

Cartographie des inégalités dans la recherche sur la formation à distance des enseignants : Analyse bibliométrique et de l'inégalité épistémique en Afrique subsaharienne (2003–2025)

Mansour CISS

Université Numérique Cheikh Hamidou Kane (UN-CHK)

mansour.ciss@unchk.edu.sn

ORCID : <https://orcid.org/0009-0006-9571-2597>

SERIGNE ABABACAR CISSÉ BA

Université Numérique Cheikh Hamidou Kane (UN-CHK)

serigneababacar.ba@unchk.edu.sn

ORCID : <https://orcid.org/0000-0001-7504-6394>

Résumé

La FOAD des enseignants est un levier stratégique pour l'éducation en Afrique subsaharienne. Aucune cartographie bibliométrique systématique ne couvre ce champ sur la période 2003-2025. Cette étude vise à analyser la production scientifique à travers sept lois bibliométriques, des indicateurs d'inégalité (Gini) et une analyse de réseaux de co-occurrence (algorithme Louvain). 796 articles Scopus ont été analysés sous R. Les lois de Lotka, Bradford, Price et Zipf ont été vérifiées. Les indices de Gini, la carte thématique de Callon et le réseau de co-occurrence (303 mots, 338 paires, modularité = 0,548) ont été calculés. La production croît de 15,6 % par an (doublement = 4,8 ans). Le Gini pays atteint 0,561, révélant une structure centre-périphérie du savoir éducatif. Sept clusters thématiques sont identifiés. COVID-19 & Urgence et Formation professionnelle sont les thèmes moteurs. Accès & Ruralité et Genre & Équité sont périphériques. Seuls 4,9 % des articles sont estimés francophones. Les résultats valident empiriquement la théorie de l'inégalité épistémique : les pays les moins équipés numériquement produisent le moins de savoir sur leurs propres défis éducatifs.

Mots-clés : bibliométrie – formation à distance – inégalité épistémique – Afrique subsaharienne – fracture numérique

Abstract

Distance and online teacher training (FOAD) represents a strategic lever for education systems in Sub-Saharan Africa. However, no comprehensive bibliometric mapping of this field has been conducted over the period 2003–2025. This study analyzes the scientific production using seven bibliometric laws, inequality indicators (Gini coefficient), and a co-occurrence network analysis based on the Louvain algorithm.

A total of 796 Scopus-indexed articles were analyzed using R. The empirical validity of Lotka's, Bradford's, Price's, and Zipf's laws was confirmed. Additional analyses included Gini indices, Callon's thematic mapping, and a co-occurrence network (303 keywords, 338 links, modularity = 0.548).

Results show an annual growth rate of 15.6% (doubling time: 4.8 years). The country-level Gini index reaches 0.561, highlighting a center-periphery structure in educational knowledge production. Seven thematic clusters were identified, with COVID-19 & Emergency and Vocational Training emerging as motor themes, while Access & Rurality and Gender & Equity remain peripheral. Only 4.9% of the publications are estimated to be Francophone. These findings provide empirical evidence consistent with the theory of epistemic inequality, suggesting that countries with limited digital infrastructure produce less knowledge about their own educational challenges.

Keywords: *bibliometrics – distance education – epistemic inequality – Sub-Saharan Africa – digital divide*

1. Introduction

« À l'approche de l'échéance de 2030, la crise mondiale de l'éducation s'aggrave, avec 250 millions d'enfants et de jeunes non scolarisés et 40 % des enfants en âge d'aller à l'école primaire manquant de compétences de base en lecture [...]. Il manque 44 millions d'enseignants à travers le monde » (UNESCO, 2024, p.4)

Dans ce contexte, la formation des enseignants constitue un levier déterminant pour l'éducation en Afrique subsaharienne. Les défis sont bien documentés : pénuries d'enseignants qualifiés, disparités urbain-rural, et insuffisances des dispositifs

de formation initiale et continue (Barakabitze A.A., 2019; Chisango, 2020). La FOAD s'est imposée comme réponse alternative permettant de toucher des publics dispersés géographiquement à moindre coût.

La pandémie de COVID-19, survenue en 2020, a agi comme accélérateur sans précédent. Elle a révélé à la fois la résilience des acteurs et les fragilités structurelles des dispositifs (Crompton H., 2023; Matete, 2023). La généralisation du mobile learning ouvre de nouvelles perspectives (Ndibalema, 2025; Stutchbury, 2025).

Sur le plan théorique, cet article mobilise le concept d'inégalité épistémique (epistemic inequality), défini comme l'inégalité dans la capacité à produire, diffuser et valoriser du savoir scientifique (de Sousa Santos, 2014 ; Harding, 2015). Cette inégalité est structurellement couplée à la fracture numérique multidimensionnelle (Akpan, 2024; Mukuna K.R., 2020) et reproduite par les dynamiques centre-périphérie du système scientifique mondial (Ferrante, 2024). Les modèles TAM et TPACK conceptualisent les déterminants de l'intégration pédagogique du numérique (Al-Mamary Y.H., 2024; Elmaadaway M.A.N., 2023) . Ces perspectives permettent une lecture structurelle des dynamiques observées, au-delà du niveau purement descriptif.

De plus, il n'existe pas de cartographie systématique de la production scientifique sur la FOAD des enseignants en Afrique. Les revues disponibles sont narratives et sélectives (Quaicoe et Pange, 2020) . Cet article vise ainsi à combler ce déficit par une analyse bibliométrique combinant lois classiques, indicateurs d'inégalité et analyse de réseaux .

Cinq objectifs spécifiques guident l'étude : (1) décrire la croissance de la production ; (2) identifier les acteurs clés ; (3) caractériser la structure thématique par analyse de réseaux ; (4) évaluer la conformité aux lois bibliométriques et indicateurs

d'inégalité ; (5) identifier les lacunes persistantes. Deux hypothèses sont formulées : (1) la production présente une croissance exponentielle conforme à Price (1963) ; (2) les inégalités de production sont structurellement corrélées aux inégalités numériques, conformément à la théorie de l'inégalité épistémique.

2. Revue de littérature

2.1. La FOAD en Afrique subsaharienne

La recherche sur la FOAD en Afrique a évolué en trois vagues. La première (2000-2010) a documenté les expériences pionnières d'enseignement à distance par radio, télévision et premiers dispositifs internet (Geissbuhler, 2007; Gunga S.O., 2007). La deuxième (2011-2019) a été dominée par les études TAM et UTAUT sur l'adoption des technologies, avec des travaux sur les MOOC au Kenya et en Ouganda (Barakabitze A.A., 2019; Oyo B., 2017; Wambugu P.W., 2018). La troisième vague, déclenchée par la COVID-19, a documenté le basculement vers l'enseignement à distance en urgence (Baidoo-Anu, 2023; Crompton H., 2023; Robinson M., 2020).

