

## PRODUCTION SCIENTIFIQUE SUR LA QUALITÉ DE L'AIR EN AFRIQUE: DISPARITÉS RÉGIONALES ET FACTEURS STRUCTURELS

### SCIENTIFIC PRODUCTION ON AIR QUALITY IN AFRICA: REGIONAL DISPARITIES AND STRUCTURAL DRIVERS

L.B. Osa-Akara<sup>1\*</sup>, R. Fraile<sup>1</sup>, C. Gonçalves<sup>1</sup>, C. Blanco-Alegre<sup>1</sup>, R. Castelo Alvarez<sup>2</sup>, A.I. Calvo<sup>1</sup>

(1) Department of Physics, Universidad de León, Spain

(2) Department of Environmental Technology, National University of Equatorial Guinea (UNGE)

\*Corresponding author: Ibileo00@estudiante.unileon.es / lucrebile35@gmail.com

#### RÉSUMÉ

La pollution par les particules en suspension demeure un risque majeur en Afrique. L'analyse de 1 078 publications montre une production scientifique faible mais aussi de fortes disparités liées au PIB, à l'IDH et à la capacité institutionnelle. L'Afrique australe combine législation, universités consolidées et réseaux de surveillance, atteignant les niveaux d'efficacité les plus élevés. À l'inverse, l'Afrique centrale, sans cadre réglementaire ni infrastructures, reste presque absente de la recherche. Les indicateurs normalisés révèlent une forte concentration du savoir et des performances très variables entre régions. Ces résultats soulignent la nécessité de renforcer simultanément législation, institutions universitaires et réseaux de surveillance pour réduire les inégalités scientifiques.

#### ABSTRACT

Air pollution by particulate matter remains a major health challenge in Africa. Analysis of 1078 publications reveals low scientific output with sharp disparities shaped by GDP, HDI, legislation, and institutional capacity. Southern Africa shows the highest efficiency due to strong regulation, productive universities, and dense monitoring networks. Central Africa, lacking legislation and infrastructure, contributes almost no research. Findings highlight the need for integrated reinforcement of legislation, academic capacity, and monitoring systems to reduce scientific inequality.

**MOTS-CLÉS :** Particules en suspension, disparités régionales, capacité institutionnelle, stations de surveillance/ **KEYWORDS:** Particulate matter, regional disparities, institutional capacity, monitoring stations

La pollution de l'air par les particules en suspension (PM) constitue l'une des principales menaces environnementales pour la santé humaine en Afrique, étant associée à une charge accrue de maladies, de mortalité prématûre et à des pertes économiques liées à la réduction de la productivité et à l'augmentation des coûts de santé (WHO, 2023 ; GBD 2019 Air Pollution Collaborators, 2020). Malgré son importance, la production scientifique sur la qualité de l'air sur le continent est limitée, fragmentée et territorialement inégale, se concentrant principalement en Afrique du Sud, au Nigeria, en Éthiopie et au Maroc, avec une autonomie scientifique régionale faible (Amegbletor et al., 2022 ; Kumar et al., 2022). Des facteurs structurels tels que le niveau de développement socio-économique (IDH, PIB), la capacité académique des universités, l'existence de cadres législatifs et l'infrastructure de surveillance déterminent la continuité, la visibilité et la couverture de la recherche. Seuls les pays disposant de cadres réglementaires solides, de laboratoires adéquats et de réseaux de surveillance consolidés peuvent générer des preuves fiables et des séries temporelles robustes (UNEP, 2021 ; Amegbletor et al., 2022). Dans la majorité des pays africains, la recherche dépend d'initiatives académiques isolées ou de collaborations internationales de courte durée, ce qui limite la production scientifique régionale et son intégration dans les politiques environnementales.

Cette étude analyse de manière intégrée comment les capacités universitaires, les cadres législatifs, l'infrastructure de surveillance et les indicateurs socio-économiques expliquent les modèles de production scientifique sur la qualité de l'air en Afrique. Les données de 1 078 publications issues de Web of Science jusqu'en 2022 ont été compilées, la capacité académique évaluée via uniRank™, et l'infrastructure de surveillance analysée à partir du World Air Quality Index, tandis que le contexte législatif a été documenté à partir du rapport UNEP (2021). Toutes les données secondaires correspondent à 2024 et les calculs ont été vérifiés par une revue indépendante utilisant Microsoft Excel. L'analyse a été réalisée au niveau de cinq sous-

régions africaines selon une approche descriptive-comparative ; étant donné le nombre limité d'observations, aucune analyse inférentielle n'a été appliquée, les résultats permettant seulement d'identifier des modèles structurels et des inégalités régionales.

