparaît comme un pivot de transition, marquant une explosion de travaux entre 2020 et 2023 sur la continuité pédagogique, l'enseignement à distance et la reconfiguration des pratiques d'apprentissage. Cette phase a renforcé la convergence entre ingénierie numérique et pédagogie active, conduisant à une maturation du concept de blended learning en tant que modalité pérenne plutôt qu'alternative.

4. Discussion

Les analyses bibliométriques révèlent plusieurs tendances fortes dans la recherche sur l'apprentissage hybride au cours de la décennie 2015–2025. La densité du terme “blended learning”, situé au cœur des réseaux sémantiques, atteste de sa position centrale dans les recherches en ingénierie pédagogique et en enseignement supérieur. Cette centralité indique que la recherche s'est fortement orientée vers l'évaluation des dispositifs hybrides postpandémie, et l'intégration de l'intelligence artificielle. (« artificial intelligence », « learning analytics ») une approche pivot pour articuler enseignement présentiel et numérique dans les institutions postsecondaires.

4.1. La montée des approches techno-pédagogiques

La cooccurrence forte entre *blended learning*, *learning analytics*, *machine learning* et *ai*, traduit la technologisation croissante des pratiques éducatives, cette tendance reflète l'émergence d'une pédagogie fondée sur les données, où les systèmes d'analyse de l'apprentissage (*learning analytics*) permettent d'adapter le rythme et le contenu aux besoins des étudiants.

De même, [11] souligne que « l'hybridation des environnements d'apprentissage s'appuie de plus en plus sur des technologies d'intelligence artificielle, visant à offrir une expérience plus personnalisée et prédictive ».

[12] ajoutent que durant la transition forcée vers l'enseignement hybride, les problématiques de conception pédagogique, d'engagement des apprenants et de compétences numériques des enseignants sont devenues centrales, ce qui renforce la nécessité d'un modèle hybride durable et bien accompagné.

La revue systématique de [13] montre que l'ia dans les environnements hybrides renforce l'apprentissage asynchrone, l'autonomie et les rétroactions personnalisées. C'est une hybridation entre pédagogie et technologies intelligentes [14]. Cela correspond à la vision de [15], pour qui le *blended learning* s'oriente vers une intégration symbiotique des technologies intelligentes et des interactions humaines. De plus, la convergence entre *AI*, *learning analytics* et *adaptive system* traduit une mutation du champ vers une ingénierie pédagogique basée sur les données).

4.2. Les effets du covid-19 sur la reconfiguration du champ

Les termes *pandemic*, *covid-19*, *distance learning* et *student engagement* forment un cluster distinct, indiquant un pic de publications post pandémie-2020. Avant cette période, les recherches étaient fortement orientées vers les sciences de l'ingénieur, puis après la pandémie, les sciences médicales prennent le relais, intégrant des approches hybrides pour répondre aux besoins de formation clinique à distance [4].

[16], dans leur analyse de la littérature sur l'e-learning dans l'enseignement supérieur, souligne une émergence nette de thèmes comme “machine learning”, “deep learning” ou encore “learning analytics”, montrant comment la crise sanitaire a modernisé les pratiques pédagogiques. Cette dynamique corrobore les analyses de [17], qui affirment que « la crise sanitaire mondiale a agi comme un catalyseur de l'innovation pédagogique, accélérant la transition vers des formes hybrides d'enseignement ».

La pandémie de covid-19 a agi comme un accélérateur de transformation, imposant une hybridation massive et parfois improvisée [2] Ozer, 2023). Les cartes temporelles confirment une explosion des recherches liées à la santé, à la formation médicale après 2020. Durant cette période, l'apprentissage

hybride a souvent été mobilisé comme stratégie de continuité pédagogique, combinant enseignement synchrone et asynchrone [18]. Cependant, plusieurs études soulignent que cette mutation rapide a accentué les disparités numériques et la fatigue cognitive des enseignants [19].