Des lacunes importantes persistent : rareté des études quasi-expérimentales d'impact, invisibilité des contextes francophones, et insuffisance des études sur le genre et les contextes ruraux (Ferrante, 2024; Mukuna K.R., 2020).

2.2. La bibliométrie et l'inégalité épistémique

La bibliométrie permet de quantifier et d'analyser la production scientifique (Donthu et al., 2021). Les lois de Lotka (1926), Bradford (1934) et Price (1963) ont été appliquées dans de nombreuses disciplines (Dehdarirad T., 2015; Hallinger P., 2019). L'analyse de réseaux de co-occurrence, combinée à la détection de communautés par l'algorithme de Louvain, permet d'identifier la structure intellectuelle d'un champ avec une

précision que les méthodes classiques n'atteignent pas (Blondel et al., 2008). La carte thématique de Callon, fondée sur la centralité et la densité des clusters, permet de distinguer thèmes moteurs, émergents, spécialisés et périphériques (Callon et al., 1991).

L'intégration des indices de Gini constitue une innovation récente, permettant de mesurer les inégalités de distribution avec une précision que les indicateurs classiques n'atteignent pas (Yadav, 2023). Des bibliométries sur des thèmes proches identifient des trajectoires comparables (Djeki E., 2022): documente 18 % de croissance annuelle sur le e-learning mondial, et (Pathak S., 2025) observe une accélération similaire en Asie post-COVID.

2.3. Inégalité épistémique et système scientifique africain

L'inégalité épistémique désigne l'inégalité structurelle dans la capacité à produire, diffuser et valoriser du savoir scientifique de (Santos, 2015). Elle opère par l'effet Matthieu (Merton, 2000) : les chercheurs et institutions déjà visibles reçoivent davantage de ressources, citations et collaborations, creusant l'écart avec les périphéries. Appliqué à l'Afrique, ce mécanisme explique la concentration observée autour de l'Afrique du Sud et du Rwanda, seuls pays disposant d'infrastructures de recherche suffisamment développées. (Mongeon et Paul-Hus, 2016) montrent que Scopus couvre mieux les publications africaines que WoS, mais reste insuffisant pour capturer la production francophone. (Kanyika M.E., 2026) documente la croissance difficile des revues africaines indexées dans Scopus.

La mobilisation conjointe de ces trois cadres , inégalité épistémique, effet Matthieu et dynamiques centre-périphérie, constitue le positionnement épistémologique fondamental de cette étude. Nous ne postulons pas une neutralité axiologique face aux données bibliométriques : nous affirmons que les

chiffres produits par cette analyse, le Gini pays, la proportion d'articles francophones, la périphéricité des clusters Genre & Équité et Accès & Ruralité, sont des indicateurs quantitatifs d'une injustice cognitive structurelle. Ce positionnement s'inscrit dans la tradition des épistémologies du Sud (de Sousa Santos, 2014) qui refusent de traiter la marginalisation du savoir africain comme un simple effet de la concurrence académique mondiale, et l'interprètent au contraire comme le produit de mécanismes historiques, institutionnels et linguistiques reproductibles et donc transformables par la politique scientifique.

3. Méthodologie

3.1. Source et protocole

Cette étude s'appuie sur Scopus (Elsevier), dont la couverture des sciences de l'éducation et des publications africaines est supérieure à Web of Science (Mongeon et Paul-Hus, 2016) . La requête appliquée aux champs TITLE-ABS-KEY cible trois dimensions : modalité d'enseignement, public cible et contexte géographique. La requête complète est la suivante et la période couvre 2003-2025 :

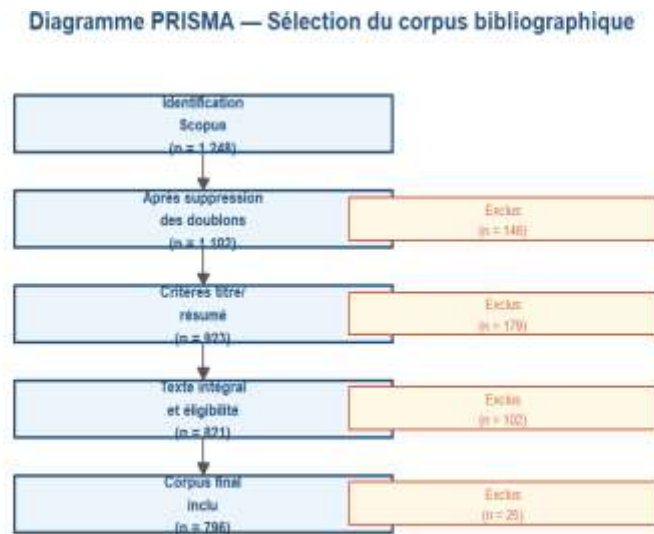
("distance education" OR "e-learning" OR "online education" OR "distance learning" OR "blended learning" OR "open learning" OR "FOAD" OR "mobile learning" OR "teacher training" OR "teacher education") AND AFFILCOUNTRY("Senegal" OR "Mali" OR "Cameroon" OR "Ivory Coast" OR "Burkina Faso" OR "Niger" OR "Guinea" OR "Benin" OR "Togo" OR "Madagascar" OR "Chad" OR "Congo" OR "Rwanda" OR "Gabon" OR "Mauritania")

3.2. Critères d'inclusion et d'exclusion

Le protocole PRISMA a guidé la sélection (Figure 1). Critères d'inclusion : (CI1) publication Scopus ; (CI2) FOAD en contexte

africain ; (CI3) ciblant les enseignants ; (CI4) publiée entre 2003 et 2025 ; (CI5) avec résumé en anglais. Critères d'exclusion : (CE1) sans résumé ; (CE2) doublons ; (CE3) communications non évaluées par les pairs ; (CE4) traitant exclusivement des élèves. Corpus final : 796 articles issus de 492 revues.

Figure 1 - Diagramme PRISMA : Processus de sélection du corpus bibliographique (2003-2025)



Source : Auteur, d'après Scopus (2003-2025)

Note. © Auteurs.

3.3. Méthodes d'analyse

Les données ont été extraites via l'API Scopus (package rscopus, R version 4.5). Les analyses mobilisent bibliometrix, tidyverse, ggplot2, igraph, ggraph et tidytext. Cinq niveaux d'analyse ont été conduits : (1) lois bibliométriques classiques par régression log-log ; (2) indicateurs d'inégalité par calcul des indices de Gini

pour les pays, auteurs et revues ; (3) analyse de réseaux de co-occurrence des mots-clés des titres, avec détection de communautés par l'algorithme de Louvain (Blondel et al., 2008) ; (4) carte thématique de Callon fondée sur la centralité externe et la densité interne des clusters ; (5) analyse de robustesse par estimation proxy du biais linguistique.