L'analyse révèle des disparités régionales significatives dans la production scientifique (taableau 1). L'Afrique australe, avec un PIB par habitant de 5 592 € et un IDH de 0,70, a généré 264 publications, équivalant à 3,81 publications par million d'habitants et 0,68 publications par milliard d'euros de PIB, concentrant une proportion élevée de la recherche régionale. L'Afrique centrale, avec un PIB par habitant de 1 478 € et un IDH de 0,509, n'a produit que 55 publications, reflétant des limitations structurelles et scientifiques profondes. L'Afrique occidentale, malgré un PIB par habitant relativement faible (1 749 €), a atteint la production absolue la plus élevée (342 publications) suggérant que la concentration institutionnelle et des politiques de recherche spécifiques peuvent stimuler la productivité scientifique au-delà des ressources économiques. Les indicateurs normalisés confirment que la relation entre développement économique et production scientifique n'est pas linéaire : les régions moins peuplées ou dotées d'institutions consolidées présentent une plus grande efficacité, tandis que les régions plus peuplées et avec une capacité institutionnelle plus faible affichent des écarts significatifs.

Tableau 1. Caractéristiques socio-économiques, cadre législatif et production scientifique par sous-région africaine

Sous-région	PIB par habitant (€)	IDH	Nombre d'universités classées	Cadre législatif sur la qualité de l'air	Publications
Afrique australe	5 592	0,70		12 Oui (28,6 %)	264
Afrique de l'Ouest	1 749	0,57		8 Oui (43,7 %)	342
Afrique centrale	1 478	0,509		4 Non	55
Afrique orientale	2 120	0,60		7 Oui (27,8 %)	156
Afrique du Nord	3 310	0,68		9 Oui (50 %)	189

L'adoption de législation sur la qualité de l'air est limitée : seulement 17 des 54 pays (31,5 %) disposent de cadres réglementaires, concentrés en Afrique du Nord (50 %), en Afrique occidentale (43,7 %) et en Afrique australe (28,6 %), principalement en raison de l'Afrique du Sud. Les pays disposant d'une législation solide génèrent 86,4 % des publications de l'Afrique australe, tandis que l'Afrique orientale, avec une réglementation partielle, n'apporte que 46,7 %, et l'Afrique centrale, sans législation, reste quasi absente de la recherche. La productivité relative entre pays légiférant et non-légiférant varie de >6 en Afrique australe à <1 en Afrique orientale, et les indices de concentration (Gini) montrent des inégalités marquées, supérieures à 0,7 en Afrique du Nord, de l'Ouest et australe, et nulles en Afrique centrale. La capacité universitaire constitue un autre déterminant clé. L'Afrique du Nord et australe concentrent jusqu'à 88 universités classées, tandis que l'Afrique centrale manque d'universités reconnues, limitant ainsi la visibilité scientifique. La productivité moyenne par institution varie de 1,76 à 10,15 publications, indiquant que quelques universités très productives peuvent soutenir une grande partie de la recherche régionale. 32 % des publications sont générées dans la région la plus efficace, contre seulement 5 % dans la moins productive, soulignant une forte centralisation des connaissances (figure 1).