4.3. La pédagogie de l'engagement et de la flexibilité

Les résultats montrent également l'importance des termes *student engagement*, *motivation*, *collaborative learning* et *active learning*, révélant une orientation vers des modèles centrés sur l'apprenant. Selon [20] l'efficacité du *blended learning* dépend principalement de la motivation intrinsèque des étudiants et de la qualité de la conception pédagogique. Ces résultats rejoignent ceux de [21], qui insistent sur la nécessité de cohérence entre les activités en ligne et en présentiel, condition essentielle pour maintenir l'engagement et la motivation des apprenant. [22], dans son étude historique et bibliométrique, montre que le *blended learning* est passé d'un modèle mixte classique à une architecture éducative plus complexe, intégrant de multiples modalités et technologies. Cette évolution s'inscrit dans une tendance globale de flexibilisation et de personnalisation de l'apprentissage.

4.4. Disparités géographiques et collaborations internationales

L'analyse des collaborations internationales met en évidence une polarisation Nord-Sud : les pays du Nord dominant la production scientifique et les réseaux de coopération, tandis que l'Afrique reste marginalisée [3]. Cette prédominance scientifique du Nord global, est accentuée dans le réseau qui relie les États-Unis, le Royaume-Uni, la Chine et l'Australie. Cette concentration est cohérente avec les travaux de [23], qui rapporte que « les publications sur l'hybridation proviennent majoritairement des pays disposant d'infrastructures numériques avancées et d'un accès large aux ressources technologiques ».

Toutefois, de nouvelles zones de production émergent en Asie (Malaisie, Inde, Indonésie) et au Moyen-Orient (Arabie Saoudite, Égypte), où le *blended learning* est adopté dans des programmes de modernisation de l'enseignement supérieur [24]. L'Afrique, bien que marginale, montre des signes de dynamisme, notamment au Maroc et en Afrique du Sud, où des études explorent l'intégration des environnements hybrides dans les sciences expérimentales.

Enfin, une revue post pandémie de [25] dans Atlantis Press, met en lumière les défis dans les pays en développement : manque d'équipement, faible formation numérique, et difficulté à institutionnaliser des modèles hybrides pérennes. La pérennisation de ces dispositifs dépend de la capacité des institutions à former les enseignants, à stabiliser les infrastructures technologiques et à concevoir des modèles pédagogiques robustes.

4.5. Mutation épistémologique et paradigme pédagogique

L'hybridation pédagogique ne se limite plus à une simple combinaison de modalités présentielle et en ligne ; elle s'inscrit désormais dans une logique d'innovation didactique [26]. Les clusters identifiés montrent un glissement des préoccupations initiales, centrées sur l'optimisation des systèmes d'apprentissage et la conception technique, vers des enjeux liés à l'expérience humaine, la personnalisation et la qualité des apprentissages.

4.6. Enjeux pour le contexte marocain

Dans le contexte marocain, l'hybridation reste une orientation récente, intégrée aux politiques éducatives depuis la réforme de 2020 et les plans de généralisation du numérique éducatif. Toutefois, les conditions de mise en œuvre varient fortement selon les régions, les disciplines et les niveaux d'enseignement. Le

retard observé dans l'adoption du blended learning au Maroc ne relève pas uniquement d'un déficit technologique; il traduit aussi des résistances culturelles et institutionnelles. Ceci est cohérent avec les travaux de [21], qui démontrent que l'enjeu principal du blended learning reste l'amélioration des apprentissages.

5. Conclusion

L'analyse systématique de la littérature sur l'hybridation dans l'enseignement des sciences a mis en évidence l'évolution rapide des pratiques hybrides dans l'enseignement des sciences, catalysée par la pandémie covid-19. Dans l'ensemble, les résultats de cette analyse bibliométriques montrent un glissement récent vers l'AI éducative, accélération post covid-19, expansion géographique de la recherche, et défis spécifiques aux régions du Sud. La pandémie de covid-19 a joué un rôle déterminant : un cluster distinct révèle une explosion des publications sur l'enseignement à distance, l'engagement étudiant et la continuité pédagogique, confirmant son effet catalyseur sur l'innovation [17].