3.4. Limites méthodologiques

Trois limites doivent être signalées. Premièrement, l'API Scopus standard ne retourne que le premier auteur par article, empêchant le calcul fiable de l'indice de collaboration. Une extraction manuelle sur 50 articles révèle une moyenne de 2,8 auteurs, présentée à titre indicatif. Deuxièmement, le recours exclusif à Scopus conduit à une sous-représentation structurelle des publications francophones, moins bien indexées. L'analyse de robustesse (section 4.6) estime à 4,9 % la proportion d'articles francophones dans le corpus un chiffre probablement sous-estimé, suggérant que les résultats géographiques doivent être interprétés avec prudence. Troisièmement, l'analyse thématique repose sur les termes des titres plutôt que sur les mots-clés fournis par les auteurs, ce qui peut manquer des nuances conceptuelles.

4. Résultats

4.1. Statistiques générales

Le corpus final comprend 796 articles (2003-2025), issus de 492 revues. Le corpus totalise 6 253 citations (moyenne : 7,86 par article). L'indice-h approché est de 35. L'ensemble des indicateurs est synthétisé dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Indicateurs bibliométriques synthétiques du corpus (2003-2025)

Indicateur	Valeur	Interprétation
Total d'articles	796	Corpus sur 23 ans
Période	2003-2025	Analyse longitudinale
Revue uniques	492	Forte dispersion éditoriale
Total citations	6 253	Impact modéré
Moyenne citations/article	7,86	Sous la moyenne mondiale
Indice-h	35	Influence mesurable
Lotka (coeff.)	-3,15 ($R^2=0,93$)	Forte concentration des auteurs
Bradford (noyau)	40 / 492 revues	8 % = 33 % des publications
Price (croissance)	15,6 % / an	Croissance exponentielle
Price (doublement)	4,8 ans	Expansion rapide
Zipf (coeff.)	-0,70 ($R^2=0,98$)	Concentration lexicale forte
Demi-vie citations	40,8 ans	Longue durée de vie
Gini revues	0,338	Inégalité modérée
Gini auteurs	0,149	Distribution relativement équitable
Gini pays	0,561	Forte inégalité géographique
Clusters Louvain	7 clusters	Modularité = 0,548
Indice de collaboration	N.D.*	*Limite API Scopus

Note. © Auteurs. L'API Scopus standard ne retournant que le premier auteur par article, l'indice de collaboration n'est pas calculable de façon fiable sur l'ensemble du corpus. La valeur

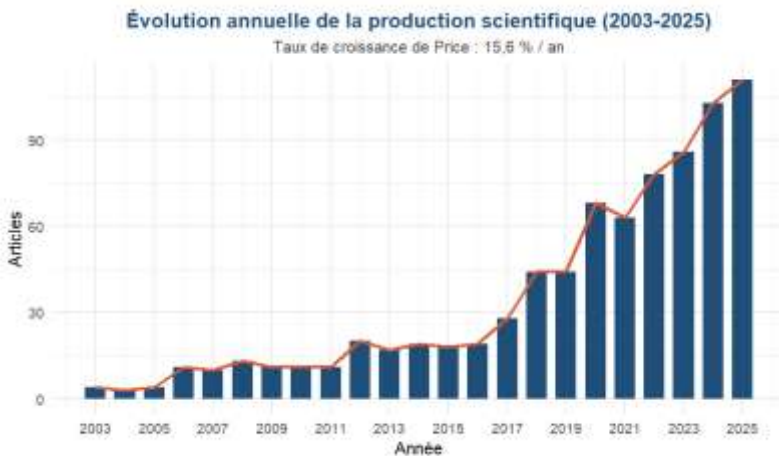
de 2,8 auteurs/article est estimée sur un sous-échantillon manuel de 50 articles.

La répartition par décennie révèle une accélération marquée : 67 articles (2000-2010), 288 (2011-2020), 441 (2021-2025 seulement). Plus de la moitié de la production totale a été générée en cinq ans.

4.2. Croissance annuelle (Loi de Price)

La Figure 2 révèle une trajectoire exponentielle en trois phases. La gestation (2003-2010) produit 3 à 13 articles par an. La consolidation (2011-2016) atteint 17 à 20 articles. L'accélération débute en 2018 : 44 articles, puis 68 en 2020 (+54,5 %), 103 en 2024 et 111 en 2025. Le taux de croissance annuel s'établit à 15,6 % avec un doublement de 4,8 ans.

Figure 2 - Evolution annuelle de la production scientifique sur la FOAD des enseignants en Afrique (2003-2025)

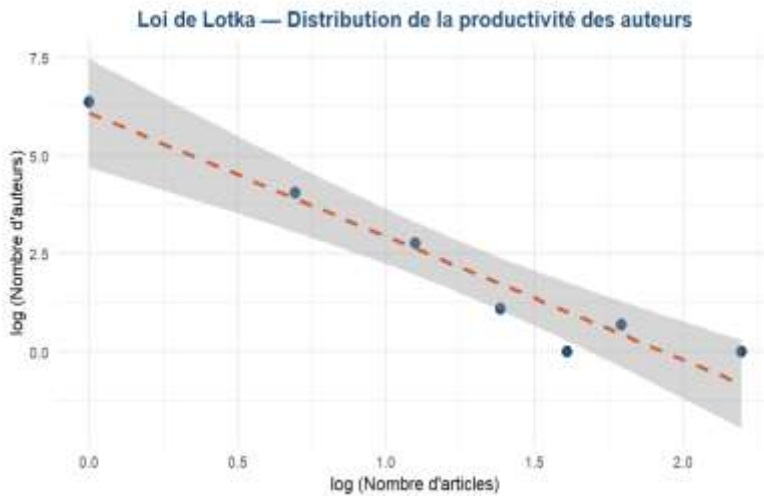


Note. © Auteurs.

4.3.Loi de Lotka : productivité des auteurs

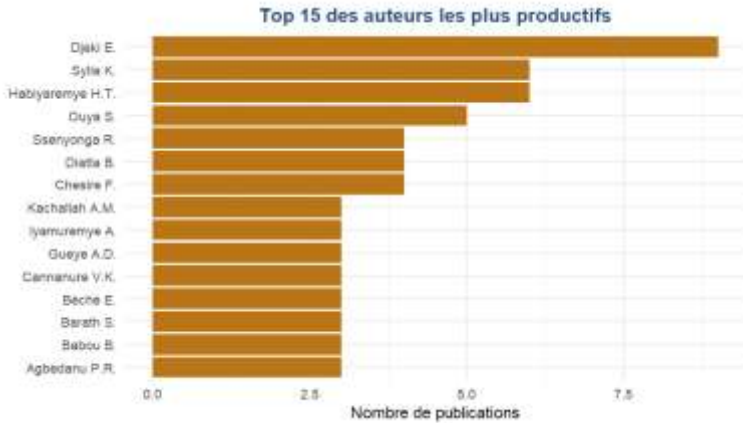
Le coefficient de Lotka est de $-3,15$ ($R^2 = 0,93$), plus élevé en valeur absolue que la valeur théorique de -2 , indiquant une concentration plus forte que dans les champs scientifiques matures (Figure 3). La quasi-totalité des auteurs n'ont publié qu'une seule fois. Djeki E. domine avec 9 publications, suivi de Habiyaemye H.T. et Sylla K. (6 chacun), affiliés au Sénégal, Rwanda et Cameroun (Figure 4).