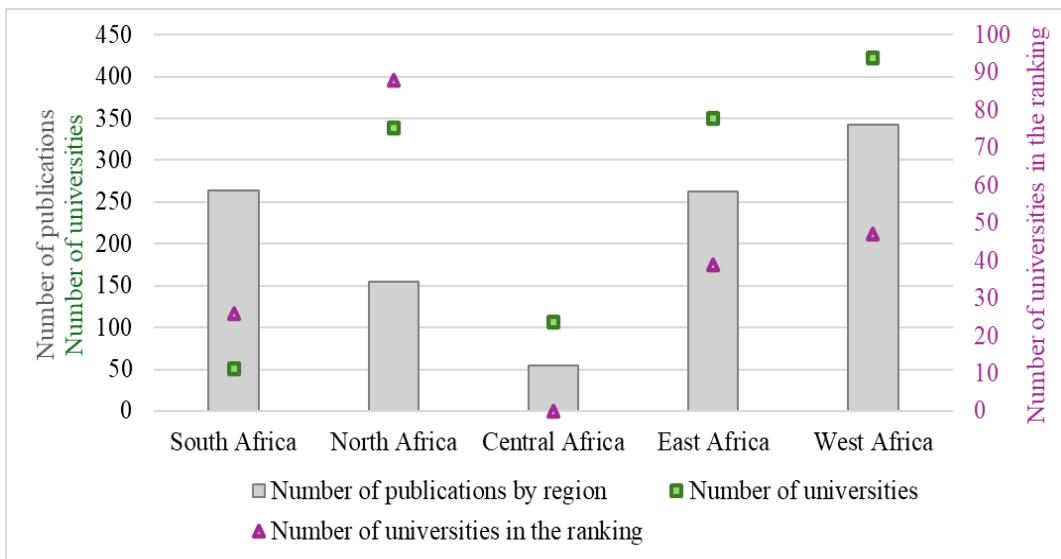


Figure 1. Nombre de publications, nombre d'universités par région et nombre d'universités dans le classement des 200 meilleures universités africaines (UniRanking 2024) par région)

La couverture des stations de surveillance de la qualité de l'air est inégale : seulement 21 pays disposent d'infrastructures opérationnelles (39 % du continent). L'Afrique australe domine la densité des stations (0,58 par million d'habitants et 0,015 par km<sup>2</sup>), suivie de l'Afrique du Nord (0,19 et 0,0064), tandis que l'Afrique centrale est pratiquement dépourvue de surveillance. La productivité scientifique par station varie considérablement : l'Afrique du Sud atteint 6,96 publications par station/million d'habitants et 269 publications par station/km<sup>2</sup>, se consolidant comme centre régional de recherche. Les indices de concentration oscillent entre 0,75 et 1, indiquant que la recherche se focalise sur quelques pays disposant d'infrastructures avancées, soulignant la nécessité de stratégies continentales pour élargir la couverture et optimiser la production scientifique.

Ces résultats suggèrent que la production scientifique sur la qualité de l'air en Afrique est fortement conditionnée par l'interaction entre développement socio-économique, législation environnementale, infrastructures universitaires et surveillance environnementale. La législation agit comme catalyseur de la recherche uniquement lorsqu'une capacité institutionnelle consolidée est présente, comme en Afrique du Sud, tandis que son impact est marginal dans les régions aux contraintes structurelles. La concentration des universités productives est plus déterminante que le nombre absolu d'institutions, indiquant que les politiques de renforcement académique devraient prioriser la qualité et la consolidation des centres stratégiques. De même, la couverture limitée et inégale des stations de surveillance constitue un obstacle critique pour la génération de données et l'élaboration de politiques basées sur des preuves, exacerbant les inégalités régionales et limitant la contribution de l'Afrique à la recherche mondiale.

En conclusion, le développement de la science environnementale en Afrique ne dépend pas uniquement de la disponibilité des ressources économiques ou de la législation, mais de l'interaction synergique entre capacité institutionnelle, infrastructures académiques et systèmes de surveillance. Cette étude fournit une base quantitative et comparative solide pour orienter la planification de politiques et de stratégies continentales visant à améliorer la qualité de l'air et à réduire les inégalités dans la recherche environnementale, mettant en évidence la nécessité d'approches intégrées combinant expansion législative, renforcement d'universités stratégiques, augmentation des stations de surveillance et coopération internationale.

#### 4. REFERENCES:

- Amegbletor, D., et al. (2022) Environmental research in Africa: trends and gaps, *Environmental Science Journal*, 45(3), 123–135.
- Kumar, P., et al. (2022) Air quality studies in sub-Saharan Africa, *Atmospheric Environment*, 259, 118634.
- UNEP (2021) State of air quality legislation in Africa, United Nations Environment Programme.
- WHO (2023) Global air quality report 2023, World Health Organization.
- GBD 2019 Air Pollution Collaborators (2020) Global burden of disease attributable to air pollution, *Lancet*, 395, 1907–1918.
- UniRanking (2024) University rankings in Africa 2024, UniRanking. Disponible sur : <https://www.4icu.org/africa>