Ces résultats suggèrent la nécessité de repenser le modèle hybride dans une logique systémique intégrant les dimensions pédagogiques, technologiques et éthiques. Le blended learning ne peut plus être réduit à une alternance présentiel/distanciel ; il doit être envisagé comme une architecture cohérente articulant les environnements physiques et numériques. Le défi majeur, notamment dans les pays émergents, réside dans la capacité à stabiliser les infrastructures technologiques, à former les enseignants et à développer des modèles robustes et contextualisés [1]. D'autre part, la recherche doit dépasser la dimension descriptive pour évaluer empiriquement les effets de l'enseignement hybride sur les apprentissages, les inégalités et la professionnalisation enseignante. Enfin, suivant [27], les perspectives de l'hybridation reposent sur la conciliation des dimensions humaines, numériques et éthiques en faveur d'un apprentissage inclusif et durable.

6. Perspectives et recommandations

À l'issue de cette étude des perspectives de recherche se dessinent :

- Les travaux francophones et du Sud globalement, souvent minoritaires dans Scopus, pourraient enrichir ces deux axes en intégrant des contextes éducatifs contraints (infrastructure, langue, formation des enseignants).
- Étudier l'impact réel de l'hybridation sur les apprentissages en sciences, à travers des expérimentations à l'échelle locale en contexte marocain (recherche-action) ou à l'échelle internationale.
- Contexte marocain : Explorer les représentations et pratiques des enseignants face à l'hybridation, et l'intégration des technologies immersives (réalité virtuelle, IA), afin d'identifier les leviers de changement professionnels, et modéliser ainsi la formation initiale et continue des enseignants.

À la lumière de cette étude, les recommandations suivantes peuvent être formulées :

- Renforcer les capacités numériques des enseignants de sciences, à travers une formation continue contextualisée, en lien avec les spécificités de chaque discipline.
- Intégrer des modèles d'hybridation progressifs dans les curricula officiels des filières scientifiques où les contenus se prêtent à la modularité pédagogique.
- Mettre en place un cadre national d'évaluation de l'hybridation, qui tienne compte non seulement des performances scolaires, mais aussi du bien-être et de la motivation des apprenants.

Limites de la revue

Cette revue s'est principalement fondée sur des articles publiés entre 2019 et 2025 dans la base de données Scopus. Les travaux au-delà de cette période et/ou dans les autres bases de données et publiés en d'autres langues n'ont pas été inclus, ce qui constitue une limite à la représentativité du corpus qui pourrait être étendue à une méta-analyse avec une vision plus large.

RÉFÉRENCES

- [1] Garrison, D. R., & Vaughan, N. D. (2008). *Blended learning in higher education: Framework, principles, and guidelines*. Jossey-Bass/Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118269558>
- [2] Hebebcı, M. T., & Ozer, N. (2023). *Blended learning in higher education: A bibliometric analysis*. Turkish Online Journal of Distance Education.
- [3] Amarathunga B (2025), "Blended learning trends and future directions: a systematic literature review and bibliometric analysis". International Journal of Information and Learning Technology, Vol. 42 No. 2 pp. 147–164. <https://doi.org/10.1108/IJILT-04-2024-0072>.
- [4] Panday, A., Ray, T., Jalandharachari, A.S. (2025). Insights into blended learning research: a thorough bibliometric study. Discov Educ 4, 50. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00439-0>
- [5] Ishmuradova, I. I., Chistyakov, A. A., Chudnovskiy, A. D., Grib, E. V., Kondrashev, S. V., & Zhdanov, S. P. (2024). A cross-database bibliometrics analysis of blended learning in higher education: Trends and capabilities. Contemporary Educational Technology, 16(2), ep508. <https://doi.org/10.30935/cedtech/14478>
- [6] Britel, Z. (2025). L'intégration des TIC dans la pratique de la classe inversée en enseignement des sciences de la vie et de la Terre SVT : Perceptions, pratiques, impacts et défis. *La Revue De La Qualité En Education/Journal of quality in education*, 15(26), 131–141. <https://doi.org/10.37870/joqie.v15i26.467>
- [7] Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ (Clinical research ed.)*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- [8] Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523-538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>