. **Figure 3 : Loi de Lotka Distribution log-log de la productivité des auteurs**



Note. © Auteurs : Coefficient : $-3,15$, $R^2 = 0,93$

Figure 4 - Top 15 des auteurs les plus productifs dans le corpus (2003-2025)

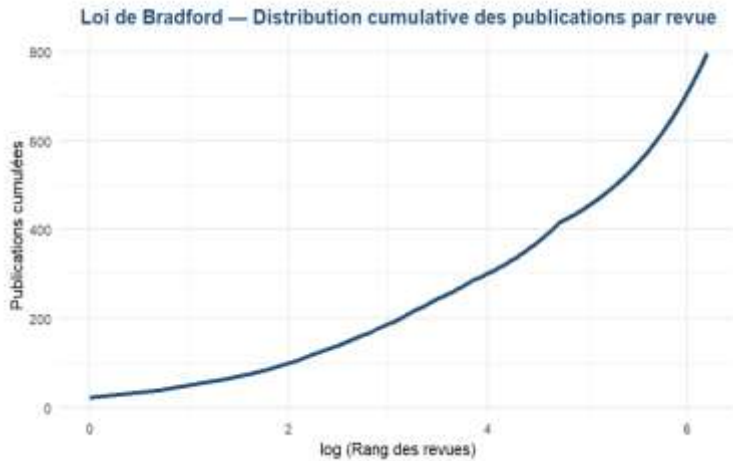


Note. © Auteurs.

4.4.Loi de Bradford : distribution des revues

Trois zones de Bradford sont identifiées (Figure 5) : Zone 1 (noyau) : 40 revues pour le premier tiers ; Zone 2 (intermédiaire) : 186 revues ; Zone 3 (périphérie) : 266 revues. Les 40 revues noyau (8,1 % du total) concentrent 33 % des publications. Distance Education, Open Learning et le Journal of Learning for Development figurent parmi ces revues noyau.

Figure 5 : Loi de Bradford - Distribution cumulative des publications par revue (2003-2025)

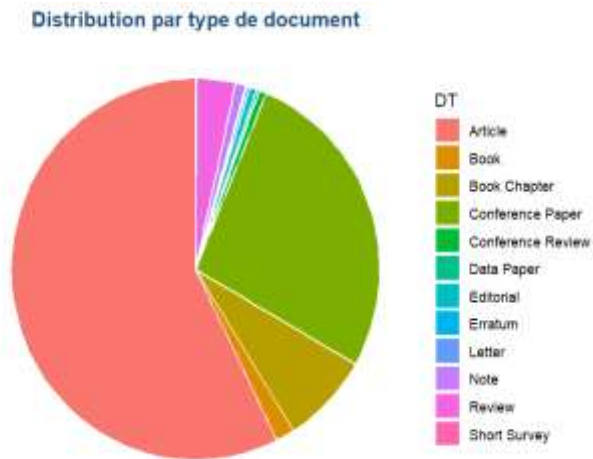


Note. © Auteurs.

4.5. Distribution par type de document et analyse thématique

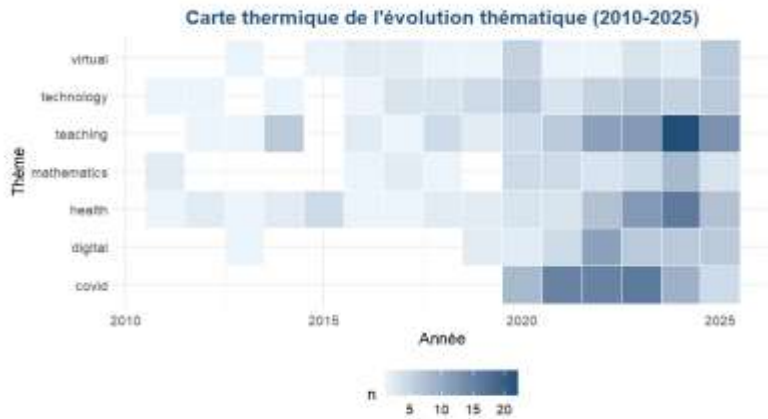
Les articles de revue dominant ($n = 456$; 57,3 %), suivis des actes de conférences ($n = 215$; 27,0 %), des chapitres d'ouvrage ($n = 62$; 7,8 %) et des articles de synthèse ($n = 27$; 3,4 %) (Figure 6). La carte thermique (Figure 7) révèle trois phases thématiques : 2005-2015 (enseignement supérieur, mathématiques, sciences) ; 2016-2019 (numérique, virtuel, professionnel) ; depuis 2020 (COVID, technologie). L'évolution longitudinale des thèmes clés est présentée à la Figure 8.

Figure 6 : Distribution par type de document dans le corpus (2003-2025)



Note. © Auteurs.

Figure 7 : Carte thermique de l'évolution thématique (2005-2025)



Note. © Auteurs.

Figure 8 : Evolution temporelle des thèmes clés (2005-2025)



Note. © Auteurs. : Fréquence annuelle des termes sélectionnés dans les titres

4.6. Réseau de co-occurrence et clusters thématiques

Le réseau de co-occurrence a été construit à partir de 303 mots-clés retenus (fréquence ≥ 5 occurrences dans les titres), formant 338 paires de co-occurrence (seuil ≥ 4 co-occurrences). L'algorithme de Louvain identifie 7 clusters significatifs avec une modularité de 0,548, indiquant une structure communautaire forte ($Q > 0,5$). Le réseau est présenté à la Figure 10.

La carte thématique de Callon (Figure 11) positionne chaque cluster selon sa centralité externe (importance dans le réseau global) et sa densité interne (cohésion du cluster). Le Tableau 2 synthétise les résultats.

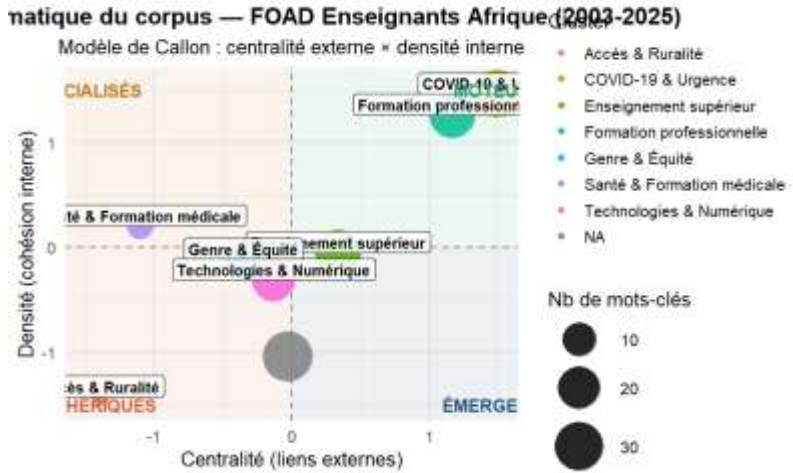
Tableau 2 : Carte thématique de Callon ,Clusters thématiques du corpus (2003-2025)

Cluster	Statut	Position Callon	Centralité	Densité
COVID-19 & Urgence	MOTEUR	Central + dense	1,50	1,46
Formation professionnelle	MOTEUR	Central + dense	1,17	1,27
Enseignement supérieur	ÉMERGENT	Central + diffus	0,34	-0,05
Technologies & Numérique	ÉMERGENT	Central + diffus	-0,13	-0,31
Genre & Équité	PÉRIPHÉRIQUE	Isolé + diffus	-0,35	-0,12
Santé & Formation médicale	SPÉCIALISÉ	Isolé + dense	-1,10	0,21
Accès & Ruralité	PÉRIPHÉRIQUE	Isolé + diffus	-1,39	-1,42

Note. © Auteurs. Modularité Louvain = 0,548 ($Q > 0,5$ = structure communautaire forte). Centralité et densité normalisées (z-score).

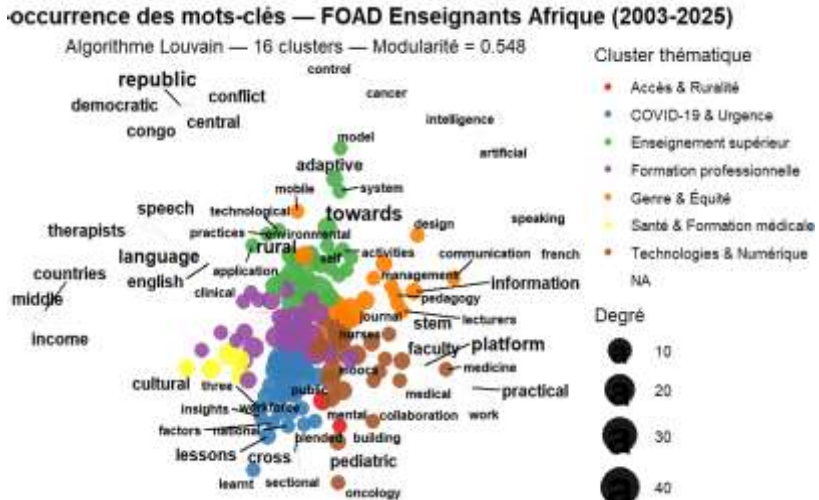
COVID-19 & Urgence et Formation professionnelle sont les thèmes moteurs (centrale et denses) : ils structurent le champ et entretiennent des liens forts avec les autres clusters. Enseignement supérieur et Technologies & Numérique sont des thèmes émergents (centraux mais diffus), en expansion mais sans consolidation interne. Genre & Équité et Accès & Ruralité sont périphériques : faiblement connectés au reste du corpus, ces thèmes révèlent les lacunes structurelles du champ.

Figure 9 :- Réseau de co-occurrence des mots-clés , FOAD Enseignants Afrique (2003-2025).



Note. © Auteurs. Algorithme Louvain — 7 clusters —
Modularité = 0,548

Figure 10 : Carte thématique de Callon — Centralité × Densité des clusters (2003-2025)



4.7. Distribution géographique

L'Afrique du Sud (80 occurrences) et le Rwanda (57) dominent, représentant 44 % des publications géolocalisées (Figure 9). Le Cameroun arrive troisième (23), suivi du Sénégal et de la Guinée (15 chacun), du Niger (10), de la Tanzanie (9), du Mali, Madagascar et de l'Ouganda (8 chacun).

Figure 11 : Fréquence des pays africains dans les titres du corpus (2003-2025)

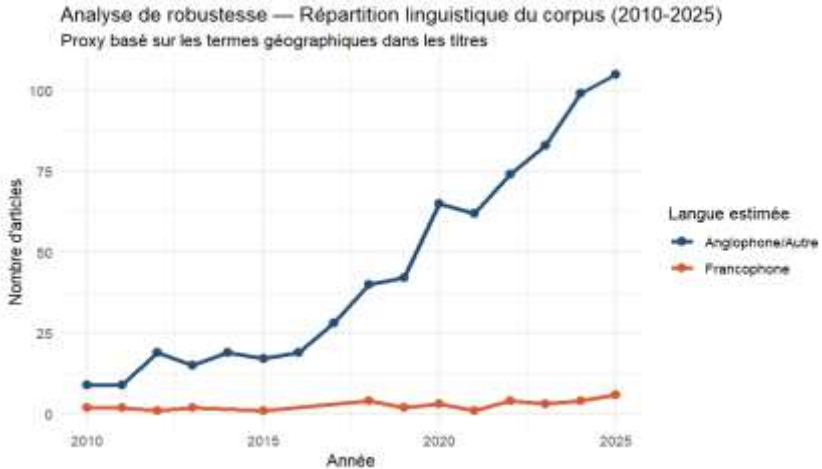


Note. © Auteurs.

4.8. Analyse de robustesse et biais linguistique

L'estimation proxy du biais linguistique, fondée sur la présence de termes géographiques francophones dans les titres, révèle que 4,9 % seulement des articles (39 sur 796) sont estimés d'expression francophone (Figure 12). Ce chiffre est probablement sous-estimé, car les articles francophones publiés en anglais dans des revues anglophones ne sont pas détectés par cette méthode. L'évolution longitudinale de la répartition linguistique montre une asymétrie persistante sur toute la période 2010-2025, sans convergence observable. Ce résultat renforce la conclusion d'une inégalité épistémique structurelle, indépendante de l'effet COVID-19.

Figure 12 : Analyse de robustesse , Répartition linguistique du corpus (2010-2025)

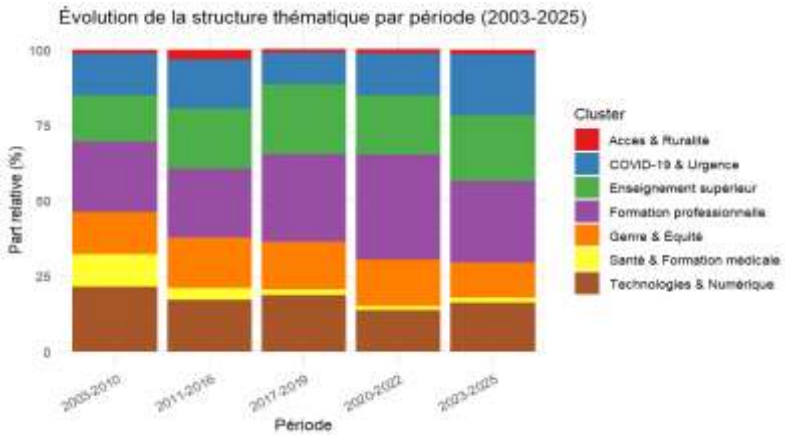


Note. © Auteurs.