- [9] Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., ... Straus, S. E. (2018). *PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation*. *Annals of Internal Medicine*, 169(7), 467–473. <https://doi.org/10.7326/M18-085>
- [10] Small, H. (1973) Co-citation in scientific literature: A new measure of the relationship between two documents. *Journal of the American Society for Information Science*, 24(4), 265-269. <https://doi.org/10.1002/asi.4630240406>
- [11] Alammery, A., Alshaikh, M., & Alhogail, A. (2021). *The impact of the COVID-19 pandemic on the adoption of e-learning among academics in Saudi Arabia*. *Behaviour & Information Technology*, 41(3), 3138–3160. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2021.1973106>
- [12] Bilal, Hysa, E., Akbar, A., Yasmin, F., Rahman, A. U., & Li, S. (2022). Virtual Learning During the COVID-19 Pandemic: A Bibliometric Review and Future Research Agenda. *Risk management and healthcare policy*, 15, 1353–1368. <https://doi.org/10.2147/RMHP.S355895>
- [13] Park, Y. & Doo, M. (2024). Role of AI in Blended Learning: A Systematic Literature Review. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 25(1), 164–196. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v25i1.7566>
- [14] Zawacki-Richter, O., Marín, V.I., Bond, M. *et al.* (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators ? *Int. J Educ Technol High Educ* 16, 39 . <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- [15] Ifenthaler, D., Yau, J.YK (2020). Utilising learning analytics to support study success in higher education: a systematic review. *Education Tech Research Dev* 68, 1961–1990. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09788-z>
- [16] Brika, S. K. M., Chergui, K., Algamdi, A., Musa, A. A., & Zouaghi, R. (2022). E-Learning Research Trends in Higher Education in Light of COVID-19: A Bibliometric Analysis. *Frontiers in psychology*, 12, 762819. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.762819>
- [17] Boelens, M., Smit, M. S., Raat, H., Bramer, W. M., & Jansen, W. (2021). Impact of organized activities on mental health in children and adolescents : An umbrella review. *Preventive medicine reports*, 25, 101687. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2021.101687>
- [18] Hrastinski, S. (2021). Informing designs for learning when shifting to digital. *Educational Technology Research and Development*, 69(1), 285–288. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09894-y>

- [19] Zhao, D. (2022). Systematic mode construction of mixed teaching from the perspective of deep learning. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022, Article 7104587. <https://doi.org/10.1155/2022/7104587>
- [20] Kintu et al. (2017). Blended learning effectiveness: the relationship between student characteristics, design features and outcomes *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0043-4>.
- [21] Bernard et al (2014). A meta-analysis of blended learning and technology use in higher education: From the general to the applied. *Journal of Computing in Higher Education* n 26(1). <https://doi.org/10.1007/s12528-013-9077-3>
- [22] Bozkurt, Aras. (2022). A Retro Perspective on Blended/Hybrid Learning: Systematic Review, Mapping and Visualization of the Scholarly Landscape. *Journal of Interactive Media in Education*. 2022. 1-15. 10.5334/jime.751. <https://doi.org/10.5334/jime.751>
- [23] Bond, M., Bedenlier, S., Marín, V.I. et al. (2021). Emergency remote teaching in higher education: mapping the first global online semester. *Int J Educ Technol High Educ* **18**, 50. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00282-x>
- [24] Alturki, U., & Aldraiweesh, A. (2023). The factors influencing 21st century skills and problem-solving skills: The acceptance of Blackboard as sustainable education. *Sustainability*, 15(17), Article 12845. <https://doi.org/10.3390/su151712845>
- [25] Adriyanto, A. R., Swasty, W., Fadilla, A. N., Mai, N., Prabawa, B., & Hafidzan, M. A. (2023). Blended Learning in Post-Pandemic Era: A Systematic Review. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research/Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 24–34. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-138-8_4
- [26] Vaughan, N. D., Cleveland-Innes, M., & Garrison, D. R. (2013). Teaching in Blended Learning Environments: Creating and Sustaining Communities of Inquiry. Dans *Athabasca University Press eBooks*. <https://doi.org/10.15215/aupress/9781927356470.01>
<https://doi.org/10.15215/aupress/9781927356470.01>
- [27] Al-Samarraie, H., Sarsam, S. M., & Alzahrani, A. I. (2023). Haptic technology in society : A sentiment analysis of public engagement. *Computers In Human Behavior*, 147, 107862. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107862>