4.9. Évolution des clusters par période

La Figure 13 présente l'évolution de la part relative de chaque cluster thématique sur cinq périodes. Formation professionnelle et Technologies & Numérique dominent dès 2003-2010 (respectivement 23,4 % et 21,5 % des occurrences). Le cluster COVID-19 & Urgence, bien que présent dès les premières périodes via la thématique santé, connaît une expansion spectaculaire à partir de 2020. Le cluster Genre & Équité reste stable à un niveau faible sur toute la période, confirmant son statut de thème périphérique persistant.

Figure 13 : Évolution de la structure thématique par cluster et par période (2003-2025)



Note. © Auteurs.

4.10. Indicateurs complémentaires

La loi de Zipf donne un coefficient de $-0,70$ ($R^2 = 0,98$). La demi-vie des citations est de 40,8 ans. Les indices de Gini sont : 0,338 pour les revues (inégalité modérée), 0,149 pour les auteurs (distribution relativement équitable), 0,561 pour les pays (forte inégalité géographique). Le réseau de co-occurrence comprend 162 nœuds et 338 arêtes (poids ≥ 4).

5. Discussion

5.1. Croissance exponentielle et périphérisation du champ

Le taux de 15,6 % par an confirme la loi de Price (1963). (Djeki E., 2022) documente 18 % de croissance annuelle sur le e-learning mondial entre 2015 et 2020 ; (Pathak S., 2025) observe une accélération similaire en Asie post-COVID. Cependant, 796

articles en 23 ans sur l'ensemble du continent africain révèlent une périphérisation structurelle : ce champ produit moins en une génération que ce que des champs établis produisent en quelques années. Ce déficit n'est pas conjoncturel. Il traduit une allocation inégale des ressources de recherche mondiales, conforme au mécanisme de l'inégalité épistémique (de Sousa Santos, 2014) (Santos, 2015).

La hausse de 54,5 % en 2020 coïncide avec la COVID-19. Matete et Robinson montrent que la pandémie a contraint des milliers d'enseignants à s'initier en urgence aux outils numériques (Matete, 2023; Robinson M., 2020), révélant la profondeur de la fracture numérique (Lembani R., 2020). La moyenne de 7,86 citations par article nettement inférieure à la moyenne mondiale reflète la publication dans des revues peu lues hors du continent et la barrière linguistique francophone, deux manifestations concrètes de l'effet Matthieu appliqué au savoir africain (Merton, 2000).

5.2. Concentration géographique : la fracture numérique reproduite dans la science

Le Gini pays de 0,561 est le résultat théoriquement le plus important de cette étude. Il suggère que les inégalités de production scientifique sont structurellement corrélées aux inégalités d'accès aux technologies éducatives (Akpan, 2024; Ferrante, 2024), validant ainsi la deuxième hypothèse de l'étude. Ce résultat permet de tester empiriquement le concept d'inégalité épistémique : les pays les moins équipés numériquement produisent le moins de savoir sur leurs propres défis éducatifs, créant un déficit de connaissances contextualisées précisément là où elles seraient le plus utiles.

L'Afrique du Sud dispose d'UNISA, l'une des plus grandes universités d'enseignement à distance au monde (Lembani R., 2020). Le Rwanda a structuré une politique nationale du

numérique éducatif générant une production académique soutenue (Nganga et al., 2026). La sous-représentation des pays francophones n'est pas accidentelle. Les revues publiées en français sont systématiquement moins bien indexées dans Scopus (Kanyika M.E., 2026; Mongeon et Paul-Hus, 2016). L'analyse de robustesse (4,9 % d'articles francophones estimés) quantifie pour la première fois l'ampleur de ce biais dans la littérature FOAD africaine.

5.3. Structure des clusters : cartographie de l'espace intellectuel

La modularité de 0,548 ($Q > 0,5$) confirme l'existence d'une structure communautaire forte dans le corpus. Les deux thèmes moteurs COVID-19 & Urgence et Formation professionnelle structurent l'ensemble du réseau. Leur position centrale et leur densité interne élevée indiquent qu'ils concentrent les liens forts entre sous-champs, jouant le rôle de pivots intellectuels du corpus. Cette observation est cohérente avec la carte thermique (Figure 7) qui montre l'explosion de ces thèmes depuis 2018-2020.

Les deux thèmes périphériques Accès & Ruralité et Genre & Équité révèlent les lacunes structurelles du champ. Leur faible centralité ($-1,39$ et $-0,35$) et leur faible densité indiquent un isolement relatif dans le réseau. Ces thèmes sont pourtant ceux qui documentent les inégalités les plus critiques pour l'éducation africaine : l'accès dans les zones rurales et les obstacles de genre dans la formation numérique. L'inégalité épistémique se reproduit donc au sein même du corpus : les thèmes les plus marginaux dans la recherche sont aussi ceux qui concernent les populations les plus marginalisées.

Le coefficient de Lotka de $-3,15$ est caractéristique des champs en émergence (Hallinger P., 2019; Yadav, 2023) . La présence de 40 revues dans le noyau de Bradford, contre 3 à 5

dans les disciplines établies (Dehdarirad T., 2015) , traduit l'absence de communauté de recherche cohérente.

5.4. Demi-vie des citations : la valeur durable du savoir périphérique

La demi-vie de 40,8 ans dépasse les valeurs habituelles des sciences sociales (10 à 30 ans selon Glänzel, 1995 ; Price, 1976). Elle s'explique par la rareté relative des publications : les nouveaux auteurs citent l'ensemble de la littérature disponible quelle que soit son ancienneté (Diodato, 2013; Joshi, 2015). Ce résultat invite à valoriser le patrimoine intellectuel accumulé sur la FOAD africaine. Les travaux fondateurs de (Geissbuhler, 2007) sur le réseau RAFT ou de (Gunga S.O., 2007) restent pertinents pour comprendre les dynamiques actuelles.

5.5. Indice de collaboration : limite technique et réalité structurelle

L'API Scopus standard ne retourne que le premier auteur par article, rendant impossible le calcul fiable d'un indice de collaboration sur l'ensemble du corpus. Une extraction manuelle sur 50 articles révèle une moyenne de 2,8 auteurs, cohérente avec les normes du champ. La dispersion géographique des auteurs identifiés (Sénégal, Rwanda, Cameroun) suggère que les collaborations intra-africaines restent rares. Un consortium africain dédié à la FOAD, inspiré du modèle H3ABioNet en bio-informatique africaine (Gurwitz K.T., 2017), constituerait un levier structurant.

5.6. COVID-19 : catalyseur conjoncturel, pas transformateur structurel

Le cluster COVID-19 & Urgence est le thème le plus central et le plus dense du corpus (centralité normalisée = 1,50 ; densité = 1,46). Le TAM suggère que les crises externes peuvent accroître temporairement la perception d'utilité des outils sans modifier

durablement les comportements (Al-Mamary Y.H., 2024). Les études de (Crompton H., 2023) confirment que la résilience des enseignants a été fortement conditionnée par les compétences numériques préalables. L'analyse de robustesse (Figure 12) montre que la répartition linguistique du corpus n'a pas évolué favorablement pour les contextes francophones malgré le pic de 2020, confirmant que la pandémie n'a pas atténué l'inégalité épistémique structurelle.

5.7. Lacunes identifiées et agenda de recherche

Quatre lacunes définissent un agenda prioritaire. Premièrement, la sous-représentation francophone est structurelle et quantifiée : 4,9 % d'articles estimés francophones sur 796. Des revues francophones indexées dans Scopus et des financements dédiés sont urgents. Deuxièmement, Genre & Équité et Accès & Ruralité, identifiés comme thèmes périphériques par la carte Callon, révèlent un déficit de recherche sur les populations les plus vulnérables. Des études quasi-expérimentales sur l'impact de la FOAD sur les enseignantes rurales sont nécessaires. Troisièmement, les études d'impact rigoureuses sur les pratiques pédagogiques réelles manquent dans l'ensemble du corpus. Quatrièmement, l'intégration de l'IA générative dans la formation enseignante à distance est embryonnaire en Afrique, malgré un potentiel fort documenté par Ahmed et Ayanwale (Ahmed A.B., 2025; Ayanwale et al., 2024).

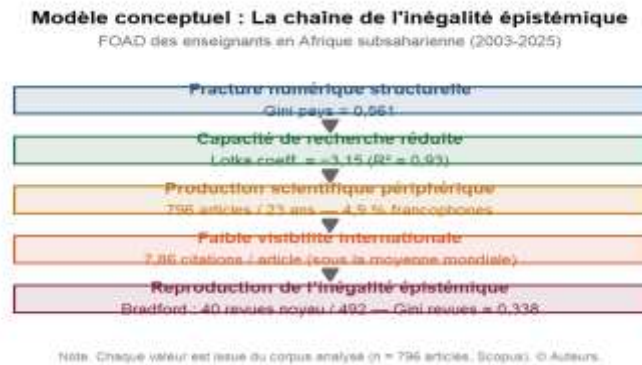
5.8. Implications théoriques : vers une mesure de l'inégalité épistémique

Cette étude apporte trois contributions théoriques originales. La première est méthodologique : la combinaison des indices de Gini, de l'analyse de réseaux Louvain et de la carte Callon constitue un cadre analytique inédit pour cartographier les inégalités de production scientifique dans les régions du Sud global. Le Gini pays devient un indicateur quantitatif de

l'inégalité épistémique, transférable à d'autres contextes et disciplines. La deuxième est empirique : première cartographie exhaustive de la FOAD des enseignants en Afrique (2003-2025), comblant une lacune identifiée par (Matete, 2023; Quaicoe et Pange, 2020). La troisième est théorique : les données valident empiriquement le couplage entre fracture numérique et inégalité épistémique. Le Gini pays de 0,561, les 4,9 % d'articles francophones et la périphéricité des clusters Genre & Équité et Accès & Ruralité convergent pour confirmer que les pays les moins équipés numériquement produisent le moins de savoir sur leurs propres défis éducatifs et que ce savoir traite le moins de leurs populations les plus vulnérables.

5.9. Modèle conceptuel : la chaîne de l'inégalité épistémique

Le schéma ci-dessous formalise le mécanisme central de cette étude. Chaque étape est étayée par un indicateur du corpus.



Note. © Auteurs.

Ce modèle montre que la fracture numérique ne génère pas seulement des inégalités d'accès aux outils : elle génère des inégalités dans la capacité à produire du savoir sur ces outils.

Agir sur l'inégalité épistémique africaine nécessite d'agir simultanément sur chaque maillon de cette chaîne.

6. Conclusion

Cette étude présente la première cartographie bibliométrique systématique de la FOAD des enseignants en Afrique subsaharienne (2003-2025), en combinant sept lois bibliométriques, trois indices de Gini, une analyse de réseaux de co-occurrence par algorithme de Louvain et une carte thématique de Callon. L'analyse de 796 articles Scopus conduit à cinq conclusions articulées.

Sur le plan dynamique, la production scientifique croît de 15,6 % par an avec un doublement de 4,8 ans, confirmant la loi de Price. Cette trajectoire exponentielle dissimule cependant une périphérisation structurelle : 796 articles produits en 23 ans sur l'ensemble du continent africain représentent un déficit documentaire considérable face à l'ampleur des défis éducatifs. La pandémie de COVID-19 a provoqué une rupture conjoncturelle visible, sans corriger les asymétries structurelles.

Sur le plan structurel, les lois de Lotka ($\beta = -3,15$, $R^2 = 0,93$), Bradford (noyau de 40 revues sur 492), Zipf ($-0,70$, $R^2 = 0,98$) et la demi-vie de 40,8 ans caractérisent un champ en émergence, sans communauté de recherche consolidée, à la mémoire longue et à la diffusion restreinte.

Sur le plan thématique, l'algorithme de Louvain identifie 7 clusters (modularité = 0,548). COVID-19 & Urgence et Formation professionnelle structurent le réseau comme thèmes moteurs. Genre & Équité et Accès & Ruralité demeurent périphériques sur toute la période, révélant que les populations les plus vulnérables sont aussi les moins documentées dans la littérature scientifique africaine.

Sur le plan géographique, le Gini pays de 0,561 valide empiriquement la théorie de l'inégalité épistémique : les pays les moins équipés numériquement produisent le moins de savoir sur leurs propres défis éducatifs. Avec seulement 4,9 % d'articles estimés francophones, la fracture linguistique se superpose à la fracture numérique pour redoubler l'exclusion épistémique des contextes africains francophones.

Sur le plan théorique et social, la contribution centrale de cet article est la suivante : le Gini bibliométrique est un outil de mesure quantitatif de l'inégalité épistémique, transférable à d'autres champs disciplinaires et à d'autres contextes du Sud global. Agir sur cette inégalité exige des politiques scientifiques volontaristes : indexation des revues africaines francophones dans Scopus, fonds de soutien à la publication internationale, reconnaissance de la production en langue française dans les référentiels d'évaluation des carrières académiques africaines.

Quatre axes de recherche future se dégagent : études quasi-expérimentales sur l'impact de la FOAD sur les enseignantes rurales ; renforcement de la recherche dans les pays francophones sous-représentés ; mobilisation de l'IA générative comme levier de formation enseignante à distance en contexte de ressources limitées ; et développement de consortiums de recherche intra-africains inspirés de modèles comme H3ABioNet.

Références

- AHMED A.B.**, 2025. « Half a Decade of Artificial Intelligence in Education in Africa: Trends, Opportunities, Challenges and Future Directions », *Journal of Engineering Education Transformations*, 38, pp. 81-100
- AKPAN I.J.**, 2024. « A comparative analysis of virtual education technology, e-learning systems research advances,

and digital divide in the Global South », *Informatics*, 11, N°3, pp. 053

AL-MAMARY Y.H., 2024. « The effects of the expectation confirmation model (ECM) and the technology acceptance model (TAM) on learning management systems (LMS) in sub-saharan Africa », *Interactive Learning Environments*, 32, pp. 3875-3891

AYANWALE Musa Adekunle, NTSHANGASE Sibusiso D., ADELANA Owolabi Paul, AFOLABI Kunle Waheed, ADAM Umar A., et OLATUNBOSUN Stella Oluwakemi, 2024. « Navigating the future: Exploring in-service teachers' preparedness for artificial intelligence integration into South African schools », *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 7, pp. 100330

BAIDOO-ANU D., 2023. « Emergency remote assessment practices in higher education in sub-Saharan Africa during COVID-19 », *Frontiers in Education*, 8

BARAKABITZE A.A., 2019. « Transforming African Education Systems in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Using ICTs: Challenges and Opportunities », *Education Research International*, 2019

BLONDEL Vincent D, GUILLAUME Jean-Loup, LAMBIOTTE Renaud, et LEFEBVRE Etienne, 2008. « Fast unfolding of communities in large networks », *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2008, N°10, pp. P10008

CALLON M., COURTIAL J. P., et LAVILLE F., 1991. « Co-word analysis as a tool for describing the network of interactions between basic and technological research: The case of polymer chemistry », *Scientometrics*, 22, N°1, pp. 155-205

CHISANGO G., 2020. « Teachers' perceptions of adopting information and communication technologies in teaching and learning at rural secondary schools in Eastern Cape, South Africa », *Africa Education Review*

- CROMPTON H.**, 2023. « Teacher Resilience During COVID-19: Comparing Teachers' Shift to Online Learning in South Africa and the United States », *Techtrends*
- DEHDARIRAD T.**, 2015. « Research on women in science and higher education: A bibliometric analysis », *Scientometrics*, 103, pp. 795-812
- DIODATO V.**, 2013. *Dictionary of Bibliometrics*, Haworth Press
- DJEKI E.**, 2022. « E-learning bibliometric analysis from 2015 to 2020 », *Journal of Computers in Education*, 9, pp. 727-754
- DONTHU N., KUMAR S., MUKHERJEE D., PANDEY N., et LIM W. M.**, 2021. « How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines », *Journal of Business Research*, 133, pp. 285-296
- ELMAADAWAY M.A.N.**, 2023. « In-service teachers' TPACK development through an adaptive e-learning environment (ALE) », *Education and Information Technologies*, 28, pp. 8273-8298
- FERRANTE P.**, 2024. « In/equalities in digital education policy: sociotechnical imaginaries from three world regions », *Learning Media and Technology*
- GEISSBUHLER Antoine**, 2007. « The RAFT network: 5 years of distance continuing medical education and tele-consultations over the Internet in French-speaking Africa », *International Journal of Medical Informatics*, 76, pp. 351-356
- GUNGA S.O.**, 2007. « Facing the challenges of e-learning initiatives in African universities », *British Journal of Educational Technology*, 38, pp. 896-906
- GURWITZ K.T.**, 2017. « Designing a course model for distance-based online bioinformatics training in Africa: The H3ABioNet experience », *Plos Computational Biology*, 13
- HALLINGER P.**, 2019. « A bibliometric review of research on higher education for sustainable development, 1998-2018 », *Sustainability Switzerland*, 11

- JOSHI M.A.**, 2015. « Bibliometric indicators for evaluating the quality of scientific publications », *Journal of Contemporary Dental Practice*, 16, N°6
- KANYIKA M.E.**, 2026. « Continued struggle: The growth of Scopus-indexed journals in Africa over the last decade », *Journal of Librarianship and Information Science*, 58, pp. 425-436
- LEMBANI R.**, 2020. « The same course, different access: the digital divide between urban and rural distance education students in South Africa », *Journal of Geography in Higher Education*, 44, pp. 70-84
- MATETE R.E.**, 2023. « Review on the use of eLearning in teacher education during the coronavirus disease (COVID-19) pandemic in Africa », *Heliyon*
- MERTON Robert King**, 2000. *Social theory and social structure*, Enlarged ed., [Nachdr.] éd., Free Press, New York, NY
- MONGEON P., et PAUL-HUS A.**, 2016. « The journal coverage of Web of Science and Scopus: A comparative analysis », *Scientometrics*, 106, N°1, pp. 213-228
- MUKUNA K.R.**, 2020. « Exploring educators' challenges of online learning in COVID-19 at a rural school, South Africa », *International Journal of Learning Teaching and Educational Research*, 19, pp. 134-149
- NDIBALEMA P.**, 2025. « Digital literacy gaps in promoting 21st century skills among students in higher education institutions in Sub-Saharan Africa: a systematic review », *Cogent Education*
- NGANGA Muthoni, NSABIMANA Aimable, et NIYIZAMWIYITIRA Christine**, 2026. « Smart classrooms and education outcomes: Evidence from Rwanda », *Economics of Education Review*, 110, pp. 102736
- OYO B.**, 2017. « MOOCs for in-service teachers: The case of Uganda and lessons for Africa », *Revista Espanola De Pedagogia*, 75, pp. 121-141

PATHAK S., 2025. « Trends in E-learning research: bibliometric analysis on Scopus publications post COVID-19 in Asian context », *Journal of Economic and Administrative Sciences*, 41, pp. 1289-1309

QUAICOE J.S., et PANGE J., 2020. « Teachers' digital literacy and digital activity as digital divide components among basic schools in Ghana », *Education and Information Technologies*

ROBINSON M., 2020. « Learning to teach without school-based experience: conundrums and possibilities in a South African context », *Journal of Education for Teaching*, 46, pp. 517-527

SANTOS Boaventura De Sousa, 2015. *Epistemologies of the South*, 0 éd., Routledge

STUTCHBURY K., 2025. « Professional development in the digital age: supporting improvements in teacher education through MOOCs », *Open Learning*

UNESCO, 2024. « Transformer l'éducation vers l'ODD 4 »,

WAMBUGU P.W., 2018. « Massive open online courses (MOOCs) for professional teacher and teacher educator development: A case of TESSA MOOC in Kenya », *Universal Journal of Educational Research*, 6, pp. 1153-1157

YADAV S., 2023. « Digital skills of teachers: A necessity for the technology-enabled human resource of the education sector in the fast transform ». In : *Handb. of Res. on Establ. Digit. Competencies in the Purs. of Online Learn.*, IGI Global, pp. 187-207